

SEPARAT-ABDRUCK

AUS

JAHRESHEFTE

DES VEREINS FÜR VATERL. NATURKUNDE IN WÜRTTEMBERG.

Jahrg. 1915. Bd. 71.

(S. XXXIII—LXXX.)

Zur Erinnerung an Eberhard Fraas und an sein Werk.

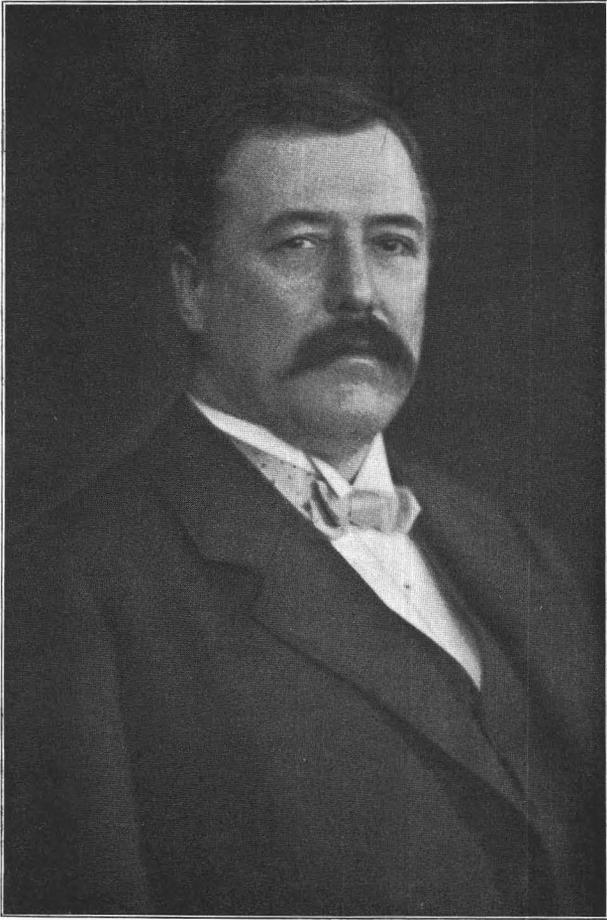
Gedenkworte von **J. F. Pompeckj.**



Stuttgart.

Druck von Carl Grüniger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann).

1915.



Eberhard Fraas.

Zur Erinnerung an Eberhard Fraas und an sein Werk.

Gedenkworte von J. F. Pompeckj.

Am 9. März 1915, in früher Nachmittagsstunde füllte eine dichtgedrängte Schar die Feuerbestattungshalle auf dem Pragfriedhof von Stuttgart. Draußen trübgrauer Wintertag mit leisem Flockentanz, drinnen wehmütsernste Scheidestimmung. EBERHARD FRAAS, der am 6. März verschieden war, der treue Sohn Schwabens, der hochgeschätzte Erforscher der schwäbischen Heimat Erde, wurde zur letzten Ruhe geleitet.

An der blumenverhüllten Bahre wurde Kranz um Kranz dem Toten geweiht. Von den Lippen und aus den Herzen seiner Freunde — von seinem ältesten, unserem Pfarrer Dr. Engel, bis zum jüngsten neugewonnenen, einem Schüler seines Gymnasiums — klangen die Worte tiefster Trauer, bleibender Freundschaft, die Worte höchster Anerkennung und des Dankes. Unter weihvollen Klängen sahen wir den Sarg zur Tiefe sinken; EBERHARD FRAAS war von uns geschieden. —

Dem Freunde, dem Kollegen und Nachbarn hier für unseren vaterländischen Verein den letzten Kranz zu winden, wurde mir die Aufgabe, — den letzten Kranz, zu dem er selbst mir die Lorbeerreiser und -blätter in die Hand gegeben durch sein Wirken, durch seine Arbeit und Art. Für uns alle vom Verein flechte ich den Kranz und reiche ihn ernstbewegt dem Freunde.

Professor Dr. EBERHARD FRAAS, Konservator an der Königlichen Naturalien-Sammlung zu Stuttgart — ein Name tönt, und ein Amt nenne ich. Aber ein Name, der — wie jener des Vaters — durch sein ganzes Heimatland als der bekanntesten einer, als einer der besten klang, der weit über die Heimat hinaus bei den Paläontologen und Geologen geachtet, hochgeschätzt war. Und ein Amt, wie selten eins erfüllt war — nicht nur Konservator, Erhalter dessen, was ihm zur Hut übertragen, war er, sondern erfolgreichster Mehrer der Schätze, die ihm anvertraut waren; ein Amt, dessen Erfüllung ihn landestümlich machte, wie es andern zu werden nur schwer gegeben sein kann. Darum, als die Botschaft seines Todes durchs Land ging, schmerzlichste Bewegung überall:

Schwer der Verlust und viel zu früh — kaum 53 Jahre war er alt, als die unbarmherzige Hand des Todes ihn geschlagen.

Am 26. Juni 1862 wurde EBERHARD FRAAS in Stuttgart geboren. Er war seines Vaters OSKAR FRAAS, des um Schwabens Geologie hochverdienten damaligen Konservators am Stuttgarter Naturalienkabinett, zweiter Sohn. In seiner Vaterstadt besuchte er das Eberhard-Ludwig-Gymnasium. Neben der Schule ward ihm der Vater Lehrmeister. Die seit dem Großvater, dem Balingen Dekan, in der Familie FRAAS erbliche Neigung für die in Schwaben durch QUENSTEDT und seinen Schüler OSKAR FRAAS volkstümlich gewordene Geologie steckte dem jungen EBERHARD im Blute. Früh wurde er des Vaters Genosse auf den Wanderungen durchs Land und früh ward er heimisch unter den Wesen der Zeiten „Vor der Sintflut“¹ im Naturalienkabinett.

1882, im Herbst, bezog er die Universität Leipzig, um Geologie und Mineralogie zu studieren. CREDNER und ZIRKEL waren dort seine Lehrer. CREDNER, der vor kurzem verstorbene Leipziger Geologe, durch seine „Elemente der Geologie“ — damals das einzige moderne Lehrbuch des Faches in Deutschland — der Lehrer der Geologie stand in seiner vollsten Kraft; sprudelnd lebhaft, hinreißend wirkte er im Hörsaal und bei Exkursionen durchs sächsische Bergland. Neben ihm stand der bedächtigere ZIRKEL, der eine Lehrmeister der Petrographie. Bei diesen beiden trieb FRAAS seine ersten, systematisch-grundlegenden Studien, zu denen weitere Anregung durch die Geologen der sächsischen Landesanstalt kam. Aber der junge Student mit seiner überströmenden Kraft und der schäumenden Lust am Leben war nicht nur in Hörsälen und Laboratorien zu Haus und auf Exkursionen zu finden. Er zollte auch der „lustitudo studentica“ vollen Tribut; davon erzählten die flotten Schmissee, welche seine Wange zierten.

Ostern 1884 ging er nach München. Bei ZITTEL, dem großen Münchener Meister, trieb er paläontologische Studien. Mit ROTHEPLETZ zog er in die Alpen und sah unter dessen Führung sich die wissenschaftliche Wunderwelt des Gebirgs erschließen; bei GROTH wurden die mineralogischen Arbeiten fortgesetzt. 1886 erwarb er sich mit einer paläontologischen Arbeit über Juraseesterne die Würde und den Hut eines Münchener Doktors der Philosophie — wirklich den Hut; es war dort damals noch Sitte, daß der eben promovierte Doktor mit dem Hute geschmückt und — mit einem Degen umgürtet wurde.

¹ So hieß OSKAR FRAAS' früher vielgelesenes Buch über die Erdgeschichte.

FRAAS blieb zunächst in München, widmete sich weiter paläontologischen und alpengeologischen Arbeiten und habilitierte sich 1888 an der Universität für Geologie und Paläontologie.

In München gründete er auch — 1889 — den eigenen Hausstand. Eine Tochter des Schwabenlandes, EUGENIE SCHOTT aus Nürtingen, wurde seine Weggenossin fürs Leben; mit der einzigen, ihr geliebten Tochter, trauert sie um den treubesorgten Gatten.

Nur kurz währte die Münchener Privatdozentenzeit. Zum Sommer 1891 ging FRAAS als Assistent ans Naturalienkabinett nach Stuttgart, und 1894 wurde er als Nachfolger seines sich zur Ruhe setzenden Vaters Konservator der geologisch-paläontologischen und mineralogischen Abteilung dieses Stuttgarter naturwissenschaftlichen Instituts. Der Vater konnte sein Werk in des Sohnes Hände geben, und er gab es in die besten!

Wohl ist FRAAS damals der Verzicht auf die Laufbahn eines akademischen Lehrers nicht leicht gefallen, und manches Mal sann er noch später dem aufgegebenen Wege nach. Aber der Verzicht wurde ihm gelohnt: In seiner fast völlig ungebundenen Stuttgarter Stellung konnte er ganz ungehemmt seinen Neigungen nachgehen. Das Glück, festgewurzelt und sicher auf Heimatboden zu stehen, die Tradition und das Ansehen des Namens FRAAS, die ererbte und erworbene Schätzung, welche er bei dem großen und stets weiter werdenden Freundeskreis im Lande fand, konnten ihn für das Aufgegebene voll entschädigen.

Auf heimatlichem Boden wuchs ihm Kraft und Leistung. Eine ungewöhnlich reiche wissenschaftliche Tätigkeit entfaltete er hier. Das Naturalienkabinett mit seinen Schätzen bot ihm unerschöpflichen Stoff, den er durch seine glänzende Sammeltätigkeit um immer neue Kostbarkeiten aus Schwaben und dem Auslande vermehrte. Der Paläontologie Schwabens war der Hauptteil seines Lebenswerkes gewidmet. Wie der Vater so bevorzugte auch der Sohn für seine Studien die Wirbeltiere; kein Wunder — ist ja doch an solchen die Stuttgarter Sammlung und der Boden des Württemberger Landes besonders reich. In meisterlicher Darstellung hat er vor allem die Labyrinthodonten und dann die Reptilien aus Trias und Jura unschildert. Doch auch Fische und Säuger und so manches andere hat er beschrieben. Seine vielen bedeutsamen Arbeiten, welche immer neue Belehrung und Anregung brachten, haben ihm das berechnete Ansehen eines der erfahrensten Paläontologen gegeben. Im Kreise seiner Fachgenossen durfte er sich durch seine Arbeiten mit

Recht höchster Schätzung erfreuen. An dem modernen Ausbau der Wirbelpaläontologie nach der Richtung der Paläobiologie hat er großen und bestimmenden Anteil gehabt.

Groß ist auch die Zahl seiner Arbeiten zur Geologie Schwabens. Da hatte es ihm die Trias angetan. In ausgedehnter Aufnahmestätigkeit hatte er sie von Grund aus kennen gelernt und aus ihrem Boden hatte er ja so manchen Saurier ausgegraben, da war's natürlich, daß sie und ihr Werden vor anderen schwäbischen Formationen ihn fesselte. Doch auch Älteres und Jüngeres als die Trias nahm er unter Hammer und Feder. Und mit BRANCA hat er durch mehrere Jahre an den Vulkanrätselfn aus der Tertiärzeit des Landes — im Ries und Steinheimer Becken — gearbeitet. Kein anderes Gebiet heimischer Geologie blieb von ihm unberührt. Und willig stellte er sein Wissen, seine Vertrautheit mit dem schwäbischen Boden — wie bei Fragen der Wasserversorgung Stuttgarts und anderer Gemeinden, bei Eisenbahnbauten — auch in den Dienst des öffentlichen und privaten Interesses.

Nicht in Württembergs Grenzen allein war sein Hammer unermüdlich tätig — weit darüber hinaus hat er ihn rührig geführt. Die Lust am Wandern, auch ein Erbe des Vaters und vom Vater auf Wanderungen und Reisen genährt, führte ihn weit in der Welt umher: Er war in Frankreich und Spanien, in Italien, Sizilien und auf Sardinien, in den Karpathen und in Serbien, im Westen Nordamerikas hat er die Dinosauriergräber besucht, zweimal war er in Ägypten, und nach Ostafrika lenkte er seinen Weg. Es war nicht immer nur theoretisch-wissenschaftliches Interesse, das ihn den Wanderstab in die Hand nehmen ließ, mehrfach waren es Fragen, bei welcher die Geologie der Industrie die helfende Hand zu bieten hat. Stets aber brachte er von seinen Reisen reiche wissenschaftliche Beute, viel neue wissenschaftliche Erfahrung heim. In manchen Abhandlungen, in zahlreichen, genußvollen Vorträgen hat er über seine Reisen berichtet. Von einer der Reisen brachte er — aus Deutsch-Ostafrika — das Überraschendste heim: Knochen riesiger Dinosaurier aus Ostafrika, leider brachte er wohl auch von dort den Keim des Todes mit.

Seines Amtes als Vorstand einer wissenschaftlichen Sammlung hat EBERHARD FRAAS mit einem Erfolg gewaltet, wie ihn nicht leicht ein anderer erzielen wird. Die geologisch-paläontologische Sammlung des, wie so manches andere Museum aus einer fürstlichen Raritätenkammer entstandenen, Naturalienkabinetts war schon eine

der reichsten Sammlungen Deutschlands, als FRAAS der Helfer seines Vaters wurde. Wie hat er sie hinterlassen! Durch ihn ist sie an Schätzen, besonders an fossilen Wirbeltieren, einzig reich geworden, eine der bedeutendsten der Welt. Er verstand es, das Schönste und Beste im Lande den Weg nach Stuttgart nehmen zu lassen. Die Tradition QUENSTEDT's und seines Vaters, die Freude am Sammeln, hat er im Lande eifrigst und mit großem Geschick gepflegt; das trug gute Früchte, und die Sammler rückten — wenn auch schweren Herzens — ihre Kleinodien für die „vaterländische“ Sammlung heraus. Jeden wußte er für seine Sammlung zu interessieren; bis in die Schützengräben hinein hatte er seine Sammlerfreunde, die ihm schöne „Kriegsversteinerungen“ — wohl die letzte Freude seines Lebens — schickten. Jeder im Lande kannte „den Fraas“, „den Eberhard“, und was der wünschte, das wurde sein, „seiner“ Sammlung Besitz. Wenn er bieder freundlich den Steinbrucharbeitern in Aixheim ein Fäßle Bier oder einen Schinken „wichste“, oder deren Kindern Lebkuchen — nach dem Episternum von Labyrinthodonten geformt — schenkte, so öffnete ihm das leichter die Herzen und die Hände, als wenn andere freigebigst Geld ausstreuten. Und galt es Kostbares zu erwerben, wozu die Mittel des Kabinetts nicht ausreichten, da wußte er die Hände zu öffnen und Goldbächlein fließen zu machen.

Aus dem Ungezählten, das während seiner Leitung der geologisch-paläontologischen Sammlung zufließ, sei nur einiges genannt: Der erste *Ichthyosaurus* mit Haut und ein Ichthyosaurierkind mit Haut, neue *Mystriosuchus* aus Aixheim, Schildkröten aus dem Keuper und herrliche Dinosaurier, die beiden prächtigen Plesiosaurier aus dem Lias ϵ , ein *Campylognathus* aus Lias ϵ und das vollständige Mammutskelett von Steinheim a. d. Murr, die Saurier aus England, Dinosaurier aus Afrika und Amerika und die prachtvollen Säuger — Urwale, Seekühe, Elefantenahnen, *Arsinoitherium*-Schädel, die Affenreste — aus Ägypten, und vieles andere.

Seine Sammlung war ihm ans Herz gewachsen — und sie mußte das ja sein. Man fühlt seinen Stolz, wenn man die mit prächtigen Bildern geschmückte Festschrift sieht, welche er 1896 der Deutschen Geologischen Gesellschaft zu ihrer Stuttgarter Versammlung widmete. Da sind nur die Trias-Saurier und Stegocephalen der Sammlung zusammengestellt zu einem köstlichen Geschenk; schon damals ein blendender Reichtum — wie anders würde solche Gabe heute aussehen!

FRAAS hütete und mehrte die Sammlung des Naturalienkabinetts mit sorgender Liebe. Aber er brütete nicht wie ein neidiger Fafner auf seinen Schätzen, mit größter Weitherzigkeit stellte er sie den Fachgenossen für wissenschaftliche Arbeit zur Verfügung. Das danken ihm viele. Und mit vollen Händen gab er aus seinen Vorräten an die Schulen im Lande und half damit weiter, hier die Freude an den Versteinerungen zu pflegen — und die Stuttgarter Sammlung populär zu machen.

Seine Sammlung ersetzte ihm das, was er durch den Verzicht auf die akademische Laufbahn aufgegeben hatte. Ganz hat er auf das Lehren übrigens doch nicht verzichtet. Im Sommer 1899, nach BRANCA's Weggang von Hohenheim, hat er dort durch ein Semester Geologie gelesen, und während des ersten Kriegswinters hat er an dem Gymnasium, dessen Schüler er einst war, aushelfend einen Teil des naturwissenschaftlichen Unterrichts gegeben. Wie sehr er die jugendlichen Gemüter zu gewinnen wußte, sagte an seiner Bahre einer seiner Schüler.

Der Tätigkeit des Forschers und des Sammlungsvorstandes reiht sich würdig die an, welche EBERHARD FRAAS als Förderer des wissenschaftlichen Lebens in Württemberg ausübte. In unserem „vaterländischen Verein“, im Vorstand desselben, wurde er schnell eine der führenden Persönlichkeiten und führte zeitweilig (1911—14) den Vorsitz. Ein gut Teil seines Wirkens war dem Verein gewidmet. Davon zeugen die „Jahreshefte“, in deren jedem seit 1888 Abhandlungen und Vorträge von ihm enthalten sind, die unvergänglichen Denksteine seines Schaffens. Durch seine mehr als 50 Vorträge bei den Versammlungen des Vereins und der Zweigvereine (wie in vielen anderen Vereinen des Landes), in welchen er über seine Arbeiten, oder Reisen, oder über neue Funde berichtete, oder zu wissenschaftlichen Tagesfragen sprach, hat er seiner Wissenschaft hier im Lande viele, große Dienste geleistet. Er sprach ohne besondere rednerische Aufmachung, schlicht und klar. Er besaß die Gabe, leichtverständlich zu wirken. Er fesselte seine Zuhörer, denn man fühlte, wie er selbst in dem Stoff, den er behandelte, lebte und in ihm aufging.

Neben unserem vaterländischen Verein lag ihm namentlich der Oberrheinische Geologische Verein am Herzen, bei dessen Versammlungen er ein ständiger Gast war, so wie man ihn auch oft bei den Versammlungen und Exkursionen der Deutschen Geologischen Gesellschaft traf, zu deren Beirat er mehrere Jahre gehörte. Im Württembergischen Anthropologischen Verein gehörte er eine Reihe von Jahren

hindurch dem Vorstand, seit Herbst 1904 als erster Vorsitzender, an, und in der letzten Zeit war er auch erster Vorsitzender der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. Der neugegründeten Paläontologischen Gesellschaft gehörte er als Beirat des Vorstandes an.

Man freute sich, wenn FRAAS an Versammlungen teilnahm. Mit Leib und Seele war er bei der Arbeit der Vereinssitzungen, aber auch bei den geselligen Veranstaltungen machte er fröhlich mit. Er ging der Freude nicht aus dem Wege und verschmähte es auch nicht, mit Freunden beim guten Tropfen des Schlags der Stunde nicht zu achten. Er war Kenner. Auch das hatte er vom Vater, der ja lange Zeit in Hohenheim Weinbau gelehrt hatte. Besonders wohl war's ihm unter seinen schwäbischen Freunden. Im „Schneckenkranz“ in Stuttgart oder bei den Zusammenkünften des „Steigenklubs“ in Plochingen da war er mit ganzem Herzen, voller Fröhlichkeit unter den Seinen zu Hause.

Seine schlichte, jeder Überhebung bare, seine frohsinnige Art gewann ihm überall Freunde, die jetzt um ihn trauern.

Auf einer Reise nach Deutsch-Ostafrika — 1907 — befahl ihn eine schwere Dysenterie. Trotz ihrer machte er sich schwer krank auf den Weg zum Tendaguru, zum Dinosaurierlager; es gab eben für ihn, im Bewußtsein der Stärke, kein „unmöglich“. Mehrfach nach seiner Heimkehr wurde er aufs Krankenlager geworfen, schweren Operationen mußte er sich unterziehen. Immer genas er glücklich und schien, was er einst war, der starke Eichbaum, den kein Sturm erschüttern konnte. Schein —; Krankheit nagte immer wieder an seiner Kraft. Im Februar dieses Jahres traf ihn ein neuer Anfall — es schien eine Erkältung, eine Influenza; es war mehr, die Kraft versiegte schnell. Am 6. März, nach Tagen qualvoller Schmerzen, wurde er dahingerafft, der starke Mann, einst das Urbild der Kraft! Und welch tragisches Geschick: er hier rang mit dem Tode, da fällt im Argonnerwald die tückische Kugel unseres Erbfeindes ihm den einzigen, blühenden Sohn, der freudig in den heiligen Krieg gezogen war. Der Vater, den vor Jahren der herbe Schlag getroffen, seinen Erstgeborenen zu verlieren, welchen er sich als Erben der wissenschaftlichen Dynastie FRAAS erhoffte, erfuhr des zweiten Sohnes Heldentod nicht mehr.

Vater und Sohn nun im Tode vereint. Einsam trauert die Witwe mit der Tochter um den Gatten, den Sohn. Mit ihr trauern die Freunde und Kollegen von EBERHARD FRAAS. Er ist gegangen, sein Gedächtnis wird bleiben!

Die wissenschaftlichen Arbeiten von Eberhard Fraas¹.

1. Paläontologie.

Die ganz überwiegende Mehrzahl der wissenschaftlichen Arbeiten FRAAS' ist der Erforschung des Lebens der Vorzeit gewidmet. Kein Wunder. Vererbung, eigene Neigung und der glückliche Zwang der Umwelt mußten ihn zum Paläontologen schmieden. Das stete Leben inmitten der reichen Schätze des Naturalienkabinetts, die unerschöpflichen Fundgruben des kleinen, aber für uns so reichen Landes, in welchem ihm jede Zone, jeder Winkel wohl vertraut war, mußte mit bestimmender Gewalt ihn zum Untersuchen, zum Beschreiben und zum Deuten der Wesen aus den Zeiten hinter uns antreiben. Solch glücklichen Umständen verdanken wir die Fülle paläontologischer Arbeiten aus FRAAS' Feder.

Fast alle seine Arbeiten gründen sich auf schwäbisches Material, das er zu erklecklichem Teile selbst gesammelt oder doch für das Naturalienkabinett gewonnen hat. Nur selten griff er in seinen Arbeiten auf ausländische Stoffe hinüber; und auch da bilden die Grundlage des Erörterten — mit ganz wenigen Ausnahmen — Stücke, welche dem Bestande des Naturalienkabinetts zugehören, wie die Versteinerungen aus Deutsch-Ostafrika und Ägypten.

In allen seinen Arbeiten begegnen wir vorbildlicher Sorgfalt. Viel hat er das Mikroskop zu Hilfe genommen. Das trug gute Frucht. Nicht nur den Bau zahlreicher Hartgebilde hat er auf solchem Wege aufgeschlossen, sondern uns auch die Struktur „versteinerter“ Weichteile — der Muskeln und Haut von Tintenfischen und Sauriern (5, 1889; 20, 1888; 21, 1891) — fast in der Reinheit histologischer Präparate von rezenten Gebilden klargelegt.

Einfach, sachlich und klar, wie es seine Art zu sprechen war, hat er seine Arbeiten geschrieben. Vagen Tüfteleien, wie sie mit mühsamem Geistreichtum von manchem gern und übereilt in die Welt gesetzt werden, um bald noch „Geistvollerem“ zu weichen, war er abhold. Er folgte den Notwendigkeiten, auf welche sein Material ihn wies, und wurde damit der getreue Dolmetscher der Natur und ihrer wahren Wege.

Ich verweile bei den paläontologischen Arbeiten etwas länger und skizziere das Wesentlichste ihres Inhalts und ihrer Ergebnisse, um zu verfolgen, nach welchen Richtungen wir FRAAS neue Stoffe und neue Auslegungen verdanken. Wenn ich so von dem in Nachrufen viel üblichen Wege, Themen aufzuzählen und mit Lob zu verbrämen, abweiche, so glaube ich, den Freunden EBERHARD's hier im Lande einen erwünschten Dienst zu leisten. Und vielleicht wird es auch manchem Fachgenossen außerhalb Schwabens ein liebes Erinnern sein, wenn er so das Lebenswerk des Heimgegangenen an sich vorüberziehen sieht. Schließlich und vornehmlich verdient es der dokumentarische Charakter der FRAAS'schen

¹ Die Ziffern und Jahreszahlen beziehen sich auf das angehängte Verzeichnis der FRAAS'schen Schriften. Die Fußnoten sind zumeist erläuternde Zusätze nach anderer Literatur resp. anderem Material.

Arbeiten, welcher ihnen unvergänglichen Wert sichert, daß sie anders als nur flüchtig erwähnt werden.

Die besprochenen Arbeiten sind nach Stoffen geordnet worden. Damit scheint der Einblick in die Entwicklung des Paläontologen und Geologen FRAAS ja wohl verhüllt, nicht hell genug ermöglicht. Es ist ja selbstverständlich, daß mit stetig reicher werdender Erfahrung und Vertiefung sich der Blick FRAAS' weiten mußte, daß er immer mehr zu umfassen wußte. Aber bei seinem steten Zurückhalten gegenüber der allzufreien Spekulation und bei der Sorgsamkeit, der vielseitigen Prüfung des Stoffes, welche seine Erstlingsarbeiten ebenso wie seine letzten kennzeichnen, geht durch alle seine Arbeiten der gleichbleibende Zug des sicher fundamentierten Bauwerks, dessen monumentaler Schmuck die Einfachheit wissenschaftlicher Wahrheit ist.

Echinodermen.

Seine Sporen auf dem Gebiete der Paläontologie verdiente FRAAS sich durch eine Arbeit über die Seesterne im Weißen Jura Schwabens und Frankens (1, 1886), welche ihm außerdem den Münchener Doktorhut brachte. Man kann diese Studie in der Art ihrer Ausföhrung als programmatisch für die meisten seiner folgenden paläontologischen Arbeiten ansehen: Die mikroskopische Untersuchung des Skelettbaus (hier der Echinodermen überhaupt) leitet sie ein; Auseinandersetzung des klassifikatorischen Wertes der Skeletteile folgt und dieser die morphologische Untersuchung der Individuen. Bei allen Teiluntersuchungen wird gebührende Rücksicht auf die Früchte vorangegangener Arbeiten anderer genommen. Das schöne Ergebnis der mikroskopischen Untersuchung des Skelettes der Echinodermen ist das: Die Anordnung der Kalkelemente des feinstmaschigen, zierlichen Gitterskeletts folgt mechanischen Einwirkungen; es leuchtet die Anordnung der Skelettelemente nach der Beanspruchung durch den der Bewegung dienenden Zug von Muskel- und Bindegewebsfaserzügen durch. Für die systematische Unterscheidung der Asterien findet er, daß die Ambulakralk balken innerhalb der Gattung von gleicher Form bleiben; die Arten lassen sich dann nach den Formen der in der äußeren Schicht des Mesoderms ausgeschiedenen Rand-, Zwischen- und Deckplättchen der Arme unterscheiden. Die Gattungen *Astropecten* und *Pentaceros* mit ihren wenigen Arten werden unter dem Material vorherrschend erkannt, neben welchen die problematischen Reste — Einzel tafelfchen — von QUENSTEDT's *Asterias digitata*, der *Sphaeraster* und *Sphaerites*¹ besprochen werden.

In einer kurzen Mitteilung erörterte FRAAS ein eigenartiges Vorkommen des zierlichen Schlangensterms *Aspidura scutellata* im Craillsheimer Muschelkalk (2, 1888). Die kleinen Körperchen, mit einem Kranz von Kalkspatskalenoedern auf der Oberseite (nicht Mundseite) der Scheibe liegen oftmals in Gruppen auf Steinkernen von Myophorien.

¹ Nach reichlicheren Resten hat FR. SCHÖNDORF *Sphaerites* später als einen hochglockenförmigen Seestern mit ganz gekürzten Armen rekonstruieren können.

Sie erwecken den Eindruck, als hätten sie sich unter die Muschelschalen gefüchtet und wären dann dort zugrunde gegangen; die Muschelschalen aus Aragonit sind später aufgelöst — darum die Steinkerne; die Kalkspatskelette der Ophiuren blieben erhalten, resp. wurden sie umkristallisiert¹.

Zu vereinzelt Malen hat FRAAS auch später noch den Echinodermen seine Aufmerksamkeit zugewendet durch Besprechung neuerer Funde. Namentlich die Pentacrinen (4, 1910; 92, 1901) beschäftigten ihn, deren Kolonien z. B. in unserem Lias ε teils als Crinoideen-Rasen gedeutet werden, teils — nach Funden an verkohlten Stämmen — an Treibholz geheftete Gruppen von Individuen, welche pseudoplanktonisch das Posidonomyenschiefermeer durchsegelten. — Die des öfteren an Stielen von *Encrinus*, *Apiocrinus*, *Millericrinus* („nie“ an *Pentacrinus*, weil diese Gattung „pseudopelagisch“ ist) zu beobachtenden Verdickungen erklärt FRAAS nach dem Vorgange von L. VON GRAAF als Wucherungen, welche durch parasitär lebende Würmer, Myzostomiden, hervorgerufen wurden, die die Stiele der Seelilien anbohrten (3, 1898).

Wenn FRAAS sich auch in seinen zahlreichen Vorträgen vielfach mit Material von wirbellosen Tieren beschäftigte, ich erinnere z. B. an den Vortrag über Glasschwämme und die Schwammriffe im Weißen Jura (7, 1897) und an manche Fundberichte, — so hat er doch nur wenige weitere Einzeluntersuchungen über Wirbellose hinterlassen, sein größeres Interesse lag auf dem Gebiet der Wirbeltiere. Doch an zwei kleinere Arbeiten über Wirbellose sei hier erinnert.

Cephalopoden.

Wir kennen in großer Zahl aus unserem Lias ε die Schulp der „Loliginiten“, dibranchiater Tintenfische. Vom Weichkörper des Tieres findet man häufig den in Gagat erhaltenen Tintenbeutel; hin und wieder sieht man auch — weißlich erhalten — Spuren der Mantelmuskulatur. Ein Glücksfall spielte FRAAS ein ganzes, flachgedrücktes Tier eines solchen Tintenfisches in die Hand, das er als *Geoteuthis Zitteli*

¹ Diese Vorkommnisse gemahnten mich an eine schöne Beobachtung von J. M. CLARKE aus dem nordamerikanischen Unterdevon. Zahlreiche Skelette von *Devonaster* wurden mit und in Muschelschalen gefunden. Die Seesterne hatten, wie sie es heute gerne tun, die Muscheln abgetötet, sie ausgefressen und waren dann — viele in den Muschelschalen — abgestorben. Eine gleiche Erklärung scheint für die Crailsheimer Vorkommnisse nicht ganz angängig. Die Ophiuren kommen hier, nach freundlicher Mitteilung von Herrn Hofrat BLEZINGER, anscheinend immer so unter (aufgelösten) Einzelklappen von Myophorien vor, daß deren gewölbte Seite nach oben weist. Das spricht ja mehr für FRAAS' Deutung. Eine unveröffentlichte Auslegung von GEORG BÖHM, welche Herr Hofrat BLEZINGER mir freundlich mitteilte, besagt: die Ophiuren hätten — abgestorben — ursprünglich draußen auf den Myophorienklappen gelegen, wären dann später bei Auflösung der Muschel-Aragonitschalen (im fertigen Gestein) nach unten gesunken und lägen darum nun auf den „Steinkernen“ der Muscheln. Ich bemerke, daß öfters der Hohlraum über dem „Steinkern“ höher ist, als er der normalen Dicke der Myophorienschale entsprechen sollte.

aus einem „Laibstein“ das Lias ϵ von Schomberg beschrieb (5, 1889). Der vollständige Umriß des Mantelsacks ist erhalten mit Schulp und Tintenbeutel, ebenso der kuglige Kopf mit Spuren der großen Augen, des Kieferapparates, mit auffallend kurzen fleischigen Armen, die nicht mit Haken bewehrt waren, sondern Saugnäpfe getragen haben müssen. Wie ein zoologisches Präparat liegt das Tier da, und mit den Haut-Ichthyosauriern (s. u.) ist es ein schönes Beispiel dafür, wie im Meer das Lias ϵ Tierleiber von dem weichen Gesteinsbrei so dicht (und schnell?) umschlossen werden konnten, daß der Fäulnis- (nicht Verwesungs-)prozeß die Weichteile nicht ganz zu zerstören vermochte. Es gelang, an diesem Stücke die z. T. in phosphorsaurem Kalk erhaltene Muskulatur des Mantels in köstlicher Deutlichkeit durch das Mikroskop aufzuschließen; einer der bis jetzt wenigen Fälle, in denen das mit gutem Erfolg möglich gewesen ist.

Coelenteraten.

Im marinen Alttertiär Ägyptens, in der Mokattamstufe des Fayum, kommen sehr zahlreich eigentümliche Gebilde vor. Sie sehen etwa aus wie ein dick umkrusteter, grobzackiger Hahnenkamm, in dem ein röhriger Hohlraum hineinzieht; mehr oder weniger regelmäßig können seitliche Hörner angewachsen sein. CH. MAYER-EYMAR, der alte Züricher Sonderling, hat diese Körper unter dem Namen *Kerunia cornuta* als merkwürdige Cephalopodenreste beschrieben, als Phragmokone *Belosepia*-ähnlicher Tiere oder auch als *Argonauta*-artige Reste. OPPENHEIM erkannte hierin Umkrustungen, welche von Hydractinien um Schnecken-schalen und anderes ausgeführt wurden. Im Hildesheimer Römer-Museum sah FRAAS eine rezente *Hydractinia calcarata* vom Fidji-Archipel, welche die Form der von ihm vielgesammelten Kerunien zeigte. Er untersuchte das Stück, schnitt es auf und fand: eine eingerollte *Serpula*-Röhre, welche nach Schalenresten einem Einsiedlerkrebs, *Pagurus*, als Wohnröhre gedient hatte, war von einer Hydractinienkolonie dick umkrustet, die Kolonie war über den Vorderrand der Wurmröhre hinausgewachsen und setzte von da ab die Wohnröhre des Krebses fort. Ein Beispiel für die Symbiose zwischen dem Einsiedlerkrebs und der Polypenkolonie. Gleiches beobachtete FRAAS noch öfters; er sah am Strand bei Ostende *Natica castanea*-Schalen, bewohnt von *Eupagurus Bernhardi* und weit über den Mundrand der Schnecke umkrustet von einer Hydractinie. Das *Kerunia*-Problem ist damit endgültig gelöst (6, 1911).

Fische

Durch eine Anzahl kleinerer Aufsätze vermehrte FRAAS unsere Kenntnis von fossilen Fischen. So beschrieb er uns den auch für die Bildungsgeschichte des Buntsandsteins wertvollen ersten schwäbischen Fund eines *Ceratodus*-Zahns (*C. priscus* E. FR.) aus dem mittleren Buntsandstein von Höfen bei Wildbad (8, 1904). — Die als „*Ceratodus heteromorphus* AG.“ bezeichneten Gebilde aus den Trias-Bonebeds — auf dreiflügeliger Basis sitzt ein gekrümmter Haken, das Ganze zeigt den Bau eines Plakoidzahnes — erkannte er als nicht zu Lungen-

fischen gehörend, sondern als die Kopfstacheln von Haien, von Hybodonten und Acrodonten; die Benennung *Hybodonchus*, *Acrodonchus*, *Sphenonchus* wird für diese Dinge vorgeschlagen (9, 1889). — Wir verdanken ihm die Beschreibung der ersten vollständigeren Skelette des sonst meist nur nach Zähnen, Flossen- und Kopfstacheln und zerfallenen Skelettstücken bekannten Haies *Hybodus*, eines *H. Hauffi* E. FR. von Holzmaden (10, 1895; 11, 1896), aus unseren Posidonomyenschiefern¹. Eines der Skelette, das eines Männchens mit guterhaltenen Begattungsorganen, den Pterygopodien an den Bauchflossen, überliefert uns sehr deutlich die Ursache seines Todes: etwa 250 Belemnitenrostra liegen dicht gepackt in der Magenregion (74, 1900)². — Die Wirbelsäule eines anderen heterodonten Haies, des kleinen Cestracioniden *Palaeospinax Smith Woodwardi* E. FR., eines Männchens, lehrt er uns ebenfalls aus den Posidonomyenschiefern Holzmadens kennen (11, 1896). — Aus diesen Posidonomyenschiefern des Lias ε, in welchen so vieles an Wirbeltieren bei uns plötzlich, unvermittelt auftritt, bereitet uns FRAAS eine weitere Überraschung: Reste von Holocephalen, Chimaeriden, beschreibt er (12, 1910). Man kannte bei uns Chimaeriden-Reste bis dahin als große Seltenheiten nur aus den Flachwasserbildungen der Eisenerze des Braunen Jura β und der Plattenkalke des obersten Weißen Jura von Nusplingen und Eichstätt-Solnhofen. Nur aus England — dort aus dem unteren Lias — waren ältere Reste von Chimaeriden bekannt. *Acanthorina Jaekeli* nennt FRAAS den einen neuen Typus. Das Kopfskelett mit den eigenartigen Schneide- und Reibzahnplatten, der Schultergürtel und der lange, leicht gebogene, glatte, am oberen Hinterrande mit feinen Zähnchen besetzte Flossenstachel der vorderen Rückenflosse mit der zugehörigen Knorpelbasis sind erhalten. Die Nasenregion ist nach vorne in ein spitzes Rostrum ausgezogen. Das erinnert an die heute in den Tiefen des nordatlantischen und nordpazifischen Ozeans lebende zierliche *Harriotia*. Aber das Rostrum von *Acanthorina* ist stark verkalkt, durch zwei nach vorne in die feine Spitze zusammenlaufende Leisten fest versteift; auf der Unterseite der Leisten trägt es rechts und links eine Reihe flacher Zähne. Das ist weder bei *Harriotia* der Fall, noch bei *Squaloraja* des englischen Lias. Die letztere hat zwar auch ein verlängertes, aber durch einen medianen Knorpelstab gestütztes und stumpferes Rostrum; dazu trägt sie einen schlanken langen Stirnstachel, während *Acanthorina* einen nur ganz kurzen, krummen Stirnhaken besaß. Von einer anderen Chimaeridenform wird

¹ Das vollständigste Skelett von *Hyb. Hauffi*, das eines Weibchens, mit vollständiger Hautumrahmung beschrieb E. KOKEN, Geol. u. Pal. Abh. N. F. Bd. 5. H. 5; es liegt in der Tübinger Sammlung.

² Das Stück ist abgebildet bei CAMPB. BROWN, Über das Genus *Hybodus*; Palaeontogr. Bd. 46. Taf. 16. — Mit den so überaus vielen gefressenen Belemniten ist dieses Tier übrigens ein sehr hübscher Einwurf gegen die mindestens absonderlich zu nennende Meinung JAEKEL's, die Belemniten hätten mit ihrem Rostralteil wie eingesenkte Pfähle im Boden gesteckt. Hat denn das gefräßige Vieh diese 250 Belemniten feinsäuberlich wie Rüben nacheinander aus dem Boden gepupft, ohne zu merken, daß es allmählich Magendrücken bekam?

ein sehr langer, schlanker „Ichthyodorulith“, ein Flossenstachel, als *Myriacanthus tollensis* E. FR. beschrieben; seine Oberfläche ist durch schmelzglänzende Placoidzähnen fein und dicht gekörnelt, die Hinterländer sind mit feinen Hakenzähnen besetzt¹. — Bei der Beschreibung einer ganz riesigen, über 2 m langen Säge von *Propristis Schweinfurthi* DAM. aus dem oberen Eocän des Fayum (13, 1907), deren vorderes Viertel mit kurzen in Alveolen stehenden Zähnen besetzt ist, konnte FRAAS die Übereinstimmung dieser Form mit den nur auf kleinere Fragmente und einzelne Zähne gegründeten *Amblypristis cheops* DAM. und *Eoprists Reinachi* v. STROMER erkennen. *Propristis Schweinfurthi* war nach der Länge der Säge der gewaltigste aller Sägefische, jener haiförmig gestalteten Rochen mit überlangem und mit Seitenzähnen bewährtem Rostrum.

Stegocephalen.

Es war FRAAS' Erstlingsarbeit auf dem Gebiet der Wirbeltierpaläontologie, daß er sich der Untersuchung der Labyrinthodonten der schwäbischen Trias widmete. Diese vorgeschrittensten der amphibienähnlichen Stegocephalen mit ihren riesigen plumpen Schädeln, den massigen Kehlbrustplatten und den — bei manchen — auffallend kleinen, zierlichen Füßen sind in Schwaben vom Buntsandstein bis ins Rhät aus einer Reihe meist nicht oder nicht rein mariner Horizonte, besonders in Lettenkohle und Keuper, nachgewiesen. Prächtige Fundstücke liegen vor, welche z. gr. T. Schaustücke der Stuttgarter Sammlung bilden. Durch eine erste Arbeit auf diesem Gebiete (15, 1889) faßte FRAAS die älteren Einzeluntersuchungen von JAEGER, QUENSTEDT, H. v. MEYER und anderen zusammen, ergänzte sie durch Neues und berichtigte mehreres durch vergleichende Untersuchung. Eingehend beschrieb er die osteologischen Einzelheiten von *Labyrinthodon* aff. *Fürstenberganus* H. v. M.; *Mastodonsaurus giganteus* JAEG., *acuminatus* E. FR., *keuperinus* E. FR.; *Capitosaurus-Cyclotosaurus robustus* H. v. M. u. PLIEN.; *Metopias diagnosticus* H. v. M. und einiger unvollständigerer Stücke. Später konnte er noch auf die häufigere Verbreitung von Labyrinthodonten in unserem Buntsandstein hinweisen (16, 1901), welcher gegenüber dem Mittel- und Norddeutschlands auffallend arm an ihnen schien. Ferner konnte er eine Reihe neuer und altes klarlegender Funde beschreiben (17, 1913): *Metopias Stuttgartiensis* E. FR., *Cyclotosaurus mordax* und *posthumus* E. FR., besonders die neue, früher nur nach isolierten Kehlbrustplatten bekannte Gattung *Plagiosternum (granulosum)* E. FR. Crailsheimer Bonebed des Hauptmuschelkalks, *pustuliferum* E. FR. Muschelkalk und Lettenkohle, *pulcherrimum* E. FR. Stubensandstein von Pfaffenhofen). Mit dem ganz überraschend kurzen, sehr breiten Schädel müssen die letzteren Tiere — wenigstens in der allein zu beurteilenden Vorderregion des Körpers —

¹ Woher kommen diese ganz eigenartigen, sonderbar spezialisierten Formen der „Seekatzen“? Das ist eins der vielen tiergeographischen Probleme, die uns der Lias, speziell auch unser Posidonomyenschiefer aufgibt. Bis zum Lias kennt man nichts Sicheres von ihnen.

von geradezu froschartigem Aussehen gewesen sein¹. — Bei der Benennung der beiden mittleren Plattenpaare im hinteren Teil des Schädeldaches der Stegocephalen vermeidet FRAAS jetzt die bisher übliche Bezeichnung Supraoccipitalia und Epitotica und wendet dafür die indifferenten Benennungen Postparietalia (BROOM) und Tabularia (COPE) an.

Amphibien.

Von den fossilen echten Amphibien, welche in Schwaben zu den allergrößten Seltenheiten gehören, beschrieb FRAAS zwei neue Funde von Fröschen (18, 1903; 19, 1909). Beide gehören der Gattung *Rana* an, der eine wurde im obermiocänen „Dysodil“ des Randecker Maars gefunden (*R. Hauffi* E. FR. — seither in mehreren Stücken bekannt), der andere entstammt den obermiocänen Kalken von Steinheim (*R. danubiana* H. v. M. var. *rara* O. FR.).

Besonders groß ist die Zahl und der wissenschaftliche Umfang von FRAAS' Arbeiten über fossile Reptilien. Trias und Jura Schwabens boten ihm da eine unerschöpfliche Fülle von Stoff. Immer wieder neue, überraschende Funde konnte er mitteilen, und unermüdlich hat er das Ländle nach allen Richtungen durchstreift, um Neues zu finden, Neues für seine Sammlung zu gewinnen. Seiner Mühen Krone ist ein Kranz von Arbeiten so reich und an Früchten so schwer, wie er nur selten einem der Fachgenossen zu winden vergönnt ist.

Ichthyosaurier.

Unter seinen Arbeiten über fossile Reptilien nehmen diejenigen über die Ichthyosaurier Süddeutschlands den breitesten Raum ein. Wohl waren seit langem besonders die in allen Sammlungen verbreiteten Skelette der Ichthyosaurier aus den Posidonomyenschiefern unseres oberen Lias — hier in Schwaben neben den Ammoniten die volkstümlichsten Versteinerungen — recht gut bekannt. JAEGER, THEODORI, WAGNER, QUENSTEDT hatten zahlreiche Funde dieser typischsten Meer-echsen beschrieben. Doch es fehlte an einer zusammenfassenden Behandlung des Stoffes mit der hieraus zu gewinnenden Allgemeinbetrachtung. Auch aus anderen Gebieten lag nichts voll Befriedigendes vor, denn selbst OWEN's Werk über die Lias-Ichthyosaurier Englands (1881) — so reich es auch an wertvollen Darlegungen der vergleichend-osteologischen Charaktere ist — blieb uns das Endziel paläontologischer Untersuchungen, die volle Erkundung der Biologie, hier der Ichthyosaurier, schuldig.

FRAAS füllte die Lücke durch seine Monographie (21, 1891), welche die um 1890 bekannten Reste der Ichthyosaurier aus der Trias und dem Jura Süddeutschlands, besonders Württembergs, zusammenfassend

¹ Nach neueren Funden im Keuper von Halberstadt will JAEKEL *Plagios sternum pulcherrimum* und vielleicht auch *pustulosum* von der Gattung *Plagios sternum* abtrennen, überhaupt nicht als stereospondyle Labyrinthodonten gelten lassen, sondern als lepospondyle Stegocephalen, als Microsaurier, erkennen.

behandelte. Dank glücklicher Funde aus unserem Lias ϵ von Holzmaden, welche das wissenschaftliche Verständnis und die unübertreffliche Präparierkunst BERNHARD HAUFF's zu musealen Prunkstücken und zu wissenschaftlichen Dokumenten allerersten Ranges machte, vermochte EB. FRAAS in einer Reihe kleinerer Abhandlungen die Kenntnis von den Ichthyosauriern um vieles zu erweitern, uns die Tiere „mit Haut und Haaren“ wieder erstehen zu lassen.

Die Untersuchungen FRAAS' in ihren Einzelheiten zu verfolgen, das würde hier zu weit gehen, es sei nur das Wesentlichste hervorgehoben. Er vervollständigte KIPRIJANOFF's Beobachtungen über die Histologie des Ichthyosaurierskeletts, zeigte, wie die Knorpelanlage der Wirbel zu erkennen ist, wie Zahnbau, -entwicklung und Zahnwechsel (durch seitlichen Ersatz) sich gestalten. Die Kenntnis des Schädel-skeletts, insbesondere der Hinterhauptsregion, konnte er wesentlich erweitern und vertiefen. So schön auch — als Bilder — die Skelette der Ichthyosaurier aus unseren Posidonomyenschiefern sind (aus unseren anderen Ablagerungen sind immer nur unvollständige Reste bekannt), so wenig klar ist bei den fast stets flach zusammengepreßten Schädeln der Aufbau des Hinterhaupts zu entziffern: meist liegt ein unentwirrbares Haufwerk verdrückter, zerbrochener Knochen da. 1891 mußte FRAAS noch die THEODORI'schen Präparate fränkischer Stücke von Banz und die z. T. unzutreffenden Darstellungen OWEN's nach englischen Funden benutzen, um uns das Bild des Hinterhaupts zu zeichnen. Erst der glückliche Fund eines ganz besonders schönen, unverdrückten Schädels von *Ichthyosaurus acutirostris* von Holzmaden (28, 1913) gestattete ihm, für unsere Liasformen das Skelett des Hinterhaupts im Einklang mit den Rekonstruktionen ANDREWS' (nach Stücken aus dem unteren Malm Englands) zu zeigen. Besonders die Verbindung zwischen dem Quadratbein und der Hinterhauptsbasis durch den massiven, stößelförmigen Stapes, die Lagerung der übrigen Knochen des eigenartig massigen Gehörapparats konnte sichergestellt werden. Den durch das Keilbein bei den liassischen Formen unten zweiteilig (bei den späteren Arten ungeteilt) durchsetzenden Kanal spricht FRAAS als Carotidenkanal an; er stellt sich mit solcher Deutung in Einklang mit ANDREWS und in Gegensatz zu BROILLI, welcher diesen Kanal als zur Aufnahme der Hypophyse, des ventralen Hirnanhangs, dienend erklärte¹.

Von entscheidender Bedeutung wurden FRAAS' Arbeiten für die Kenntnis der Körperbedeckung und der allgemeinen Körperform der Ichthyosaurier. Wenn auch schon vor langer Zeit BUCKLAND (1836) und OWEN (1841) an Funden aus dem englischen Lias Hautfetzen und den ungefähren Umriß der Weichteile einer hinteren Paddel beobachtet hatten, so war das doch recht wenig. Das ließ nicht mehr schließen,

¹ Es sei daran erinnert, daß L. DOLLO die eigenartige Ausbildung der besonders massiven Gehörregion und den Carotidenkanal im Basisphenoid als Anzeichen dafür auffaßte, daß die Ichthyosaurier — wie die Wale und manche Mosasaurier — die Fähigkeit besessen hätten, aus den Oberflächenwässern der Meere schnell in große Tiefen hinabzutauchen.

als daß die Ichthyosaurier nackthäutig waren, und daß ihr Flossenskelett von einer äußerlich ungeteilten Muskel- und Hautpaddel umschlossen war. 1888 (20) konnte FRAAS zum ersten Male den vollständigen lappenförmigen Umriß der Weichteile einer Vorderextremität beschreiben, an deren Vorderrande die verkohlte Haut Reste von Hornschuppen erkennen ließ. Da beendete BERNHARD HAUFF 1892 die Präparation eines mäßig großen Exemplares unserer häufigsten Art aus dem Lias ε, eines *Ichth. quadriscissus*, dessen ganzes Skelett von der kohlig erhaltenen Haut umgeben war. Das Stück erregte allergrößtes Aufsehen und wurde eines der bedeutsamsten Prachtstücke des an Schätzen überreichen Stuttgarter Naturalienkabinetts. FRAAS zeichnete uns nach diesem Stücke (22, 1892; 25, 1894) das erste Bild eines *Ichthyosaurus* „nach dem Leben“: Der fast tonnenförmige Rumpf, der dornartig zugeschärfte Schädel, der langgezogene Schwanz waren von nackter Lederhaut umgeben; die größeren vorderen, die kleineren hinteren Extremitäten waren als muskulöse, lappenförmige, unten gerundete Paddeln gestaltet. Auf der Mitte des breiten Rückens, ganz wenig nach hinten gerückt, stand — ähnlich wie bei den Delphinen — eine hohe, dreiseitige, skelettlose Rückenflosse (die Falten in ihr täuschten anfangs ein sehniges Flossenskelett vor). Das Hinterende des Körpers lief in eine sehr hohe, breit mondsichelförmige Schwanzflosse aus.

Der Fund dieses ersten Hautsauriers, dem seither eine stattliche Reihe anderer Exemplare gefolgt ist, bietet einen typischen Beleg dafür, wie sehr der Paläontologe in der Auslegung der ihm überlieferten Urkunden abhängig sein kann von zufälligen Funden — oder wie hier von sorgsamer Präparation der Funde. — Die an zahllosen Skeletten unserer Ichthyosaurier des oberen Lias beobachtete Biegung und Abwärtsknickung der Schwanzwirbelsäule war ein Rätsel. Man glaubte an eine „Verdrehung“ (OWEN 1841, KIPRIJANOFF 1881) des Schwanzendes durch einen Flossensaum, der nach dem Tode des Tieres bei den in Seitenlage gefundenen Skeletten im Wasser hin und hergeworfen worden sei. Noch 1891 glaubte FRAAS — nach der damals noch nicht beendigten Präparation des ersten „Hautsauriers“ — unter Berufung auf eine ältere Annahme OWEN's (1841), daß das Hinterende des Schwanzes von einem horizontalen Flossensaum umgeben gewesen wäre¹. Da zeigte (1892) dieser erste Hautsaurier die vertikal gestellte Schwanzflosse, aber nicht als niedrigen Saum, sondern als gewaltiges, hohes Flossenruder, in dessen unteren Lappen die Wirbelsäule hinzieht, dessen hoher oberer Lappen jeder festen inneren Stütze entbehrt. Der Knick in der Wirbelsäule war erklärt. Die Ichthyosaurier besaßen eine umgekehrt heterozerke Schwanzflosse, wie sie bis dahin bei keinem Wirbeltiere des Wassers in gleicher Ausbildung bekannt war. — An jenem ersten Stücke „mit Haut“ glaubte FRAAS zwischen Rücken- und Schwanzflosse einen unregelmäßig gelappten Hautsaum zu erkennen, etwa nach Art des Kammes bei Tritonen. Doch schon der zweite „Hautsaurier“ (im

¹ 1881 spricht OWEN von einem vertikal gestellten, niedrigen, schlanken Flossensaum.

Besitz des Ungarischen Nationalmuseums in Ofen-Pest) ließ ihn in der Annahme des Hautkammes schwanken (26, 1897). Die besonders vollständigen Stücke, welche seither in den Museen von Tübingen, Frankfurt, Brüssel, Oxford, Pittsburg, New York prangen, zeigen den Körpermriß zwischen Rücken- und Schwanzflosse ganzrandig; der gelapte Hautsaum war durch Risse und Falten vorgetauscht worden. — Noch auf eine Äußerung FRAAS' bezüglich der Weichteile sei hingewiesen: Das Stuttgarter und das Ofen-Pester Exemplar zeigten ihm hinter den Bauchpaddeln eine auffallende Anhäufung organischer Substanz. FRAAS meint, hier könne es sich um einen großentwickelten „Gebärsack“ handeln, vielleicht auch um den Penis? [Im ersteren Falle wären dann wohl die meisten Hautsaurier Weibchen, wenigstens die Stücke von Tübingen, Stuttgart, Frankfurt, Ofen-Pest, Oxford, Pittsburg.]

Die morphologischen Studien an Ichthyosauriern, die Art ihres Vorkommens, gaben FRAAS die Grundlagen, uns die Tiere zu schildern, wie sie Beute jagend die Meerflut durchpflügen. Alles an ihnen angepaßt an schnelles Schwimmen: der zugeschärfte Kopf, der ganz gekürzte und äußerlich nicht abgesetzte Hals, der glatthäutige Rumpf, die gewaltige Schwanzflosse, deren Ausschläge allein den Körper pfeilgeschwind, wie einen Torpedo, durch das Wasser hintrieben (nicht nur steuerten). Nicht treibend allein wirkte die Schwanzflosse, sie mußte nach ihrem Bau, mit dem durch die Wirbelsäule verstärkten und versteiften unteren Lappen auch Richtung gebend wirken. Ihre Wirkung auf die durch die Lungen und starke, subkutane Fettanhäufungen spezifisch leichten Körper der pelagischen Schwimmer der Oberflächenwässer wird als eine „hypobatische, abwärtstreibende Schwimmbewegung“ bezeichnet; richtiges Einstellen der paarigen Flossen, denen im wesentlichen nur der Wert von Steuer- und Balanceeinrichtungen zukam, ermöglichte das Abwärtstauchen (26, 1897)¹.

Gesellig lebende, auf besondere Gegenden und Horizonte² an-

¹ Die von AELBORN geprägten Bezeichnungen der Schwanzflossenfunktion — hypo- resp. epibatisch — werden leider verschieden angewendet. Die umgekehrt heterozerkte Schwanzflosse der Ichthyosaurier mußte bei Wrickschlägen auf das Hinterende des Körpers abwärts drücken, „hypobatisch“ im Sinne AELBORN's wirken; hierdurch mußte das Vorderende des Körpers gehoben, aufwärts getrieben werden. Wenn nicht andere Momente, die Stellung der Brustpaddeln, die Wölbung der Oberseite des Kopfes, auf die Bewegungsrichtung einwirken, dann muß für den ganzen Körper beim Antrieb durch die umgekehrt heterozerkte Schwanzflosse die Richtung gegen oben gegeben werden, wie sie für lungenatmende, ans Wasserleben angepaßte Tiere als selbstverständlich erscheint. DOBOIS-REYMOND gebraucht für solche Bewegungsrichtung des ganzen Körpers die sinngemäße Bezeichnung „epibatisch“ (Handwörterbuch d. Naturw. Bd. I. S. 1187, 1188), während ABEL die Bezeichnung „hypobatisch“ beibehält (Palaeobiologie S. 107).

² Die besondere Häufigkeit der Ichthyosaurier in unseren Posidonomyenschiefern und im unteren Lias Englands, die Seltenheit in den übrigen Horizonten des Jura, aus denen immer nur vereinzelte Reste, und zwar nur aus wenigen Zonen bekannt geworden sind, bietet eine noch nicht genügend geklärte Frage. Die Abhängigkeit von Fischen und von Tintenfischen (mehr von Sepioiden als

gewiesene Räuber der Meere waren die Ichthyosaurier. Die gewaltigen Mäuler hatten in ihren vielen spitzigen Kegelzähnen¹ ein mächtiges Fanggebiß, welches bei geologisch jüngeren Arten einer Reduktion der Zahnzahl unterworfen war.

Auf das vollkommenste und einseitigste (wie die Wale) waren die Ichthyosaurier ans Wasserleben angepaßt. FRAAS betont, daß der Bau der Paddeln (ohne Ellenbogen- oder Kniegelenk, ohne Hand- oder Fußwurzelgelenk), deren hinteres Paar unter dem Einfluß der Schwanzflosse, wie die Hinterextremitäten der Fische und mit weitergehendem Erfolg die der Seesäugetiere, reduziert wurde, den Ichthyosauriern nicht mehr gestattete das Wasser zu verlassen². Sie waren darum lebendiggebärend, und FRAAS ist geneigt, auch die in „Steißgeburtslage“ in dem Rumpf mancher Stücke gefundenen Jungen nicht als gefressen, sondern als ungeboren zu betrachten, wennwohl er in dieser von BRANCA mehrfach eingehend behandelten Frage sich eines entscheidenden Urteils enthält (21, 1891; 22, 1892; 27, 1911.) Beachtenswert erscheint FRAAS hierzu der Hinweis, daß man in den Kotballen der Ichthyosaurier, den Koprolithen (entstammen diese immer Ichthyosauriern²), bislang keine Knochenreste gefressener Jungen gefunden habe.

Zu der auch heute noch nicht voll bekannten Stammesgeschichte der Ichthyosaurier spricht FRAAS die Ansicht aus (21, 1891; 22, 1892; 28, 1913):

Ihre Ahnen, „über die wir noch nichts wissen“, müssen nach den amphiölen Wirbeln primitive Landreptilien mit Kriech-Schreitfüßen gewesen sein. In letzter Linie ist ihre Wurzel wohl stammes-eins mit den diapsiden Rynchocephalen; die Ichthyosaurier bilden „aber sonst eine vollständig gesonderte Gruppe, deren Hauptdifferenzierung in der Anpassung an das Wasser liegt“, d. h. in der Streckung der Schnauze, in der Kürzung des Halses, Umformung der Füße zu Paddeln, Reduktion des Beckens und der Hinterextremität, Schwund der ursprünglichen Hautpanzerung bis auf geringe Reste von Hornschuppen am Paddelrand, Entwicklung der Schwanzflosse und des Richtungs-

von Belemniten?) als von den anscheinend beliebtesten Beutetieren löst die Frage noch nicht, zeigt nur das Vorkommen der Ichthyosaurier, Fische und Sepsioideen als ein gemeinsames Problem.

¹ Unsere triadischen Mixosaurier (*Ichthyosaurus atavus* var. *major* und *minor*) führen verschieden geformte Zähne, die vorderen sind spitzig, die hinteren stumpf kegelförmig bis stumpf meißelförmig; gleiches ist bei *Mixosaurus Nordensköldi* WIM. aus dem Muschelkalk Spitzbergens und bei dem unvollständig bekannten Ichthyosaurier *Phalarodon* (vielleicht identisch mit *Mixosaurus*?) aus der Trias Kaliforniens der Fall.

² OWEN sprach (1881) den Ichthyosauriern um der mächtig entwickelten Schultergürtel willen die Fähigkeit zu, ans Land zu kriechen. Die Ausbildung der Gliedmaßenskelette läßt solche Annahme als ganz unwahrscheinlich erkennen; der Schultergürtel war stark, da er dem wichtigsten Steuerapparat, den Brustpaddeln, zum Ansatz diente; doch für die Größe des Rumpfes war er keineswegs auffällig stark.

kieses der Rückenflosse. Schon in der Trias ist der Ichthyosaurierstamm in seinem Anpassungstypus vollkommen gefestigt; seine Abspaltung von Landtieren, der Übergang zu einem Wasserleben muß bereits früher, im jüngeren Paläozoikum, vollzogen sein. Die Beweise für solche, auf G. BAUR zurückzuführende Anschauung sind insbesondere aus dem Skelett der vollkommen für das Wasserleben umgebildeten Gliedmaßen zu finden: schöne Funde von Ichthyosauriern aus der Trias Spitzbergens, Californiens und Nevadas bestätigen FRAAS' Vermutung (21, 1891, Taf. III, Fig. 5), daß bei *Mixosaurus* und anderen triadischen Gattungen die Kürzung und Aneinanderdrängung der Unterarm- und Unterschenkelknochen noch nicht so weit gediehen ist, wie bei den Jura-Kreide-Ichthyosauriern¹. Im Becken- und Gliedmaßenskelett zeigen jene Typen noch reichlichere Anklänge an Landtiere. Über die unsere Liasformen beherrschenden Charaktere sind die späteren Ichthyosaurier, bis zu den letzten der Kreide, nicht mehr hinausgegangen. Die von STEINMANN ausgesprochene Meinung, die Ichthyosaurier lebten in den heutigen Delphinen fort, wird abgelehnt.

Ein besonders jugendliches Exemplar eines *Ichth. quadriscissus* „mit Haut“ ließ FRAAS (27, 1911) einzelne Parallelen zwischen der Entwicklung des Individuums und der Stammesgeschichte der Ichthyosaurier beleuchten: Die beiden ersten Halswirbel der Jugendform sind noch, wie bei den triadischen *Cymbospondylus* und *Shastasaurus*, unverwachsen. Am Atlas glaubt FRAAS außerdem zu erkennen, daß er aus drei noch getrennten Stücken, einem basalen und zwei lateralen, besteht. Die Schwanzflosse zeigt sich in ihrem unteren Lappen ziemlich gerade gestreckt, während der obere Lappen verhältnismäßig weit nach vorne liegt². Das gibt ein Bild der Schwanzflosse, welches einige Ähnlichkeit mit dem von WIMAN an dem geologisch älteren *Mixosaurus Nordenskjöldi* aus dem Muschelkalk Spitzbergens konstruierten zeigt: Dort war der lange, wenig abwärtsgebogene Schwanz wohl von einem niedrigen Flossensaum eingefaßt, der sich nur nahe dem Becken, weit vom Schwanzende entfernt, zu einem dreiseitigen oberen Flossenlappen erhöhte, welcher durch besonders hohe, in Antiklinie gestellte Dornfortsätze der oberen Bögen gestützt wurde. Auf dem Wege zu jurassischen Ichthyosauriern muß der dorsale Lappen mehr nach hinten gerückt sein, die Schwanzwirbelsäule (mit Reduktion der oberen Bögen und Dornfortsätze) immer stärker abwärts gebogen worden sein (am

¹ Mit der zutreffenden Auffassung, den Ichthyosaurierfuß mit seiner Hyperphalangie und der mehrfach auftretenden Hyperdaktylie auf den Schreitfuß von Landreptilien zurückzuführen, wehrt FRAAS die unhaltbare GEGENBAUR'sche Meinung ab, nach welcher die Ichthyosaurus-Paddel ein Mittelding zwischen einer (primitiven?) archipterygialen Fischflosse und dem normalen Cheiropterygium der Vierfüßler sei.

² Allzu große Bedeutung möchte ich der Schwanzflossenform bei diesem jugendlichen Exemplare nicht ohne weiteres beimessen, da die Schwanzwirbelsäule z. T. auseinandergefallen ist, was auf nicht vollkommen lebenswahre Erhaltung der Schwanzflossenform und -stellung hinweist.

stärksten ist die Abwärtsbewegung bei dem oberjurassischen *Ichth. trigonus* var. *posthumus* F. BAUER nachgewiesen)¹.

In der Einzelbeschreibung unserer Ichthyosaurier legt FRAAS hauptsächlich Wert auf die Unterscheidung unserer zahlreichen oberliassischen Arten von denen des englischen Unterlias, mit welchen sie früher mehrfach verwechselt wurden. In systematischer Beziehung betont er die Unterschiede der schlankeren Formen des älteren Lias mit weniger geschlossenem Schädel von den plumperen des Oberlias. Er schließt sich dem LYDEKKER- (und KIPRIJANOFF-)schen Unterscheidungsprinzip der Arten in Longi- und Latipinnati an und betont, daß im Unterlias beide Typen nebeneinander vorkommen, daß in unserem Mittel- und Oberlias (im Dogger? und Malm?) allein Longipinnati herrschen, bei denen im Paddelskelett an das Intermedium nur ein Centrale, nur ein Phalangenstrahl ansetzt.

Parasuchier.

In seiner Übersicht über die schwäbischen Trias-Saurier (14, 1896) stellt FRAAS uns das kostbare Stuttgarter Material an „Belodonten“ aus dem Stubensandstein des schwäbischen Keupers zusammen. Neben *Belodon* (*Phytosaurus*) scheidet er unter diesen zwar krokodilähnlichen, aber den echten Krokodilen doch recht fernstehenden gepanzerten Landechsen den Typus *Mystriosuchus* [*M. (Belodon) planirostris* H. v. M. sp. aus dem Stubensandstein von Aixheim und *M. (Termatosaurus) Alberti* PLIEN. sp. und *crocodilinus* QU. sp. aus dem Rhätbonebed] aus. Die niedrige, sehr schlanke, lange Schnauze mit sehr zahlreichen schlanken Kegelzähnen zeichnet den Schädel dieser Gattung auffälligst vor dem hochschnauzigen von *Belodon* mit „Pfeilspitzzähnen“ aus; ein Panzer aus polygonalen, grubig verzierten Knochenplatten schützte die Kehlb-Brustregion.

Pseudosuchia.

Zur Kenntnis der Ätosaurier des Stubensandsteins, jener zierlichen gepanzerten Landechsen, deren köstliche Prachtgruppe von 24 Individuen wir immer wieder als eine der schimmernden Perlen des Stuttgarter Naturalienkabinetts bewundern, konnte uns FRAAS neue, sicherstellende Angaben liefern, das Erbe des Vaters² mehren (29, 1907). Die Beobachtung von Beckenteilen an einem neuen Funde — *Äto-*

¹ FRAAS deutete den oberen Lappen der umgekehrt heterozerken Schwanzflosse der Ichthyosaurier ursprünglich (22, 1892) als „eine sehr weit nach hinten gerückte dorsale Flosse . . . , welche mit dem lappenförmigen Schwanzende in Verbindung tritt“. Unter Berufung auf die ganz andere Entstehung der Schwanzflosse der Fische widersprach L. DOLLO solcher Auslegung. Er führt die Ichthyosaurierflosse auf die Umbildung eines dorsalen Hautsaumes zurück. Der Widerspruch DOLLO's ist eigentlich völlig wesenlos; denn die triadischen Ichthyosauriden geben FRAAS in bezug auf die Verlagerung des dorsalen Schwanzlappens nach hinten ganz recht; an die Abwanderung einer eigentlichen Rückenflosse nach hinten hat er natürlich nie gedacht.

² OSKAR FRAAS hatte die Gruppe von *Ät. ferratus* 1877 beschrieben; er konnte die osteologischen Verhältnisse nur teilweise klarlegen.

saurus crassicauda n. sp. aus dem Stubensandstein von Pfaffenhofen a. Stromberg — ergab mit der Präparation an einem Individuum der *Aëtosaurus ferratus*-Gruppe ein exaktes Bild des Beckens: auffallend große Darmbeine, breitplattige, lange Scham- und Sitzbeine, die letzteren nach hinten spitz ausgezogen. Im ganzen das Becken fast unverhältnismäßig groß für die zierlichen Tiere, doch dem schwergepanzerten Körper für schnellen Lauf oder Sprung so notwendig. Überraschend erschien die Übereinstimmung mit dem Becken der so viel größeren, stärkeren Zeit- und Ortsgenossen, der Parasuchier (*Belodon*, *Mystriosuchus* u. a.)¹.

Meerkrokodile.

Vollständigere Funde des großen Raubsauriers *Dakosaurus maximus* Plien., aus den Oolithen des Weißen Jura ζ von Schnaitheim und von Staufen b. Giengen a. d. Brenz, und die Skelette des zierlicheren *Geosaurus suevicus* E. Fr., aus den Plattenkalken von Nusplingen, regten zu vielseitig bedeutungsvollen Untersuchungen dieser Krokodilgattungen des Jurameeres an (32, 1901; 33, 1902). FRAAS faßt sie mit der Gattung *Metriorhynchus* aus dem unteren Weißen Jura als „*Thalattosuchia*“ zusammen und erkennt diese als eine progressive Reihe von „Anpassungsformen einer uns als Landtiere unbekanntem Krokodilgruppe an das Meerleben“, als „stark differenzierte Endglieder einer Reihe, von welcher wir in jüngeren Formationen keine weiteren Vertreter mehr kennen“. „Sie vereinigen in sich Merkmale“ (der Anpassung), „die wir sonst als charakteristisch für die Ichthyosaurier, Sauropterygier und Delphine halten“.

Das Skelett der *Thalattosuchia* ist in allen Grundzügen ein echtes Krokodilskelett geblieben. Die Anpassung an das Leben im Meere drückt sich durchaus „im Rahmen des Bestehenden“ aus, in Langschnauzigkeit durch Streckung der Maxillen, in seitlicher Stellung und im Schutz der Augen durch die überstehenden Praefrontalia und den Sklerotikalring, in kurzem Halse, in besonderer Umbildung der Füße, in der Erwerbung einer Schwanzflosse. Wie bei den Ichthyosauriern wurde die Haut nackt, schwand der den Landkrokodilen von Hause aus eigene Hautpanzer. Die Körperform wurde doch wesentlich anders als bei den Ichthyosauriern — die Ausgangsform muß hier eben eine schon mehr spezialisierte, eben ein Krokodil, gewesen sein. Der kurze Rumpf ist schlank, wird sehr viel schlanker als bei den Ichthyosauriern des Jura. Der Schwanz ist länger, er nimmt bei *Geosaurus* die halbe Körperlänge ein. Die Schwanzwirbelsäule ist auch hier abwärts gebogen, aber der abgebogene Teil ist wesentlich kürzer als bei *Ichthyosaurus*, und im Knie der Wirbelsäule sind die Dornfortsätze erhöht, verstärkt,

¹ Gegen die auf Grund des übereinstimmenden Beckens vorgenommene Einreihung der *Pseudosuchia* (*Aëtosaurus*, *Dioplax*, *Ornithosuchus* u. a. m.) in die *Parasuchia* sind doch manche Einwände zu erheben, welche v. HUENE in letzter Zeit näher beleuchtet hat; man stellt heute wohl am besten die triadischen *Parasuchia* und *Pseudosuchia* wieder als gleichwertige, wenn auch umfangsärmere, Ordnungen neben die echten Krokodile, die „*Eusuchia*“.

nicht reduziert; und die Sparrenknochen auf der Unterseite sind vergrößert, nach unten in bis halbkreisförmige Platten verbreitert. Auch hier war die Schwanzflosse „hypobatisch“, aber sie war kleiner, schlanker, ihr oberer Lappen über dem Knie der Wirbelsäule viel niedriger als bei den jurassischen Ichthyosauriern; möglicherweise zog sich von ihr ein Hautsaum auf der Rückenseite gegen das Becken hin. Die Fußpaare zeigen im großen und ganzen noch das bei kriechenden Landreptilien herrschende Größenverhältnis: der Hinterfuß ist größer, länger als der vordere. Die Schwanzflosse war also hier wohl nicht das einzige (nicht das die Hinterextremität reduzierende und schließlich zur Funktionslosigkeit zwingende) Propulsionsmittel wie bei den Jura-Ichthyosauriern und den Fischen. Hier bei den Thalattosuchiern dienen auch noch die Füße, wenigstens die Hinterfüße, als Propeller, als Ruder. Hier wird im Gegensatz zu den Ichthyosauriern der Vorderfuß reduziert, verkürzt (am meisten bei *Geosaurus*): Arm- und Handwurzelknochen werden kurze breite Platten, ähnlich auch die Knochen des ersten Fingers. FRAAS deutet die fast paddelartig gewordene Vorderextremität mehr der Balance dienend als der Vorwärtsbewegung. In dem viel längeren Hinterfuß ist der Oberschenkel lang, sind die Unterschenkelknochen etwas gekürzt, die Knochen der Fußwurzel werden plattig, die des ersten Fingers werden verbreitert: das Bild des kräftigen Ruderfußes, nicht der blattförmigen Paddel. — Die mehr schlängelnd und rudernd schwimmenden Formen trieben ihre Raubzüge durch die Oberflächenschichten des Meeres.

In der Geschichte der Krokodilier bedeuten die Thalattosuchier eine den in unserem Posidonomyenschiefer häufigen Teleosauriern¹ parallele, aber in der Anpassung an das Wasserleben um vieles weiter (und schneller?) vorgeschrittene und — trotz ihrer bis jetzt bekannten Beschränkung auf den jüngeren Jura (und die älteste Kreide?) — nach FRAAS ältere Abspaltung von dem seine wesentliche Entfaltung auf dem Lande durchmachenden Krokodilstammes.

Nothosauriden.

In der Übersicht über die Saurier der schwäbischen Trias (14, 1896) unterscheidet FRAAS die Mehrzahl der *Nothosaurus*-Funde aus dem Hohenecker Dolomit der Lettenkohle als neue Art *N. chelydrops*. Aus dem gleichen Horizont — von Eglosheim — wird nach Hunderten von Resten das Skelett des kleinen zierlichen *Neusticosaurus pygmacus* n. sp., eines Verwandten des hier länger bekannten *Neust.* (nicht *Simosaurus*) *pusillus*, zusammengesetzt und gezeichnet. Von *Simosaurus Gaillardoti* aus dem Muschelkalk sehen wir einen besonders schönen Schädel und Unterkiefer abgebildet. Panzerreste aus kleineren polygonalen Platten

¹ Auch die Teleosaurier besaßen als Anpassungserscheinung an das Wasserleben eine Schwanzflosse. Ein prächtiges kleines Individuum von *Mystrisaurus bollensis* der Tübinger Sammlung zeigt sie: Die hintere Hälfte des gerade gestreckten Schwanzes ist nicht mehr von Knochenplatten gepanzert, sondern von einem schlanken Hautsaum umgeben. Wir verdanken wieder BERNHARD HAUFF dieses herrliche Präparat.

zusammengesetzt, zwischen denen größere buckelige Platten liegen, werden — als *Psephosaurus suevicus* n. g. n. sp. — unter Vorbehalt den Nothosauriden zugezählt¹.

Plesiosaurier.

Einer vollkommen anders gearteten Anpassungsform der Reptilien an das Leben im Meer, als sie Ichthyosaurier und Thalattosuchier zeigen, wendete FRAAS sich mit seinen Untersuchungen neuer Funde von Plesiosauriern aus dem Posidonomyenschiefer des Lias ϵ zu (35, 1910).

1906 wurden in Holzmaden zwei wunderschöne Skelette gefunden; beide zieren jetzt das Stuttgarter Museum. Das eine stellt ein nach der Ausbildung von Schulter- und Beckengürtel im Alter vorgeschrit-
tenes Individuum der 1893 in dem ersten vollständigen süddeutschen Skelett gefundenen Art *Plesiosaurus Guilelmi Imperatoris* DAM. dar. Das zweite gehört einer etwas großköpfigeren, hier neuen, Art *Thaumatosa-
saurus victor* E. FR. an. Bei der ersteren Art ließ es sich feststellen, daß mit zunehmendem Alter die Längen der Extremitäten sich um-
kehren, daß die anfangs längere vordere schließlich von der hinteren überflügelt wird. Das Stück erlaubte eine gute Rekonstruktion des Schädels, dessen große Öffnungen der Hinterregion, wie bei den Ichthyosauriern auf Anpassung an das Wasserleben zurückgeführt werden. Bei *Thaumatosa-
saurus victor* ließ sich besonders schön die Schädelunter-
seite mit ihren Gaumenlücken analysieren, in deren Deutung FRAAS von OWEN abweicht: nicht das hintere, in den Flügelbeinen liegende Paar, sondern das vordere, zwischen dem Pflugschar- und Oberkiefer-
bein liegende Paar spricht er als innere Nasenöffnungen an.

Den in den Plesiosauriern (wie in den Wasserschildkröten) ausgeprägten Anpassungstyp, welcher den marinen Endgliedern der in der Trias z. T. noch als kleine Landtiere von Eidechsegestalt ausgebildeten Sauropterygier eigen ist, nennt FRAAS den Typus eines „Flachbootes mit weit ausladenden Rudern“ (69, 1905). Die Plesiosaurier mögen langsamere, schwerfälligere Schwimmer gewesen sein, als die ihnen im Posidonomyenmeer auch an Zahl weit überlegenen Konkurrenten, die Ichthyosaurier; aber aus ihrem „langen gelenkigen“ Halse leitet FRAAS ihnen die ausgleichende Fähigkeit ab, „die Beute aus weiter Ent-
fernung nach allen Richtungen hin zu ergreifen.“ Damit verneint er die DAMES'sche Auslegung, daß der Hals der Plesiosaurier im wesent-
lichen nur seitwärts gebogen werden konnte. In den seinem „Führer“ (138, 1910) beigegebenen Rekonstruktionen der „Plesiosaurier im Lias-
meer“ zeigen die einzelnen Tiere denn auch den elegant gebogenen Schwanenhals. Auch die von DAMES angenommene schlanke, rauten-
förmige Schwanzflosse lehnt er ab, und zeichnet den Plesiosauriern einen mehr drehrunden, spitzzulaufenden Schwanz.

¹ Später (69, 1905) wird *Psephosaurus* an die Placodontier angeschlossen. Das wird neuestens von DREVERMANN abgelehnt, der übrigens auch die eigentümlich struierten, von FRAAS als *Placodus duplicatus* (14, 1896) bezeichneten säulenförmigen Zähne nicht als die eines Placodonten gelten läßt, sondern sie zu *Tholodus* H. v. M. (einem Fische, Lepidotiden?) stellen möchte.

In den Größenverhältnissen von Kopf und Hals findet FRAAS bei den Plesiosauriern einen trefflichen Beleg für EIMER's Kompensationsgesetz: Kopf und Hals repräsentieren immer die ungefähr gleiche Masse; ein kurzer Hals trägt einen langen Kopf und umgekehrt.

Dinosaurier.

Als eine für die Paläo-Zoogeographie besonders wertvolle Frucht seiner vielen Reisen brachte FRAAS aus dem Süden von Deutsch-Ostafrika Reste von Dinosauriern heim (39, 40, 41, 1908). Er hatte sie dort 1907 beim Tendaguru im Bezirk Lindi gesammelt. Nur wenige Knochen ganz riesiger Skelette konnte er auflesen; Krankheit, kurze ihm zu Gebote stehende Zeit und schließlich auch der Mangel an Hilfsmitteln zur planmäßigen Ausbeutung der weit von der Küste liegenden Fundstätte, über welche ihm vorher nur unzureichende Mitteilungen geworden waren, hinderten ihn, hier volle Ernte zu halten. Das wenige, was er gewinnen konnte, erregte Aufsehen. Dinosaurier aus Afrika! Das war etwas Neues, Unvermutetes. Zwar waren schon etwa ein Jahrzehnt vorher auf Madagaskar Dinosaurier-Reste gefunden worden; aber vom Kontinent Afrika kannte man so etwas nicht¹. Riesenknochen (Wirbel, Becken, Teile von Hinterextremitäten, Schwanzwirbel) brachte FRAAS heim. Er erkannte in ihnen ein neues Geschlecht sauropoder Dinosaurier, welches an Größe dem berühmten *Diplodocus* kaum nachsteht (ein Oberschenkel mißt 1,38 m Höhe); *Gigantosaurus* nannte er es. Das Alter der Dinosaurier führenden Mergel und mürben Sandsteine wurde als jüngere Kreide (Cenoman oder jünger) geschätzt; die madagassischen Reste sollen nach DÉPERET noch jüngerer Kreide angehören. Also: nicht nur die Nordkontinente beherbergten zu mesozoischen Zeiten die vielgestaltigen Dinosaurier, deren meiste aus dem Westen Nordamerikas bekannt waren, auch weit über den Südkontinent Afrika waren diese gewaltigsten Echsen, die riesigsten aller Landtiere, unter deren Schritt die Erde dröhnte, einst verbreitet².

Zur Neuheit, Dinosaurier in Ostafrika, fügte FRAAS eine andere: Aus dem hohen Norden, aus einem jurassischen Sandstein von Jamesonland (NO.-Grönland, ca. 70° n. Br.) beschreibt er eine Gruppe von Eindrücken, welche er als die Fährte eines scharfbekrallten, vierzehigen Dinosaurierfußes deutet (43, 1904).

¹ Ältere Dinosaurierfunde aus Südafrika wurden teils angezweifelt, teils waren sie unbeachtet geblieben.

² FRAAS konnte 1907 gerade eben nur einen kleinen Zipfel des Schleiers lüften, der über den paläontologischen Schätzen in Deutschost lag. Ganz enthüllt wurde dieser erst durch die Expeditionen, welche FRAAS' Freund W. BRANCA für das Berliner geologisch-paläontologische Institut hinaussenden konnte, und welche ungeheure Schätze, darunter noch gewaltigere Riesen als die von FRAAS gefundenen, gehoben und heimgebracht haben (42, 1912). Jetzt war auch genauere geologische Untersuchung möglich. Drei, durch marine Schichten getrennte „Saurierzonen“ liegen in Hinterlande von Lindi; sie gleichen in ihren grauen und roten sandigen Mergeln in vielem unseren bunten Keupermergeln. Ihr Alter ließ sich genauer festlegen: sie gehören dem obersten Jura und der unteren Kreide an, entsprechen also den wichtigsten Dinosaurierlagern Nordamerikas.

In einer Reihe kürzerer Mitteilungen werden wir über leider unvollendet gebliebene Untersuchungen von Dinosauriern aus der schwäbischen Trias unterrichtet. 1896 (14) hatte er eine kurze Übersicht über die damals aus der Trias Schwabens (von der Lettenkohle bis zum Rhät) bekannten „Zanclodonten“ gegeben. Der Fund eines Zahnes von *Zanclodon Schützi* n. sp. im *Trigonodus*-Dolomit ließ die Zanclodonten bei uns bis in den oberen Muschelkalk zurückverfolgen (44, 1900). In mühsamen Grabungen und durch sorgsamste Präparation gewann FRAAS später aus den Stubensandsteinen und Knollenmergeln des Keupers von Trossingen und Pfaffenhofen eine Reihe von z. T. ganz wundervoll erhaltenen Skeletten, welche heute die Stuttgarter Sammlungen besonders zieren (45—47 a). Das ist das bei weitem schönste und wertvollste Material an „schwäbischen Lindwürmern“, an „Zanclodonten“, welches wir kennen, ein Material, welches dem mindestens wertgleich ist, das in den letzten Jahren bei Halberstadt zutage gefördert wurde. Zahlreiche Skelette theropoder¹ Dinosaurier gewann FRAAS, darunter manches ganz Eigenartige, wie das zierliche Skelett des Springers *Procompsognathus triassicus* n. g. n. sp. (von Pfaffenhofen, Stubensandstein; das Stück wurde 1911 [47, 1912] *Hallopus celerrimus* genannt). Das ist eine Form mit ganz absonderlich hohen, schlanken Hinterfüßen, vielleicht ein Ahn des jungjurassischen *Compsognathus*; hier „liegt der Gedanke nahe, an einen Stamm zu denken, aus welchem sich ein Teil der Vögel, speziell der Laufvögel entwickeln konnte“ (46, 1913)². Von einem schlanken Raubosaurier *Thekodontosaurus diagnosticus* n. sp. (Pfaffenhofen, Stubensandstein) mit besonders starkem Gebiß wurde das 2 m lange Skelett — wie von Leben erfüllt — in Echsenstellung mit geknickten Hinterfüßen gefunden; die Hand läßt die Andeutung einer Greifhand erkennen. Aus den Knollenmergeln von Trossingen wurde u. a. das fast 6 m lange Prachtskelett des langschwänzigen *Plateosaurus trossingensis* n. sp. ausgegraben. Es ist jetzt aufgestellt, wie es in lebensvoller Stellung gefunden wurde — die mächtigen Füße geknickt in „Echsenstellung“, die kürzeren Arme mit großkralligen Daumen zum Packen der Beute bereit. — Bei Stuttgart gefundene Fährten (47 a, 1914) unterrichten über die Bewegungsart unserer Dinosaurier: sie schritten mit dem „Gang der Eidechsen, nur in raschem Lauf gebrauchen sie ausschließlich die Hinterbeine, wobei der mächtige Schwanz gewissermaßen als Balancierstange in die Luft gehoben wurde“. — Wir erfahren, daß diese Dinosaurier hauptsächlich in tonigen „Fäulen“ des Stubensandsteins und in den Knollenmergeln gefunden werden³; Schlamm-sümpfe, in dem von Regengüssen durchwässerten Keuperstaub oder in feuchten Senken, wurden hier in Schwaben die Friedhöfe der Dino-

¹ FRAAS spricht (46, 1913) von den Funden als von Sauropoden.

² Gewiß, dieser Gedanke liegt nahe; aber es fehlt uns noch jedes ihn beweisende Material. Manches spricht dafür, die Vögel von weniger differenzierten Reptilien abzuleiten, als es die theropoden Dinosaurier waren.

³ Im eigentlichen Stubensandstein selbst werden vorwiegend Reste anderer Tiere — *Belodon*, *Mystriosuchus*, *Aëtosaurus* und *Stegocephalen* — gefunden.

saurier, wie ähnlich bei Halberstadt, im Westen Nordamerikas und in Deutsch-Ostafrika.

Im Stuttgarter Museum ruhen nun diese besonders glänzenden Zeugen der Sammler- und Forschertätigkeit FRAAS'. Die Feder, welche uns diese Reste beschreiben, sie, wie wir es von FRAAS gewohnt waren, zu vollem Leben wieder erwecken sollte, ist der Hand entglitten. Eine Arbeit, welche ihm die größte Freude und Befriedigung gewährte, mußte unvollendet bleiben.

Schildkröten.

Der Stubensandstein des schwäbischen Keupers war durch den Fund eines Steinkernes der *Psammochelys keuperina* QU. (= *Proganochelys quenstedti* G. BAUR) berühmt geworden als die Heimat der ältesten Schildkröte¹. Lange blieb der Fund von Häfner-Neuhausen (im Tübinger Museum) der einzige² sichere Rest von Keuperschildkröten. Da lieferte 1897 der Stubensandstein des reichen Reptilienfundorts Aixheim einen das QUENSTEDT'sche Original durch den Rücken- und Teile des Bauchpanzers ganz wesentlich ergänzenden Fund (36, 1899). Später gelangte FRAAS noch in den Besitz zweier weiterer Funde von Schildkröten aus dem Stubensandstein von Rohracker bei Stuttgart und von Rudersberg im OA. Schorndorf (38, 1913). Diese beiden gehören einer kleinwüchsigeren Gattung an, mit viel höher gewölbtem Panzer; FRAAS nannte sie *Proterochersis* (mit den Arten *intermedia* und *robusta*). Mit voller Sicherheit konnte für *Proterochersis*, durch die feste Verbindung des an ein aus vier Wirbeln bestehendes Kreuzbein gehefteten Beckens mit dem Xiphiplastron des Bauchpanzers, der Pleurodirencharakter nachgewiesen werden; *Psammochelys* besaß ihn höchst wahrscheinlich auch. Die volle Entwicklung der ersten Rippe, die Einschaltung eines (*Psammochelys*) und zweier Mesoplastra (*Proterochersis*) im Bauchpanzer stempelt diese Typen zu altertümlichen, für welche die Bezeichnung „*Archaeochelyidae*“ vorgeschlagen wurde.

Die Stücke gaben höchst wichtige Ausblicke für die Stammesgeschichte der Schildkröten: Die Pleurodiren stellen einen schon früh, im Keuper, gefestigten „perfekten“ Typus (RÜTMEYER) dar, welcher sich im allgemeinen an das Landleben hält und nur wenige marine Abzweigungen — zu Ende des Jura und vielleicht auch in der Kreide — abgibt. Die erste Entwicklung der Schildkröten (wohl aus den Anomodontiern) begann auf dem Lande, ging vermutlich über grabende, in der Erde lebende, schon früh gepanzerte Reptilien vor sich.

Bei der Untersuchung einer neuen kryptodiren Meeresschildkröte, *Thalassemys marina* E. FR. (37, 1903) aus den Oolithen des Weißen Jura ζ von Schnaitheim, gewann FRAAS weitere Ergebnisse für die Stammesgeschichte der Schildkröten: Die Thalassemyiden zeigten ihm in den Lücken

¹ Ob die als *Chelyzoon* v. HUENE bezeichneten Wirbel aus dem Muschelkalk *Psammochelys* nahestehen, oder einer Meeresschildkröte angehören, oder überhaupt auf echte Schildkröten zu beziehen sind, bleibt vorläufig dahingestellt.

² Die früheren Funde aus der Umgebung Stuttgarts, *Chelytherium obscurum* H. v. M., sind zu dürftig, um sichere Beurteilung zu erlauben.

des Bauch- und am Rande des Rückenpanzers durch Schwund des Panzers Anpassungserscheinungen auf dem Wege von kryptodiren Süßwasser- oder Sumpfschildkröten zu Meeresbewohnern. Dieser Weg ist von dem, einen Kollektivtyp [RÜTIMEYER] darstellenden, plastischeren Kryptodirenstamm, der letzten Endes auch von festgepanzerten Landschildkröten ausgeht, einmal (über die Thalassemyiden) oder mehrere Male eingeschlagen worden, um zu den Meeresformen der Cheloniiden und Leder-schildkröten hinzuführen. Die Scheidung des „einheitlichen“ Schildkrötenstammes in Pleurodira und Cryptodira, vielleicht auch schon in die Trionychidae (Flußschildkröten) möchte FRAAS in die Triaszeit zurückverlegen. Der (allmählich aufgegebenen) Meinung JAEKKEL's, daß der zur Schwimmform spezialisierte, gepanzerte Placodontier *Placochelys* aus dem marinen unteren Keuper von Veszprem beim Plattensee in der Ahnenreihe der Schildkröten stünde, wird selbstverständlich jede Anerkennung versagt.

Säugetiere.

Von den Arbeiten FRAAS' über fossile Säugetiere muß eine besonders hervorgehoben werden. Es ist seine Untersuchung neuer Zeuglodonten aus dem Unteren Mitteleocän vom Mokattam (49, 1904). Wieder einmal etwas Nichtschwäbisches. Wieder „Neues aus Afrika“, aus Ägypten, aus einem Gebiete, welches erst in jüngster Zeit als eines der bedeutungsvollsten alttertiären Zentren der Verbreitung von Säugetieren erkannt worden ist. Das Stuttgarter Naturalienkabinett besitzt dorthier, vom Mokattam bei Kairo und namentlich aus der Oase Fayum, reiche, ihm durch FRAAS zugeführte Schätze von Säugern. Aus diesem Reichtum werden zwei neue Typen — nach 2 Schädeln und einer Reihe von Wirbeln — beschrieben. Sie gehören neuen Gattungen und Arten an: *Protocetus atavus* E. FR. und *Eocetus* (statt *Mesocetus*) *Schweinfurthi* E. FR. Für die Deutung der Umformungsvorgänge der Tiere sind das besonders wertvolle Stücke. Sie entstammen küstennahen Flachwasserablagerungen des Meeres, der alttertiären „Tethys“, jenes lange Zeiten hindurch erdumspannenden Mittelmeeres, von welchem das heutige Mittelmeer ein Rest ist. Es sind Wasserbewohner, welche aber in ihren Skeletten, besonders im Schädel, noch eine Menge von Anklängen an Landtiere zeigen. Formen des Übergangs vom Land- zum Wasserleben. Mit den weitverbreiteten Zeuglodonten des jüngeren Mittel- und des Ober-Eocän, mit welchen sie im Schädelbau viel Übereinstimmendes zeigen, werden sie als *Archaeoceti*, als „Urwale“ zusammengefaßt. Die Schädel — langgestreckten Robbenschädeln verglichen, aber mit verhältnismäßig kleinerer Hirnhöhle — haben die Schnauze besonders langgestreckt; die Knochen des Gesichtsschädels greifen aber noch nicht — wie bei den Zahn- und Bartenwalen — nach hinten auf den hinten hohen Hirnschädel hinauf. Die Jochbogen sind noch ziemlich kräftig, nach hinten breit ausladend. Die Bullae tympanicae sind groß und stark geworden, gemahnen an die der Bartenwale. Ganz auffällig ist das Gebiß mit der Zahnzahl (in den Oberkiefern, die allein bekannt sind): 3 . 1 . 4 . 3.

Der vordere Teil des Gebisses mit gebogenen, schlankkegelförmigen Schneidezähnen, hohen, wenig zusammengedrückten Eckzähnen ist ein Fang-Hechelgebiß. Die Prämolaren, deren dritter der größte ist, und die kleinen Molaren sind zwei- und dreiwurzelig, seitlich zusammengedrückt; in ihrer ganzen Form — und hier durch Rückbildung des Innenhöckers — vermitteln sie zwischen sekodonten, trituberkulären, kauenden Höckerzähnen und denen eines nur schneidenden Scherengebisses. Sie gemahnen noch laut an die Höckerzähne der primitiven landbewohnenden Urraubtiere, der Creodonten, aber sie zielen bereits auf die viel schärfer zusammengedrückten, schneidenden Zähne der meerbewohnenden *Zeuglodon*-Arten, wenn sie auch deren zackige Ränder noch nicht erworben haben. Im ganzen das Gebiß den Übergang vom kauenden Landtiere zum schlingenden Wasserbewohner zeigend. Die Wirbel von *Protocetus atavus* besitzen die Merkmale der Wirbel von Landraubtieren. Die Kreuzbeinwirbel sind auffallend schwach, mit schwachen Seitenfortsätzen; an sie kann keine normalstarke Landtierextremität geheftet gewesen sein. Das deutet darauf, daß hier die Hinterfüße als Hauptbewegungsmittel ausgeschaltet und durch den zur Flosse umgebildeten Schwanz ersetzt wurden, wie das bei *Zeuglodon* und dann bei den Walen in der Vollendung bekannt ist. *Protocetus* mit etwa 60, *Zeocetus* mit 90 cm Schädelänge sind kleinwüchsiger Glieder einer Gruppe von Umformungen, welche bei *Zeuglodon* zu Arten von riesiger Größe, von mehr als 10 m Länge führen können. Die Ahnen der Archaeoceti sieht FRAAS in der Familie der Proviverridae unter den Creodonten und möchte sie diesen als eine besondere „Untergruppe“ anschließen. Er scheidet die Archaeoceten ganz aus dem Kreise und aus der Stammesreihe der echten Wältiere, insbesondere der Zahnwale, und sieht in ihnen nur einen der parallelen Wege, auf welchen die Archaeoceti, die Wältiere und die Flossenfüßer unabhängig voneinander von Säugern des Festlandes zu Bewohnern des Meeres wurden¹.

Eine zweite Mitteilung über Reste fossiler Säuger aus Afrika verdient Beachtung. Aus diluvialen, goldführenden Flußschottern des Vaal, von Barkley West in Südafrika, beschrieb FRAAS Zähne von *Equus cf. zebra*, *Hippopotamus amphibius* var. *robusta*, *Damaliscus* sp. und *Mastodon* sp. (51, 1907). Das war im ganzen bedeutungsvoll: im älteren Diluvium Südafrikas Typen von Säugern wie *Equus zebra*, *Damaliscus*, welche auch heute noch dort heimisch sind; dann dort also vielleicht seit dem Diluvium keine wesentlichen klimatischen Änderungen? Die Feststellung von *Mastodon* in Südafrika, wenn sie auch nur auf ein kleines Backzahnbruchstück gegründet werden konnte, verlangte besondere Beachtung. Bekannt war die weite Verbreitung des Elefantentyps *Mastodon* über Europa, Asien und die amerikanischen Kontinente;

¹ Ähnliche Ansicht äußerte auch nach seinen eingehenden Studien an *Zeuglodon*-Arten von STROMER, der wenigstens die Zeuglodontidae nur als Parallelreihe der Zahnwale auffaßt, sie mit M. WEBER als einen „Verunglückten Versuch, Cetaceen herauszubilden“ bezeichnet. SCHLOSSER, ABEL schließen die Archaeoceti den Walen ein.

bekannt war Nordostafrika als die Heimat der *Mastodon*-Ahnen und die Besiedelung Nordafrikas im Jungtertiär, aber von einer weiteren Verbreitung der Mastodonten über den Kontinent Afrika wußte man nichts. Zur Festlegung der Zeit des Vordringens von *Mastodon* nach Südafrika läßt sich leider ebensowenig sagen, wie über die Frage der Dauer einer Landbrücke zwischen Südamerika und Südafrika, welche durch die Ähnlichkeit des südafrikanischen *Mastodon*-Fragments mit dem diluvialen *Mast. Humboldti* Südamerikas angeschnitten wird.

In einer kurzen Notiz bespricht FRAAS die kostbaren, aus dem Alttertiär des Fayum aus fluviomarinen Ablagerungen des Unter-Oligocän, stammenden Reste von drei fossilen Affen der Stuttgarter Sammlung (52, 1911). M. SCHLOSSER hat sie bearbeitet, und FRAAS gibt dessen Resultate wieder. Oligocäne Affen, bis dahin ganz unbekannt, mußten ebenso hochwichtige Aufschlüsse über stammesgeschichtliche Beziehungen zwischen den seit dem Eocän bekannten Halbaffen und den bis dahin erst vom Miocän an bekannten echten Affen versprechen, wie sie für die zeitliche und geographische Verbreitung der Affen überhaupt hohen Wert haben mußten. Das Ergebnis: *Moeripithecus* und *Parapithecus* SCHLOSS. zeigen uns die gesuchten Übergänge von den Halbaffentypen der Anaptomorphen und Tarsiiden zu dem Menschenaffen *Pliopithecus*; und *Propliopithecus* SCHLOSS. erweist sich als (erster) echter Menschenaffe, der zu dem miocänen *Pliopithecus* und dann zu den Gibbons leitet. Also: in Nordostafrika das Werden, die Urheimat der Menschenaffen.

Zur Kenntnis der fossilen Säuger seiner schwäbischen Heimat trug FRAAS u. a. durch Bekanntgabe neuer Funde von diluvialen *Elephas*-Resten bei¹. Ferner sei hier seiner Höhlenstudien (55—62) gedacht, in welchen er den Wegen seines um die Höhlenforschung in Schwaben so hochverdienten Vaters folgte. Bei der Untersuchung einer Reihe neuer Höhlen im Weißen Jura erkannte er die Sibyllenhöhle an der Teck, die Charlottenhöhle bei Hürben, die Beilsteinhöhle bei Spaichingen als „Bärenschlupfe“ der Diluvialzeit, während die Irpfelhöhle im Brenztal, mit Mengung von Wohn- und Beutetierresten in der Höhle selbst, sich als ein „Hyänenhorst“ ergab. Für die Höhlenfaunen selbst ist der Fund zahlreicherer Reste des sonst hier sehr raren Höhlenlöwen (mindestens vier Tiere in der Sibyllenhöhle) und schöner Schädelreste der *Hyaena spelaea* in der Irpfelhöhle zu unterstreichen. Unter dem ungemein zahlreichen Bärenmaterial legt FRAAS Gewicht auf den Nachweis des *Ursus priscus* CUV. mit fliehender, niedriger Stirn, und einer kleinwüchsigen Varietät *sibyllina* des *Ursus spelaeus*. Nach der Lagerung und Erhaltung der Tierreste und Schuttbrocken im Höhlenlehm erkannte er, daß das Material von außen her eingeschwemmt, oder in der Höhle durch Wasser umgelagert (Sibyllenhöhle), umgelagert und gegen außen geschwemmt (Irpfelhöhle), oder in den anderen Höhlen in ungestörter ursprünglicher Lagerung erhalten ist.

¹ Die Überraschung „ein Mammutzahn aus dem *Opalinus*-Ton“ (53, 1892) beruht auf dem Funde eines Zahnes in diluvial versumpftem Ton des unteren Braunen Jura.

Im Anschluß hieran sei FRAAS' vielfache Beschäftigung mit Anthropologicis erwähnt: so seine Stellungnahme zum Funde eines Menschenzahnes bei Taubach (65, 1895), den er als wichtig für die „Koexistenz des Menschen mit der altdiluvialen Säugerfauna“ bezeichnet. Geschlagene Feuersteinsplitter in den Höhlen Schwabens beweisen auch hier den Menschen als Zeitgenossen des Mammut; ein Bärenschädel aus dem Hohlefels, durch den Axthieb eines Paläolithikers verletzt, bezeugt den vorgeschichtlichen Schwaben als Jäger (94, 1908), aber nicht als Vernichter der diluvialen Tierwelt (72, 1913). Die Frage des *Pithecanthropus* von Java (63, 1895) wird von FRAAS besprochen u. a. m. (64, 66, 67).

Allgemeine Paläontologie.

Als selbstverständlich erscheint es, daß EBERHARD FRAAS bei seinen vielseitigen, langjährigen Studien an fossilen Tieren, bei seiner Vertrautheit mit einem riesigen Material sich nicht auf beschreibende und systematisch ordnende Arbeit allein beschränkte. Die durch Beobachtung des fossilen Materials gesammelte Erfahrung, ständig überprüft und erweitert durch vergleichende Arbeit an lebendem, ließ seinen Blick von höherer, umfassenderer Warte ausstrahlen. Er sah nicht nur versteinerte Schalen und Knochen, welche er bestimmten Tieren zuzuschreiben wußte, er lernte die Tiere der Vorzeit sehen, wie sie lebten, wie in ihrer Umwelt sich ihr Geschick erfüllte. Von solchem Sehen, von biologischer Auswertung der Tiere der Urzeit geben die Rekonstruktionen Zeugnis, mit denen er die Stuttgarter Sammlung und seinen „Führer“ schmückte: Bilder, welche uns die Stegocephalen und Reptilien der Trias im Sandsturm der Wüste, an der Küste des brandenden Meeres, an den Wasserlachen der Keupersteppe zeigen, welche uns die Ammoniten und die Reptilherren der Jurameere zeichnen und die Tränkstätten von Steinheim mit ihrem Gewimmel von Kolossen der Mastodonten und Rhinoceroten, mit den lauernden Räubern und den zierlichen Gabelhirschen.

Von seiner Kunst, die Tiere lebendig zu sehen, zeugen viele Stellen seiner Einzelarbeiten, und besonders tut das seine zusammenfassende, das viele Einzelwerk krönende Studie über die Anpassungsformen der Reptilien und Säuger des Meeres (69, 1905). Er betont hier und sonst, daß alle Gruppen der Meeresreptilien und -säuger aus je besonderen Gruppen von Landtieren hervorgegangen sind. Die bei solchem Werden notwendigen Umformungen, Anpassungen, stehen ihm unter den Gesetzen von LAMARCK und DARWIN — von der Umformung durch Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe und von der Vererbung erworbener Merkmale — und unter der EIMER'schen Regel von der Kompensation, von dem Gleichgewicht oder dem Ausgleich der Körperteile und ihrer Organe in ihren Funktionen. Als grundsätzlich unterstreicht er die Leitworte:

Unter den für die Umformung oder Veränderung des Körpers maßgebenden Momenten der Ernährung und Bewegung bleibt die innere Organisation des Tieres unverändert. Die Umformungen gehen im Rahmen und unter möglichster Wahrung des Bestehenden vor sich durch abgeänderte Leistung der Organe und damit durch Umformung ihrer Skeletteile.

Zwei Grundtypen der Anpassung = Umformung sieht FRAAS bei den marinen Reptilien und Säugern in den Körperformen und in der Bewegungsart ausgeprägt:

1. den Typus des Torpedo oder des modernen Schraubendampfers, bei welchem der Körper durch einen an seinem Hinterende wirkenden Propeller, eine Schwanzflosse, nach Art der Schraubebewegung¹ vorwärts getrieben wird;

2. den Typus des Flachbootes — hier sind es die seitlichen, zu Rudern umgebildeten zwei Fußpaare, welche den Körper fortbewegen.

Nach dem ersten (bei den Fischen vorherrschenden) Typus wurden umgebildet 1. die ins Meer gedrängten „diapsiden“ Reptilien, deren Schädel skelett normal — ursprünglich — zwei Paare von Schläfenlücken aufweist (einzelne Rhychocephalen, die Ichthyosaurier², die Thalattosuchier und Teleosaurier unter den Krokodilen, die Mosasaurier und Seeschlangen), die Schwanzflosse ist vertikal gestellt, 2. die Seesäugetiere — mit horizontaler Schwanzflosse —, die Wale, Seekühe und Robben; bei letzteren, einer vermutlich „jugendlicheren“ Anpassungsreihe, ist allerdings keine Schwanzflosse ausgebildet, sondern die umgeformten Hinterfüße wirken flossenartig.

Dem zweiten Typus folgen bei der Abwanderung ins Meer die „synapsiden“ Reptilien — ohne oder nur mit einem Paar von Schläfenlücken —, so die Placodontier, die Plesiosaurier und die Schildkröten.

Über die bei den beiden Typen sich einstellenden Änderungen der Schädelform, der Gebisse, des Hirnschädelskeletts, des Halses, der Rumpfform, der Extremitätenskelette und der Schwanzwirbelsäule gibt FRAAS uns vielfältige Auskunft.

¹ „Schraubebewegung“ ist selbstverständlich nicht wörtlich zu nehmen. Der Vergleich mit der Schraube des Schiffes oder des Torpedo ist wohl nur nach der Lage des Propellers gewählt worden. Bei vertikaler Schwanzflosse (Fische, Meeresreptilien) wirkt die Schwanzflosse wie ein am Hinterende eines Bootes angebrachtes Einzelruder, und zwar entweder in einfachen Seitenschlägen, so bei homozerken Fischen, homozerken oder gephyrozerken Schwanzflossen überhaupt, oder nach Art von „Wrickschlägen“ bei heterozerken Schwanzflossen. Die Wirkung echter Wrickschläge, wie sie von einem im Hinterende eines Bootes stehenden Ruderer mit dem auf dem Hinterrand aufgelegten Ruder ausgeführt werden — die Ruderschläge werden von links und rechts zur Mittellinie so geführt, daß die Unterkante des Ruderblattes je gegen die Mittellinie voraus-eilt —, führten die umgekehrt heterozerken Schwanzflossen von Ichthyosauriern, Thalattosuchiern aus wie auch die der Flugfische. Die echt heterozerken Schwanzflossen — bei Stören, vielen Ganoidfischen, Haien — wirken wie umgekehrte Wrickschläge, die man in der Ruderpraxis allerdings nicht ausübt, da man hier mit ihnen nur „Krebse fängt“, aber das Boot nicht vorwärts bringt. Die horizontalen Flossen der Seesäuger werden verschiedenartig bewegt: Die Seekühe führen senkrechte Schläge, die Robben schlagen mit ihren flossenartigen Hinterfüßen seitwärts, mehr in der Horizontalen; nur die Flosse der Wale wirkt durch Drehschläge und kommt damit der „Schraubebewegung“ nahe, wennwohl natürlich auch hier volle Schraubebewegung unmöglich ist.

² Die Ichthyosaurier sind nicht als Diapsiden sichergestellt. v. HUENE will sie von Synapsiden herleiten.

Ich überschätze nicht, wenn ich diese Studie von FRAAS als eine der alleranregendsten auf dem Gebiete der Wirbeltierpaläontologie bezeichne und sie als eine der lesenswertesten empfehle. Zwar v. ARTHABER, v. STROMER, DOLLO haben den FRAAS'schen Torpedotyp berechtigterweise in (4) Sondertypen (Torpedo-, Salamandriden- oder Molch-, Pythonomorphen- und Aaltyp) zerlegt, und ABEL vermehrt die Sondertypen (bei den Fischen) ins Ungezählte. Aber wir müssen FRAAS die Anerkennung zollen, daß er zuerst in klarer, lichtvoller Weise die Anpassungsformen und -gruppen geschildert, das Gemeinsame wie das Trennende scharf unterstrichen und ihren systematischen, stammesgeschichtlichen Wert — bei den Reptilien und Säugern handelt es sich um tot auslaufende Seitenäste der Landtierstämme — ins rechte Licht gerückt hat.

Auch zu anderen allgemeineren Fragen der Paläontologie hat FRAAS Stellung genommen. In einem Vortrage über die Dauerformen in der Tierwelt (70, 1904) zieht er das Fazit: „Dauertypen sind mehrfach die Ausgangsglieder mächtiger Entwicklungsreihen gewesen“ (das trifft allerdings nicht häufig zu), und ein anderes: „Dauerformen haben ihre ursprünglichen Wohnsitze mit anderen vertauscht, z. B. die Uferregionen des Meeres mit der Tiefsee, oder das Meer mit dem Süßwasser“ (auch diese Regel wird nur mit vielen Einschränkungen gelten). — Zu den Erörterungen des schwedischen Paläontologen WIMAN über den Massentod der Tiere und seine Bedeutung für die Paläobiologie weist FRAAS (72, 1913) auf die eigenartigen Verhältnisse im Posidonomyenschiefer des Lias ϵ hin, wo in „seichtem“ Meere vielfaches Massensterben überliefert scheint. Das Vorkommen der vielen Elefanten- und Rhinoceros-Reste von Cannstatt wird als Murbruch von Keuperschutt gedeutet, welcher die Tiere verschüttete; und in den Bonebeds der Trias sieht er Beweise für Massensterben infolge von Änderung der Lebensbedingungen. — Das mehrfach behandelte Thema — Krankheitserscheinungen an fossilen Tierresten — illustrierte FRAAS durch mißgestaltete Panzerschilder von *Belodon* aus dem Stubensandstein von Gablenberg, aus denen auf Rückenmarkserkrankungen und Knochenwucherungen geschlossen wird (71, 1912).

2. Geologie.

In EBERHARD FRAAS haben wir nicht nur den Paläontologen zu schätzen. Es vereinte sich in ihm vielmehr in natürlichst glücklicher Weise die Paläontologie mit der Geologie, besonders mit der historischen Geologie. Mir ist FRAAS wie eine normale Verkörperung der Verbindung dieser beiden Zweige unserer Wissenschaft, welche manche heute törichterweise auseinanderreißen möchten, ohne in ihrer Kurzsichtigkeit zu erkennen, wie sie damit das Verdorren beider Zweige verschulden würden.

Der Vater hatte auf seinen Wanderungen durch das Land, auf gemeinsamen Reisen den Sohn wohl vorbereitet für die Geologie. Das Verständnis für „ α - ζ “ war dem Buben EBERHARD schon ebenso zu

eigen geworden wie das für die „Rote Wand“, die vor seiner Türe lag; und mit den Ammoniten und Terebrateln und dem anderen Tiergewimmel fand er sich fein durchs schwäbische Stufenland. Die Schule CREDNER's führte ihn weiter, und in München ging ihm die hehre Alpenwelt auf, um deren spröde Schönheit er dort mit gutem Lohne warb.

Alpen-Geologie.

Unter der Leitung ROTHPLETZ' nahm er 1887 an der Kartierung des Karwendelgebirges (77, 1888) teil, dessen südlichere Gebiete ihm zufielen. Dann suchte er sich eine eigene Domäne. Das Wendelsteingebiet der Bayerischen Alpen wählte er, das Bergkleinod zwischen Leitzach und Inn, welches das begehrte Ziel so vieler zahmerer Alpenpilger ist. Von GÜMBEL lagen dort ältere Aufnahmen im Maßstab 1:100000 und 1:50000 vor. FRAAS machte sich an die Aufnahme im Maßstab 1:25000 auf der Grundlage einer Höhenkurvenkarte; er lieferte damit die erste geologische Spezialkarte in diesem Maßstab aus dem Bereich der Deutschen Alpen. Vieles konnte nun genauer dargestellt, die Stratigraphie mehr ins einzelne gehend gegeben werden. Er erklärte das vornehmlich aus Triasgesteinen aufgebaute Gebiet, dessen vortretendere Gipfel die Massen des Wettersteinkalks formen, als ein System fast W—O streichender Mulden und Sättel. Verschiedentlich abgelenkte Längsbrüche, sehr zahlreiche Querstörungen in den Richtungen NW, N und NO schaffen ein viel zerstückeltes, wirr verworfenes Baubild. Das Ganze läßt FRAAS gegen den im Norden vorgelagerten Flysch der Alpenvorberge an einer Längsstörung abstoßen. Neben der geologischen Karte zeigt eine hübsch entworfene Skizze durch die vollausgezeichneten Sättel und Mulden und Blöcke — als hätte keine Erosion und Denudation sie zernagt und umgemodelt — die tektonischen Charakterzüge des Gebietes in deutlich übersichtlicher Weise. (FRAAS hat solche „Blockbilder“ auch später für die Darstellung des Baues schwäbischer Gebiete gezeichnet.)

Schnell wurde das Ziel weiter gesteckt. Es folgte die 1892 (79) erschienene „Scenerie der Alpen“. Das war ganz FRAAS, der unbekümmert sich an alles wagte, dem Erfolg sicher vertraute. Der Anfänger machte sich an die Schilderung des Schwierigsten, was die Geologie hier in unserem Süden bietet. Aber die Tat gelang. Das Buch, welches dem „außer-alpinen Geologen und dem Freunde der Alpen und der alpinen Geologie ein Führer“ sein sollte, fand Anklang und verdiente ihn. Ansprechende Schreibweise, klare Darstellung, zahlreiche hübsche Zeichnungen selbst beobachteter Profile — FRAAS war ein feinbegabter, flotter Zeichner —, kluge Auswahl des Gebotenen wurden hoch geschätzt. Der Hauptteil des Buches schildert die am Aufbau der Alpen beteiligten Formationen in ihren besonderen Ausbildungsweisen. Unter diesen Kapiteln ist — trotz der sich überstürzenden Menge von Arbeiten zur Alpengeologie — vieles noch heute mit Vorteil zu benutzen; wir haben z. B. keine neuere zusammenfassende Darstellung des alpinen Jura als die uns von FRAAS gegebene. In der Auffassung des Baues der Alpen ist das Buch natürlich ganz

Kind seiner Zeit. Unter dem Einfluß der SUESS'schen „Entstehung der Alpen“ und mit manchem ROTHEPLETZ'schen Einschlag werden die Alpen als das typische, von Verwerfungen zerstückte Faltengebirge tertiärer Zeit (mit vorbereitenden Vorgängen aus der Kreidezeit) geschildert. Die Alpenprobleme lagen damals ja noch anders, einfacher, als heute. Noch hatte QUEREAU durch seine Deutung der „Klippen“ nicht den Anstoß zu den modernen und übermodernen Deckenschüben und „wurzellosen“ Gebirgsmassen in den Alpen gegeben. Noch prangte die „Glarner Doppelfalte“ HEIM's in ganzer Schönheit als wertvollstes Requisit der Alpentektonik — noch 1894 blühte ihr ja die größte Ehre, feierlichst protokolllarisch beschworen zu werden; und erst 1903 senkte sie der eigene Vater in einer denkwürdigen Szene von vollkommener dramatischer Hochspannung in das ihr von anderen ausgehobene Grab.

Geologische Aufnahmen in Schwaben.

Von 1891 ab, seit der Übersiedelung nach Stuttgart, sehen wir FRAAS im Dienste der Geologie Württembergs. Er wurde für Jahre „der schwäbische Landesgeologe“, ohne im Amt eines solchen zu stehen; auch noch nach der Gründung der württ. geologischen Landesanstalt führte er Aufnahmsarbeiten aus. Die letzten Blätter des geognostischen Atlases von Württemberg hatte der verdiente „Geognost“ J. HILDENBRAND kartiert, der sich — ein schwäbisches Original — dank seiner ganz ungewöhnlichen Begabung vom Weberburschen zum Helfer von QUENSTEDT und schließlich zum Aufnahmsgeologen heraufgearbeitet hatte. FRAAS überprüfte diese Aufnahmen und schrieb dazu die Begleitworte (81 a, b). Hiermit schloß das große Landeswerk ab, das einst QUENSTEDT und der Vater FRAAS' begonnen hatten; die erste großzügig angelegte geologische Karte in Deutschland war fertig. In den folgenden Jahren hat FRAAS von einer Reihe vergriffener Blätter nach Aufnahme und Beschreibung revidierte Ausgaben besorgt. Die in Angriff genommene Revision des Riesblattes Bopfingen hat er nicht mehr abschließen können. An der sehr nutzbringenden geologischen Beschreibung der württembergischen Eisenbahnlinien beteiligte sich E. FRAAS durch die äußerst anregend gehaltene Schilderung der Bahnlinie Reutlingen — Münsingen und der Gäu- und Kinzigbahn (82, 1888, 1898).

Was FRAAS in den Alpen an Erfahrung gesammelt hatte, kam der heimischen Geologie zugute. Auf den von ihm überarbeiteten Blättern sehen wir die Tektonik ganz anders betont als auf den älteren Aufnahmen des Landes. Die das schwäbische Tafelland durchschneidenden Verwerfungssysteme wurden, soweit das bei einer Karte ohne Höhenkurven exakt möglich ist, festgelegt; es sei da an das Bild der Filder—Schönbuchplatte mit ihren, übrigens schon von DEFFNER erkannten, Verwerfungszügen erinnert, an das Bild des Stuttgarter Tales u. a. m.

Schwäbische Trias.

Die Aufnahmsgebiete FRAAS' fielen fast ausschließlich in den Bereich der Trias Württembergs. Eine Fülle von Einzelbeobachtungen

konnte da gesammelt werden, wurde in den „Begleitworten“ festgelegt. Die Trias lieferte ihm ja auch einen sehr großen Teil des Materials zu seinen paläontologischen Studien. Feld- und Musealarbeit in glücklichem und naturgemäßem Miteinander führten zu mehreren Arbeiten über die Trias, ließen die zusammenfassende Studie über die Bildung der germanischen Trias (84, 1899) entstehen. In Anlehnung an J. BORNEMANN und JOH. WALTHER wird für die Aufhäufung vieler Gesteinsmassen unserer Trias dem Winde eine große Rolle beigemessen. Der größte Teil des Unteren und der Hauptbuntsandstein wird als die „Bildung einer großen Sandwüste“ geschildert, welche die „sumpfigen Niederungen des dyassischen Depressionsgebietes“ erfüllte und über sie hinausgriff; die Rogensteine der Harzumrahmung sprächen nicht gegen solche Deutung. Über die Schwierigkeit, die Konglomerate des Hauptbuntsandsteins zu erklären, kommt FRAAS damit hinweg, daß er das untere (Eck'sche) Konglomerat als durch Wind umgelagerte Flußkiese, das obere, das Hauptkonglomerat, als durch fließendes Wasser umgelagerte Kieswüste auffaßt. Ein flacher Binnensee des Röt führt zum Muschelkalkmeer, welches von Osten über Schlesien einbricht. Während des mittleren Muschelkalks liefert das nun abgeschnürte „übersalzene Binnenmeer“ Gips- und Salzausscheidungen. Das Meer wird im oberen Muschelkalk, bei vorwiegender Verbindung mit dem Weltmeer der Trias über den Süden und Südwesten, wieder normal salzig. Die Lettenkohle, welche FRAAS (83, 1892) als Zone der *Myophoria Goldfussi* oder der *Estheria minuta* bezeichnet — er läßt sie über den *Semipartitus*-Schichten beginnen — und dem Muschelkalk zuzählt, wird als zeitliche und zonare Folge mariner und paralisch-brackischer Bildungen mit Einschaltung terrestrer Sandsteine angesprochen. Ein über die Muschelkalkgrenzen „durch Hebung des Bodens“ ausgedehnter „Salzbinnensee“ wird der Schoß des unteren Gipskeupers; Ströme schwemmen in die Niederungen den Schilfsandstein. An seinen Rändern wurde der mit ärmlichen „neangepaßten marinen Reliktenfaunen“ besetzte Binnensee von den durch Wind (und fließendes Wasser?) zusammengeführten Dünenmassen des Stubensandsteins, in seinen randferneren Teilen durch bunte Mergel aufgefüllt. Lößähnlichen äolischen Bildungen der Knollenmergel folgt im Rhät das „katastrophenartige Einbrechen der ozeanischen Fluten, durch welche die Triasfauna vernichtet wird“. Gegen die neuerdings wieder gemachten Versuche, die buntgefärbten Mergel unseres Keupers ohne Rücksicht auf ihre Fossilführung — Dinosaurier! — zu Meeresbildungen zu stempeln (R. LANG), wendet sich FRAAS in seinen jüngsten Schriften mit erfrischender Deutlichkeit (46, 1913; 87, 1911). Mag es auch notwendig sein, manche Einzelheit (ich erinnere an die Fossilzone im Mittleren Muschelkalk, an den Kaolingehalt im Stubensandstein, an die Schnecken- und Muschellagen im Keuper u. a. m.) noch vertiefterer Prüfung zu unterwerfen, in den Grundzügen gibt FRAAS das nun feststehende Bild vom Werden unserer Trias. Als mitbedingend für die Sonderheiten der germanischen Triasbildungen wird GÜMBEL's längst unsichtbar gewordenes „vindelizisches Gebirge“ anerkannt, welches

trennend zwischen dem süddeutschen und den alpinen Becken lag (vergl. auch 114, 1905; 115, 1906).

Die übrigen Formationen Schwabens.

Von den zahlreicheren kleineren Mitteilungen zur Kenntnis der übrigen geologischen Formationen Württembergs sei hier nur einiges gestreift.

Die Bohrung bei Sulz am Neckar (90, 1890) gab den Anlaß, auf das — leider — völlige Fehlen von kohlenführendem Oberkarbon in Schwaben hinzuweisen. — Aus der jüngst gestoßenen Bohrung von Erlenbach bei Heilbronn (91, 1914) konnte hierzulande zum ersten Male mit Sicherheit durch Fossilfunde, *Gervillia ceratophaga*, *Libea Hausmanni*, *Schizodus truncatus*, der Nachweis geführt werden, daß das Meer des deutschen Zechsteins in seiner jüngeren Phase bis ins nördliche Württemberg griff. Leider ließ es an diesem seinem südlichsten Vorstoßgebiet keine Salzlager zurück. (Das Zechsteinalter der in der Bohrung von Dürrmenz—Mühlacker erschoteten Stiunkalke, der in der Bohrung von Ingelfingen angetroffenen Dolomite und Gipse etc. unter dem Buntsandstein ist nicht bestimmt zu erweisen.) — Von verschiedenen Bemerkungen zum Jura (82 b, 1893; 93, 1897; 145, 1897) reizt der eigenartige Versuch die Sonderheiten unseres Lias ϵ zu erklären (92, 1901) zur Diskussion: Das Posidonomyenschiefermeer soll durch Schwefelwasserstoff, welcher von untermeerischen Solfataren gespendet wurde, vergiftet worden sein. — Zur Kenntnis des Tertiär hat FRAAS durch die Mitteilung neuer Aufschlüsse und neuer Beobachtungen von der Hochfläche der Alb beigetragen (93—97). In der Ausbildung des Miocän der weiteren Umgebung von Ulm sieht er den Einfluß des Abbruchs der Alb in mittelmiocäner Zeit ausgedrückt, an welchem Oberschwaben gegen die heutige Albtafel absank (96, 1911). — Bei der Besprechung diluvialer Ablagerungen am Rande und im Vorlande der Alb (98—101) ergab sich eine Auseinandersetzung mit KOKEN, welcher ja sowohl auf der Alb als in deren Vorlande mehrfach Anzeigen für Gletscherwirkungen erkennen wollte. FRAAS führte — ohne die Anwesenheit diluvialer Gletscher im Lande völlig ablehnen zu wollen (99, 1901) — die von KOKEN bei Waldenbuch beobachteten Anzeichen eines Gletschers teils auf Bachgerölle, teils auf verrutschten Gehängeschutt (Rhätbrocken auf unterem Lias) an einer Verwerfung zurück; KOKEN wollte sich mit solcher Auslegung allerdings nicht zufrieden geben. Die diluvialen Schotter und Sande im Unterland werden sonst allgemein auf Flußtransport zurückgeführt. Bei Erörterung der zur diluvialen Hochterrasse gerechneten „Goldshöfer“ Sande der Aalen—Ellwanger Gegend als umgelagerter pliocäner (?) oder altdiluvialer Höhengande ergab sich der Hinweis auf ein ehemals viel ausgedehnteres „Urbrenz“-System, aus welchem Rhein-Neckar die heutigen Flußlagen von Kocher und Jagst abgezapft haben (94, 1908). Hier sei auch nochmals an die Höhlenstudien (55—62) erinnert und die damit verknüpften Bemerkungen zur Diluvialfauna Schwabens.

Schwäbische Vulkane.

Durch sein Werk über die schwäbischen „Vulkanembryonen“ hatte BRANCA den Blick der Geologen mit größter Spannung auf Württemberg gelenkt. Hier war etwas ganz Besonderes. Hier waren im Urach—Kirchheimer Vulkangebiet die machtvollen Zeugen einer vulkanischen Explosivtätigkeit, deren Auslegung durch BRANCA die geltenden Lehrmeinungen vom Vulkanismus über den Haufen warf.

Der „Landesgeologe“ FRAAS konnte sich dem mächtigen neuen Anreiz zur Vulkanforschung nicht verschließen. Er machte mit. Bei Weilheim an der Limburg — im Mollenhof — fand er einen neuen Vulkanembryo: Basalttuff und Weißjurabreccie im *Opalinus*-Ton steckend (103, 1899).

Und er machte weiter in vulkanologischen Studien mit. Zusammen mit BRANCA ging er an die Untersuchung der geheimnisvollsten geologischen Sphinx im süddeutschen Boden, des vulkanischen Ries bei Nördlingen. In einer Reihe gemeinsamer Arbeiten (106—109), über deren Fortgang FRAAS gelegentlich im Vaterl. Verein berichtete (104, 1901; 105, 1903), wurde des großen Rätsels Lösung gefördert und die gewonnene Deutung gegen die Einwürfe anderer (KOKEN, KRANZ) verteidigt. Dort, wo heute die 25 km weite Senke des Ries, zog einst ohne Unterbrechung die von Talrinnen durchfurchte Juradecke der Alb. Da quoll im jüngeren Miocän von unten her, durch das Einsinken Oberschwabens in Bewegung gesetzt, Gestein der Tiefe aufwärts, ein „Lakkolith“, vielleicht auch vulkanische Intrusionsmassen unregelmäßigerer Wegform. Der granitische Untergrund der Alb wurde in mächtigem — zerstückeltem? — Pfropf aufwärts geschoben, gepreßt und mit ihm die Trias-Juradecke, welche er trug. Dann also — wo heute die Senke des Rieskessels — einst für kurze Zeit ein glockenförmiger Berg oder Berghöhen über die Alb aufragend. Des Bergmassivs Flanken zerrüttet, zerrissen, durch vulkanische Ausbrüche weiter gestört und in Bewegung gesetzt, glitten ab und hinüber auf das Weißjura-Fußland des Riesberges. Dort liegen sie heute als überschobene Massen — verknetete Keuper und Juratone als „bunte Breccien“, zertrümmerte, „vergrieste“ Jurakalke, zusammengeschobene Schollen und mächtige Schollenmassen, gemischt mit granitischen und liparitischen Ausbruchsmassen —; in der breiten Zone des „Vorries“ umgürten sie als Trümmer und „Klippen“ und Berge und Decken heute den Rieskessel im W, S und O bis zur Donau hin. Dann sank der Bergrest zurück zum „Rieskessel“, doch nicht bis zur ursprünglichen Lage des Untergrundgebirges, sondern nur so weit, daß der Granit des eingesunkenen Rieskessels heute noch etwa 150—200 m höher liegt, als er vor den geologischen Bewegungen der Riesbildung hinaufreichte. Warme Quellen schufen „Sprudelkalke“, und jungmiocäne Süßwasserkalke wurden im fertigen Rieskessel abgelagert. Das in kürzestem die BRANCA-FRAAS'sche Erklärung des Riesproblems, zu dessen Lösung weder vulkanische Explosion allein (KRANZ) noch die Mitwirkung von Gletscherschüben (KOKEN) befriedigende Handhaben geben können.

Auf der Alb, W. von Heidenheim, liegt kraterrund in den oberen Weißen Jura eingesenkt das Becken von Steinheim, die „tertiäre Oase“ in der Juratafel. Seit alters ist Steinheim berühmt durch seine „Schneckensande“ mit den Entwicklungsreihen von *Carinifex multiformis* und durch seine wunderbar reiche Wirbeltierfauna des Jungmiocän, welche der Vater FRAAS' beschrieben hat. In ihm ein Rätsel. Da ragt inmitten der Klosterberg auf: von Tertiär umgürtete Gesteine des Braunen und des unteren Weißen Jura (nicht auch des Lias), wie durcheinandergerüttelt, setzen ihn zusammen, liegen in der Höhe des umgebenden oberen Weißen, also viel zu hoch. QUENSTEDT nannte das Steinheimer Becken ein „Ries im kleinen“ — sein Durchmesser von 2,5 km ist ja nur $\frac{1}{10}$ des Riesdurchmessers. Diese gefühlsmäßige Deutung traf ohne Beweis das Rechte. 1899 machte sich E. FRAAS an die Untersuchung des Rätsels (110, 1900); doch volle Klarheit konnte erst gewonnen werden, als die Berliner Akademie für eine von BRANCA und FRAAS gemeinsam unternommene Arbeit die Mittel zu ausgedehnteren Schürfen und Grabungen gewährte. Nun kam die Lösung (111, 1905; 112, 1906; 112 a, 1914). Hier wie im Ries wurde ein Gesteinspfropf einst, im Jungmiocän, hoch aufwärts gepreßt, dessen Rest der Klosterberg ist: Brauner Jura, kuppelförmig aufgetrieben, zerquetscht und verknetet, von älterem bis mittlerem Weißem Jura ummantelt, das Ganze tollst zerrüttet. Hier aber nicht, wie im Ries, Abgleiten der Bergflanken auf den Fußrand des Berges, hier keine überschobenen Massen, keine „Vorries-Zone“ auf der umgebenden Tafel. Hier wie im Ries wurde durch Zurücksinken des Berges der Kessel geschaffen, an dessen Rändern vollständigste Zermalmung, „Vergriesung“ des Weißjura der Albtafel von der gewaltigen Druckkraft der Bewegungen zeugt. Hier wie im Ries heiße Quellen mit Sprudelkalkabsätzen und Süßwasserkalke — hier mit der ungeheuerlichen Masse von Schnecken, mit den Resten zahlreichster Wirbeltiere. Hier wie im Ries gewißlich nur der Vulkanismus die treibende Kraft, obwohl hier kein vulkanisches Gestein zutage tritt; Vulkanismus, dessen bewegende Kraft mit dem Emportreiben der Bergglocke erschöpft war. „Kryptovulkanisch“ nennen die beiden Forscher das Becken von Steinheim, da der es bedingende vulkanische Antrieb sich an der Erdoberfläche durch keine Schmelzflußgesteine irgend welcher Art anzeigt.

Ries und Steinheim sind jetzt ihrer größten Rätsel entschleiert, in den Grundzügen ihres Wesens erkannt.

Sonstiges zur Geologie Schwabens.

Von anderen Fragen zum Bau und zur allgemeinen Geologie seiner Heimat, über welche FRAAS sich äußerte, seien z. B. erwähnt: die gegen C. REGELMANN gerichtete Verteidigung des südlichen Abbruchs der Albtafel an der Donaulinie (113, 1910; 96, 1911; 97, 1912), seine Beobachtungen über Höhlenbildungen im Weißen Jura (57, 1894) — durch Auslaugung erweiterte Klüfte, welche zeitweilig von Rinnsalen durchströmt waren —, seine Erklärung der Trockentäler auf der Alb (115, 1906) als ehemalige, unterirdische

Flußläufe, deren Decken einstürzten. — Unter den Druckwirkungen im Malm des Steinheimer Beckens beschrieb er (111, 1905) Bildungen, welche äußerlich vollständig den geriefen Kegeln der Nagelkalke gleichen. — Wenn an einer Stelle die Schichtung der Sedimentär-gesteine auf horizontal wirkendem Gebirgsdruck beruhend angegeben wird (121, 1892), so liegt da eine nicht ganz getreue Wiedergabe des betr. Vortrages vor.

Reisefrüchte.

Eine reiche Fülle an geologischen Beobachtungen sammelte er auf seinen vielen Reisen (123—137) und stellte sie nutzbringend in den Dienst der heimischen Geologie, wie z. B. die Vorgänge in der Arabischen Wüste zur Deutung der Entstehung unseres Buntsandsteins. Ich hebe von den meist in Vorträgen behandelten Reiseergebnissen nur einiges hervor.

Von seiner ersten Reise nach Ägypten (1897), von Wegen, die einst sein Vater gewandert, schilderte er seine Beobachtungen in Ober-Ägypten zwischen Keneh und Theben am Nil und Kosseir am Roten Meer (123, 1900). Dort sieht er ein uraltes, aus Gneissen, kristallinen und vielleicht altpaläozoischen Gesteinen aufgebautes Faltengebirge, ein Stück Urafrika; diskordant, wenig gen West geneigt, lagert auf dessen eingeebener Hochfläche im Westen „nubischer Sandstein“ und marine jüngere Kreide (Senon), die Tafelberge und die Uadis der Wüste bildend. Im Osten kommt (wie jenseits des Nils) noch Alttertiär dazu und jüngste Bildungen teils marinen Charakters; Nordwest-Südostbrüche staffeln dort im Osten das Gebirge gegen den tief eingesunkenen jungen Graben des Roten Meeres.

Die Reise nach Ostafrika (1907) wurde auch zu genaueren stratigraphischen Feststellungen ausgenutzt. Außer der Schilderung der mesozoischen Ablagerungen von Lindi bis zum Tendaguru (41, 1908) verdanken wir FRAAS genauere Mitteilungen und Aufsammlungen aus den Juragebieten des Hinterlandes von Daressalam und von Mombassa (124, 1908). Die aus den beiden letzteren Gebieten mitgebrachten Versteinerungen, welche E. DACQUÉ eingehender untersucht hat, erlaubten genauere Klarlegungen über Ostafrikas obersten Braunen Jura (Callovia von Pendambili, Daressalam) und über den unteren Weißen Jura (Oxford von Mombassa, wo übrigen Ablagerungen bis zum mittleren Braunen Jura ϵ = Bathonien hinunter vorkommen), Jura-ablagerungen, deren Fauna neben indischen Charakteren mitteleuropäische und spezifisch portugiesische Einschläge zeigen.

Bei seinem Besuch der Dinosaurierlagerstätten im Westen Nordamerikas (125, 1901) fand FRAAS Gelegenheit, in Wyoming marine Juraschichten abzusammeln, welche er nach dem Vorkommen von Cardioceraten („Cordaten“) etwa unserer Lamberti-Knollenschicht gleichsetzt und danach die darauffolgenden terrestren Dinosaurierlager der *Atlantosaurus*-beds als dem Oxford bis jüngerm Malm angehörend erklärt.

Lehrwerke.

Hat FRAAS auch nur kurze Zeit lehrend gewirkt, so blieb ihm das Lehren doch immer ein wichtiger Teil seines Tuns. Er lehrte in seinen vielen Vorträgen, die er allerorten im Lande hielt, und er lehrte in Büchern. Ist doch sein Führer durch die vaterländische Sammlung in Stuttgart (138 1910) — übrigens mit KOKEN's Führer durch die Tübinger Sammlung das beste, was ich an Führern überhaupt kenne — ein prächtiger Leitfaden durch die historische Geologie von Württemberg. — Seine in der Sammlung Göschen jetzt im sechsten Abdruck der dritten Auflage vorliegende „Geologie“ (139, 1912) ist viel begehrt. Namentlich Studierende mit bescheideneren Ansprüchen an das ihnen durch die Not des Examens aufgezwungene Interesse für Geologie führen gern das Büchlein in der Hand, welches auf wenigen Seiten viel Wissenswertes enthält. — Dem höchst heiklen Punkt — Geologie im Schulunterricht — hat FRAAS erst jüngst noch durch einen Leitfaden (140, 1913) seine Kraft gewidmet. — Dem Unterricht dienen auch seine Wandtafeln zur Geologie (142). Die zur historischen Geologie zeigen eine ganz eigenartige Darstellung des zu Lehrenden: Meist nach deutschen Vorkommnissen schematisierte Profile einer Formation bilden z. T. Untergrund und Küste eines Meeres, in welchem sich die der Formation eigentümlichsten Meerestiere tummeln. Das wird vom Standpunkt des Didakten verschieden eingeschätzt werden können. — Seinen Landsleuten, denen von alters her das Sammeln von Versteinerungen im Blute liegt, gibt er in seinem Petrefakten-sammler (141, 1912) ein Hilfsbuch zum Bestimmen in die Hand. Die Versteinerungen sind 1. nach Zeitaltern, 2. systematisch geordnet; neben zahlreichen Textbildern geben 72 schön gezeichnete Tafeln die wichtigsten Versteinerungen wieder. Aus der Einleitung dieses Buches kann neben vielen sonst zu beherzigenden Winken die Mahnung zur Beschränkung nicht kräftig genug unterstrichen werden: „Eine Privatsammlung hat die Aufgabe, ein möglichst vollständiges Bild der nächsten Umgebung des Sammlers zu werden; und je mehr sie dieser Aufgabe gerecht wird, desto größer wird auch ihr wissenschaftlicher Wert sein.“

Das Wesentlichste dessen, was EBERHARD FRAAS an wissenschaftlichem Werk veröffentlicht hat, sahen wir an uns vorüberziehen. Es ist eine ungewöhnlich große Fülle von Arbeit, welche er in der kurzen Zeit von kaum drei Jahrzehnten uns geleistet hat, und reiche Ernte an wissenschaftlicher Frucht sehen wir sein. Scheint auch manch Bedeutsames, manch glänzende Neuheit, die er uns kennen lehrte, als Fund wie als Gabe des Glücksfalls ihm in die Hände gespielt, er hat es wie in seinen Reptilarbeiten verstanden, auch diese verschiedenartigsten Perlen zu einem Geschmeide einheitlich reinen Stils zu fassen. Das Leben der Vorzeit nicht nach der Menge der Wesen, sondern nach der Art des Werdens und Seins zu erhellen,

dafür setzte er sein Können und seine Kraft ein. Aus der Geschichte der Erde hat er so manch Runenzeichen zu enträtseln vermocht.

Viele beste Werksteine zum Gebäude unserer Wissenschaft wußte er zu finden, und er wußte sie an bestimmender Stelle in den Bau einzufügen. Voll höchster Anerkennung danken wir ihm das. Und er hat es verstanden, sein Wissen und Können mit reichstem Erfolg über die kleine Gemeinde der Fachgenossen hinaus in weitere Kreise zu tragen, der Erdgeschichte und der Geschichte des Lebens Freunde in großer Zahl zu gewinnen. Das dankt ihm das Schwabenland.

Nun ruht die Hand, die nimmer müde den Hammer so rührig führte, und der Mund ist für immer geschlossen, der so wissensfreudig der Dolmetsch dessen war, was Stein und Erde raunen. EBERHARD FRAAS ist von uns gegangen — es bleibt sein Name wie sein Werk!

Verzeichnis der Schriften von Eberhard Fraas.

Abkürzungen:

- W. J. = Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg.
O. R. = Berichte des Oberrheinischen Geologischen Vereins.
D. G. = Zeitschrift (und Monatsberichte) der Deutschen Geologischen Gesellschaft.
N. J. = Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie.
Pal. = Palaeontographica.
K. Bl. = Korrespondenzblatt der Deutschen Gesellschaft für Anthropologie etc.
[V.] bezeichnet Vorträge, über welche nur gekürzte Berichte vorliegen.

1. Paläontologie.

(Wirbellose Tiere.)

1. Die Asterien des Weißen Jura von Schwaben und Franken, mit Untersuchungen über die Struktur der Echinodermen und das Kalkgerüst der Asterien. — Pal. 1886. Bd. 32. S. 227.
2. Über ein Ophiuren-Vorkommen bei Crailsheim. — N. J. 1888. Bd. I. S. 170.
3. [V.] Über Krankheitserscheinungen an fossilen Crinoiden. — W. J. 1898. Bd. 54. S. LXX.
4. [V.] Vorlage einer *Pentacrinus*-Platte. — W. J. 1910. Bd. 66. S. LXXXVIII.
5. *Loliginites (Geoteuthis) Zitteli* E. FRAAS aus den Laibsteinen des Lias ε. — W. J. 1889. Bd. 45. S. 217.
6. Eine rezente *Keruvia*-Bildung. — Verh. d. k. k. Zoolog.-botan. Ges. Wien. 1911. S. 70.
7. [V.] Über fossile Glasschwämme. — W. J. 1897. Bd. 53. S. VII.

(Fische.)

8. *Ceratodus priscus* E. FRAAS aus dem Hauptbuntsandstein. — O. R. 1904. 37. Ber. S. 30.
9. Kopfstacheln von *Hybodius* und *Acrodus*, sog. *Ceratodus heteromorphus* Ag. — W. J. 1889. Bd. 45. S. 233.

10. Ein Fund von Skelettresten von *Hybodus* (*H. Hauffianus* E. FRAAS). — O. R. 1895. 28. Ber. S. 24.
11. Neue Selachierreste aus dem oberen Lias von Holzmaden. I. *Hybodus Hauffianus* E. FRAAS. II. *Palaeospinax Smith Woodwardi* E. FRAAS. — W. J. 1896. Bd. 52. S. 1.
12. Chimaeridenreste aus dem oberen Lias von Holzmaden. — W. J. 1910. Bd. 66. S. 55.
13. Säge von *Propristis Schweinfurthi* DAMES aus dem oberen Eocän von Ägypten. — N. J. 1907. Bd. I. S. 1.

(Stegocephalen — Amphibien — Reptilien.)

14. Die schwäbischen Trias-Saurier nach dem Material der Kgl. Naturaliensammlung in Stuttgart zusammengestellt. — Festgabe zur 42. Versammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Stuttgart, 1896.
15. Die Labyrinthodonten der schwäbischen Trias. — Pal. 1889. Bd. 36. S. 1.
16. *Labyrinthodon* aus dem Buntsandstein von Teinach. — W. J. 1901. Bd. 57. S. 318.
17. Neue Labyrinthodonten aus der schwäbischen Trias. — Pal. 1913. Bd. 60. S. 275.
18. *Rana Danubiana* H. v. MEYER var. *rara* O. FRAAS aus dem Obermiocän von Steinheim. — W. J. 1903. Bd. 59. S. 105.
19. *Rana Hauffiana* n. sp. aus den Dysodilschiefern des Randecker Maars. — W. J. 1909. Bd. 65. S. 1.
20. Über die Finne von *Ichthyosaurus*. — W. J. 1888. Bd. 44 S. 280 und [V.] O. R. 1888. 21. Ber. S. 32.
21. Die Ichthyosaurier der süddeutschen Trias- und Jura-Ablagerungen. — Tübingen 1891.
22. Über einen neuen Fund von *Ichthyosaurus* in Württemberg. — N. J. 1892. Bd. II. S. 87.
23. *Ichthyosaurus numismalis* E. FRAAS. — W. J. 1892. Bd. 48. S. 22.
24. [V.] Neues und Altes über Ichthyosaurier. — W. J. 1893. Bd. 49. S. XXXIX.
25. Die Hautbedeckung von *Ichthyosaurus*. — W. J. 1894. Bd. 50. S. 493.
26. Ein neues Exemplar von *Ichthyosaurus* mit Hautbedeckung. — Földtany Közlöny. 1897. Bd. 28. S. 169.
27. Embryonaler *Ichthyosaurus* mit Hautbekleidung. — W. J. 1911. Bd. 67. S. 480.
28. Ein unverdrückter *Ichthyosaurus*-Schädel. — W. J. 1913. Bd. 69. S. 1.
29. *Aëtosaurus crassicauda* n. sp. nebst Bemerkungen über das Becken der Aëtosaurier. — W. J. 1907. Bd. 63. S. 101.
30. [V.] Über einen neuen Saurier, *Dakosaurus*, aus dem Weißen Jura ζ. — W. J. 1895. Bd. 51. S. CXVII.
31. [V.] Über die fossilen Krokodile des Weißen Jura. — W. J. 1901. Bd. 57. S. CXXVI.
32. Die Meereskrokodile (*Thalattosuchia* n. g.) eine neue Gruppe der Juraformation. — W. J. 1901. Bd. 57. S. 409.
33. Die Meererkrokodilier (*Thalattosuchia*) des oberen Jura unter spezieller Berücksichtigung von *Dacosaurus* und *Geosaurus*. — Pal. 1902. Bd. 49. S. 1.
34. [V.] Schwäbische Plesiosaurier. — W. J. 1909. Bd. 65. S. XLIII.

35. Plesiosaurier aus dem oberen Lias von Holzmaden. — Pal. 1910. Bd. 57. S. 105.
36. *Proganochelys Quenstedti* BAUR (*Psammochelys keuperina* QU.) — W. J. 1899. Bd. 55. S. 401.
37. *Thalassemys marina* E. FRAAS aus dem oberen Weißen Jura von Schnaitheim nebst Bemerkungen über die Stammesgeschichte der Schildkröten. — W. J. 1903. Bd. 59. S. 72.
38. *Proterochoersis*, eine pleurodire Schildkröte aus dem Keuper. — W. J. 1913. Bd. 69. S. 13.
39. [V.] Dinosaurierfunde in Ostafrika. — W. J. 1908. Bd. 64. S. LXXXIV.]
40. [V.] Dinosaurierfunde in Ostafrika. — D. G. (Monatsber.) 1908. S. 172.
41. Ostafrikanische Dinosaurier. — Pal. 1908. Bd. 55. S. 105.
42. Die ostafrikanischen Dinosaurier. — WITTING, Samml. wissenschaftl. Vorträge. H. 1. 1912.
43. Weitere Beiträge zur Fauna des Jura von Nordost-Grönland. — Meddelelser om Groenland. 1904. Bd. 30. S. 279.
44. *Zanclodon Schützi* n. sp. aus dem *Trigonodus*-Dolomit von Hall. — W. J. 1900. Bd. 56. S. 510.
45. [V.] Alte und neue Dinosaurierfunde. — W. J. 1910. Bd. 66. S. XCIII.
46. Die neuesten Dinosaurierfunde in der schwäbischen Trias. — Die Naturwissenschaften. 1913. Bd. 1. S. 1097.
47. [V.] Über die schwäbischen Dinosaurier. — W. J. 1912. Bd. 68. S. LXVI.
- 47a. [V.] Über die neuesten Dinosaurierfunde in Württemberg. — W. J. 1914. Bd. 70. S. LX.
48. Reste von *Zanclodon* aus dem oberen Keuper vom Langenberg bei Wolfenbüttel. — D. G. 1897. Bd. 49. S. 482.

(Säugetiere, Höhlenfaunen.)

49. Neue Zeuglodonten aus dem unteren Mittelmiocän vom Mokattam bei Kairo. — Geol. u. Pal. Abhandl. 1904. N. F. Bd. 6. H. 3.
50. [V.] Zur Stammesgeschichte der Waltiere. — W. J. 1905. Bd. 61. S. LXIII.
51. Pleistocäne Fauna aus den Diamantseifen von Südafrika. — D. G. 1907. Bd. 59. S. 232.
52. Oligocäne Affen aus Ägypten. — K. Bl. 1911. Bd. 42. S. 191.
53. [V.] Über einen Mammutzahn aus dem *Opalinus*-Ton. — W. J. 1892. Bd. 48. S. LXX.
54. Elefantenzähne von Steinheim a. d. Murr. — W. J. 1914. Bd. 70. S. 34.
55. [V.] Die Irpfelhöhle bei Giengen a. d. Brenz. — K. Bl. 1892. Bd. 23. S. 117.
56. Die Irpfelhöhle im Brenztale. — D. G. 1893. Bd. 45. S. 1.
57. Die Charlottenhöhle bei Hürben. — W. J. 1894. Bd. 50. S. LXII.
58. Die Beilsteinhöhle auf dem Heuberg bei Spaichingen. — Fundber. a. Schwaben. 1895. Bd. 3. S. 18.
59. [V.] Die schwäbischen Höhlen und ihre Bewohner. — W. J. 1895. Bd. 51. S. LI.
- 59a. [V.] Über die Höhlenbewohner der Alb und ihr Verhältnis zur oberschwäbischen Eiszeit. — W. J. 1896. Bd. 52. S. CIV.
60. Die Sibyllenhöhle auf der Teck bei Kirchheim. — D. G. 1899. Bd. 51. S. 75.

61. Die Höhlen der Schwäbischen Alb. — Schriften d. schwäb. Höhlenvereins. 1891. No. 4.

62. Altes und Neues aus dem Hohlefels bei Schelklingen. — K. Bl. 1907. Bd. 38. S. 54.

(Anthropologica.)

63. [V.] Über *Pithecanthropus erectus*. — W. J. 1895. Bd. 51. S. CXXV.

64. Grabungen an der Schussenquelle anlässlich des Bahnbaues im Sommer 1896. — Fundber. a. Schwaben. 1896. Bd. 4. S. 23.

65. [V.] Über den Fund eines Menschenzahnes im Altdiluvium von Taubach. — D. G. 1895. Bd. 47. S. 616.

66. Römische Statuetten von Wisent und Ur. — Fundber. a. Schwaben. 1899. Bd. 7. S. 37.

67. Über die Markhöhle im Humerus von *Elephas*. — K. Bl. 1900. S. 38.

(Allgemeine Paläontologie.)

68. [V.] Land- und Wassersaurier. — W. J. 1899. Bd. 55. S. LXVI.

69. Reptilien und Säugetiere in ihren Anpassungserscheinungen an das marine Leben. — W. J. 1905. Bd. 61. S. 347.

70. [V.] Über Dauerformen in der Tierwelt. — W. J. 1904. Bd. 59. S. LXXXII.

71. [V.] Vorlage deformierter Schilder von *Belodon* aus dem Stubensandstein von Gablenberg. — W. J. 1912. Bd. 68. S. LXXVIII.

72. [V.] Über das Massensterben unter den Tieren und dessen Bedeutung für die Paläontologie. — W. J. 1913. Bd. 69. S. LXII.

(Vermischte Fundberichte.)

73. [V.] Über die neuesten paläontologischen Funde in Württemberg. — W. J. 1894. Bd. 50. S. LXXXIX.

74. [V.] Vorzeigung einiger neuerer Funde aus den schwäbischen Formationen. — W. J. 1900. Bd. 56. S. XLIV.

75. [V.] Über die von Dr. LEUBE ausgestellten Gesteine und Petrefakten aus den Cementsteinbrüchen. — W. J. 1901. Bd. 57. S. CXII.

76. [V.] Neue schwäbische Saurierfunde. — W. J. 1909. Bd. 65. S. XXXIII.

2. Geologie.

(Alpengeologie.)

77. (Mit A. ROTHPLETZ und anderen.) Geologische Karte des Karwendelgebirges. München 1888.

78. Das Wendelsteingebiet (mit geol. Karte). Geogn. Jahresh. München 1891. Bd. 3. S. 65.

79. Szenerie der Alpen. Leipzig 1892.

80. [V.] Über die geologische Szenerie der Alpen. — W. J. 1895. Bd. 51. S. CXXXVI.

(Geologie Württembergs; Kartierung.)

81. Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg:

a) zu den von J. HILDENBRAND aufgenommenen Blättern: Neckarsulm, Öhringen und Ober-Kessach 1892; Mergentheim, Niederstetten, Künzelsau und Kirchberg 1892;

b) zu den revidierten und neu herausgegebenen Blättern: Freudenstadt 1894, Stuttgart 1895, Böblingen 1896, Liebenzell 1897, Kirchheim 1898, Göppingen 1901, Urach 1902, Besigheim 1903, Aalen 1912.

82. (Die geognostische Profilierung der württembergischen Eisenbahnlilien.)
VII. Die Gäu- und Kinzigbahn von Stuttgart nach Schiltach. VIII. Die
Eisenbahnlinie von Reutlingen nach Münsingen. — Württ. Jahrb. f. Statistik
u. Landesk. 1888, 1893.

(Geologie Württembergs; historische Geologie.)

83. Über die natürliche Stellung und Begrenzung der Lettenkohle in Württem-
berg. — D. G. 1892. Bd. 44. S. 564.
84. Die Bildung der germanischen Trias, eine petrogenetische Studie. — W. J.
1899. Bd. 55. S. 36.
85. Die Triaszeit in Schwaben. Ein Blick in die Urgeschichte an der Hand
von R. BLEZINGER's geologischer Pyramide. Ravensburg, 1900.
86. [V.] Die geologischen Verhältnisse vom Taubertal und Bad Mergentheim.
— W. J. 1910. Bd. 66. S. LIV.
87. Geologische und paläontologische Beiträge aus dem Triasgebiet von Schwaben
und Franken seit 1907. (Literaturbericht.) Geol. Rundschau, 1911.
88. Triasformation. — Handwörterbuch d. Naturwiss. 1915. Bd. X.
89. Rankensteine aus dem Rhätquarzit vom Vierenberg bei Schötmar (Hannover).
— 3. Jahre-ber. d. Niedersächs. Geol. Ver. 1910.
90. [V.] Das Bohrloch von Sulz am Neckar. — O. R. 23. Ber. 1890. S. 35.
91. Das Bohrloch bei Erlenbach bei Heilbronn. — W. J. 1914. Bd. 70. S. 37.
92. [V.] Entstehungszeit des Lias ϵ in Schwaben. — W. J. 1901. Bd. 57.
S. LXVIII.
93. Die geologischen Verhältnisse des Oberamts Ulm. (Oberamtsbeschreibung,
Ulm.) 1897. [Vergl. hier No. 145 des Verzeichnisses.]
94. Bericht über die Exkursionen in der Umgebung von Ulm. — O. R. 41. Ber.
1908. S. 13.
95. [V.] Die Tertiärbildungen der Ulmer Alb. — W. J. 1911. Bd. 67. S. LXXV.
96. Die Tertiärbildungen am Albrand der Ulmer Gegend. — W. J. 1911. Bd. 67.
S. 535.
97. Neues Tertiärvorkommnis bei Temmenhausen OA. Blaubeuren. — W. J. 1912.
Bd. 68. S. 155.
98. [V.] Über pleistocäne Bildungen im schwäbischen Unterlande. — D. G. 1896.
Bd. 48. S. 696.
99. Scheinbare Glazialerscheinungen im Schönbuch. — Centralbl. f. Min. etc.
1901. S. 6.
100. [V.] Diluviale Torfschichten in der Neckarstraße zu Stuttgart. — W. J. 1905.
Bd. 61. S. LIX.
101. [V.] Bemerkungen zu einem Vortrag von PROBST „Die kartographische Dar-
stellung der Quartärformation in Oberschwaben. — W. J. 1899. Bd. 55.
S. LXXXIV.

(Geologie Württembergs; Vulkane.)

102. Bericht über die während der 26. Versammlung zu Hohenheim ausgeführte
Exkursion. — O. R. 1893, 26. Ber. S. 9.
103. Neues Vorkommen von Basalttuff im Gewand Möllenhof südöstlich von
Weilheim a. d. Limburg. — W. J. 1899. Bd. 55. S. 398.
104. [V.] Das geologische Problem im Ries. — W. J. 1901. Bd. 57. S. LXXXV.

105. Die geologischen Verhältnisse im Ries (Führer mit Erläuterungen). — O. R. 1903. 36. Ber. S. 3.
106. W. BRANCO und E. FRAAS: Das vulkanische Ries bei Nördlingen in seiner Bedeutung für Fragen der Allgemeinen Geologie. — Abh. d. Berliner Akad. d. Wiss. 1901.
107. — — Beweis für die Richtigkeit unserer Erklärung des vulkanischen Ries bei Nördlingen. — Sitzungsber. d. Berliner Akad. d. Wiss. 1901. S. 501.
108. W. BRANCA und E. FRAAS: Die Lagerungsverhältnisse bunter Breccie an der Bahnlinie Donauwörth—Treuchtlingen und ihre Bedeutung für das Riesproblem (nebst einem Beitrag von W. SCHÜTZE). — Abh. d. Berliner Akad. d. Wiss. 1907.
109. — — Abwehr der Angriffe W. KRANZ' gegen unsere, das vulkanische Ries bei Nördlingen betreffenden Arbeiten. — Centralbl. f. Min. etc. 1911. S. 450 u. 469.
110. Der geologische Aufbau des Steinheimer Beckens. — W. J. 1900. Bd. 56. S. 47.
111. W. BRANCO und E. FRAAS: Das kryptovulkanische Becken von Steinheim. — Abh. d. Berliner Akad. d. Wiss. 1905.
112. [V.] Das kryptovulkanische Becken von Steinheim. — W. J. 1906. Bd. 62. S. LXXVIII.
- 112a. Erwiderung auf W. KRANZ' „Das Problem des Steinheimer Beckens“. — O. R. 47. Ber. (N. F. Bd. 4.) S. 113.

(Geologie Württembergs; Vermischtes.)

113. Donaubruchline und Vorries. — O. R. 1910. 43. Ber. S. 77.
114. [V.] Von der Alb zu den Alpen. — W. J. 1905. Bd. 61. S. LXXIV.
- 114a. Ein Rückblick in die Urzeiten. Erdgeschichtliche Einleitung zu A. SCHLITZ, Urgeschichte Württembergs. Stuttgart (ohne Jahr).
115. [V.] Die Donauversickerung in ihrer allgemein-geologischen Bedeutung. — W. J. 1906. Bd. 62. S. LIX.
116. [V.] Bemerkung zum MILLER'schen Vortrag „Die Lagerung unseres Stein-salzes“. — W. J. 1899. Bd. 55. S. LXV.
117. Erklärung gegen die Erwiderung des Herrn ENDRISS betreffend BRANCO's Äußerung über Kochendorf. — W. J. 1899. Bd. 55. S. 470.
118. [V.] Die neuentdeckte Thermalquelle bei Wildbad. — W. J. 1905. Bd. 61. S. LIX.
119. [V.] Über die Stuttgarter Wasserversorgungsfrage. — W. J. 1910. Bd. 66. S. LXXVIII (Titel).
- 119a. Die Entstehung der Bodenarten von Stuttgart und Umgebung. — Obstbau, 1892.
120. [V.] Über Erdbeben, unter besonderer Berücksichtigung des Erdbebens vom 16. Nov. 1911. — W. J. 1912. Bd. 68. S. XCIII.
121. [V.] Über Druckerscheinungen bei Gesteinen. — W. J. 1892. Bd. 48. S. LXXIV.
122. [V.] Über einige interessante Verwitterungserscheinungen. — W. J. 1898. Bd. 54. S. LXIV.

(Fremdländisches und Reiseberichte.)

123. Geognostisches Profil vom Nil zum Roten Meer. — D. G. 1900. Bd. 52. S. 569.
124. E. FRAAS und E. DACQUÉ: Beobachtungen über den ostafrikanischen Jura. — Centralbl. f. Min. etc. 1908. S. 641.

125. [V.] Über Jura von Nordamerika. — D. G. 1901. Bd. 54. Prot. S. 59.
126. O. und E. FRAAS: Aus dem Süden. Reisebriefe aus Südfrankreich und Spanien. 1888.
127. [V.] Über eine Pfingstexkursion nach dem östlichen Ungarn. — W. J. 1895. Bd. 51. S. CV.
128. [V.] Über den Verlauf des VI. Internationalen Geologenkongresses in Zürich. — W. J. 1895. Bd. 51. S. CVII.
129. [V.] Reiseerinnerungen aus Sizilien und Sardinien. — W. J. 1897. Bd. 53. S. XXXV.
130. [V.] Über den Yellowstonepark. — W. J. 1902. Bd. 58. S. LX.
131. [V.] Geologische Streifzüge durch die Prairien und Felsengebirge Nordamerikas. — W. J. 1902. Bd. 58. S. LXV.
132. [V.] Aus dem Lande der Dinosaurier (Titel). — W. J. 1902. Bd. 58. S. CIII.
133. [V.] Geologische Streifzüge in den galizischen Karpathen und der Tatra. — W. J. 1904. Bd. 60. S. LXXIV.
134. [V.] Geologischer Streifzug in Serbien. — W. J. 1907. Bd. 63. S. LI.
135. Wüstenreise eines Geologen in Ägypten. — Kosmos 1906.
136. [V.] Geologisches aus Ägypten. — W. J. 1907. Bd. 63. S. XLII.
137. Geologische Streifzüge in Ostafrika. — Stuttgart 1909.

(Lehrmittel.)

138. Führer durch die K. Naturaliensammlung zu Stuttgart. I. Die geognostische Sammlung Württembergs, zugleich ein Leitfaden für die geologischen Verhältnisse und die vorweltlichen Bewohner unseres Landes. 1. Aufl. 1903, 3. Aufl. 1910.
139. Geologie. — Sammlung Göschen. 3. Aufl. 6. Abdruck. 1912.
140. Leitfaden für den geologischen Unterricht in den württemb. Schulen. 1913.
141. Der Petrefaktensammler. Ein Leitfaden zum Sammeln und Bestimmen der Fossilien Deutschlands. 1912.
142. Wandtafeln: I. 12 Tafeln: Die Naturerscheinungen der Erde, als Einführung in die physikalische Geographie und allgemeine Geologie. II. 7 Tafeln: Die Entwicklung der Erde und ihrer Bewohner, mit Schichtenprofilen, Leitfossilien und landschaftlichen Rekonstruktionen.

(Mitteilungen vermischten Inhalts.)

143. [V.] Über Gesteine vom Kilimandscharo. — W. J. 1892. Bd. 48. S. XCII.
144. [V.] Über Platin und Diamanten. — W. J. 1893. Bd. 49. S. LXIII.
145. [V.] Über die zoologische Station von Neapel (mit vergleichenden Bemerkungen über die Bildung jurassischer Ablagerungen und des Tertiärs in Oberschwaben). — W. J. 1897. Bd. 53. S. LXI.
146. [V.] Vorlage synthetisch hergestellter Edelsteine. — W. J. 1909. Bd. 65. S. XLIII.

Nachrufe.

147. Nekrolog auf Professor Dr. FRIEDRICH NIES. — W. J. 1896. Bd. 55. S. XXXIX.
148. Nachruf für Dr. E. SCHÜTZE. — O. R. 1909. 42. Ber. S. 40.
149. Zum Gedächtnis an Dr. CARL THEODOR V. BAUR. — W. J. 1911. Bd. 69. S. XL.
150. Zum Gedächtnis an Prof. Dr. E. v. KOKEN. — W. J. 1913. Bd. 69. S. XXXVII.

Auf den Hingang von
Professor Dr. Eberhard Fraas

(Gestorben Stuttgart, 6. März 1915)

So muß ich nun am Sarg des Sohns auch stehen,
Wie ich dereinst an dem des Vaters stand,
Auch ihm ins allzufrühe Grab jetzt sehen,
Mit dem dieselbe Freundschaft mich verband.
's ist hart, im Alter immer mehr auf Erden
Einsam zu werden.

Du warst ein Mann von idealem Streben,
Warst eine Leuchte unsrer Wissenschaft,
In deren Dienst Du hingabst Leib und Leben,
Der Du geopfert Deine volle Kraft,
Und deren Früchte Du gepflückt den Deinen,
Die um Dich weinen.

Doch uns, den Freunden, bist Du mehr gewesen,
Uns gabest Du Dich selbst ganz, wie Du warst;
Schwer ist's, recht schwer für uns, solch Band zu lösen,
Das jäh in schrillum Mißklang jetzt uns barst;
Recht schwer, so sehen einen um den andern
Hinweg zu wandern.

Du bist zu früh aus unsrem Kreis geschieden,
Noch war Dein Herz uns nötig, Deine Hand,
Nicht ausgereift noch schienen Deine Blüten
Für Heimat, Wissenschaft und Vaterland;
Zu früh, so sagen wir, jetzt noch im Staube,
Nicht sagt's der Glaube.

Du bist im Sturm aus dieser Welt gegangen,
Im Sturm auch, der jetzt diese Welt durchfegt.
Ein gü't'ger Gott riß Dich aus all dem Bangen,
Das er hat uns'rem Volke auferlegt;
Wir geh'n durch Blut und Tränen jetzt hienieden,

Du ruhst im Frieden.

Pfarrer Dr. Engel, Eisingen.

