

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Vierzehnter Jahrgang

23. April 1926

Heft 17

Ergebnisse meiner Forschungsreisen in den Wüsten Ägyptens.

Von E. STROMER, München.

Mitte der achtziger Jahre hat der kürzlich verstorbene G. SCHWEINFURTH, dessen unermüdlicher Forschertätigkeit in Nordostafrika die Wissenschaft so vielseitige Förderung verdankt, in der Wüste nördlich der Fajûm-Oase die ersten bemerkenswerten fossilen Wirbeltierreste Ägyptens entdeckt, marine Urwale (Archaeoceti) in fluvio-marinen, obereocänen Schichten. Leider ist man aber damals weder von deutscher noch von anderer Seite den Funden weiter nachgegangen. Erst gegen Ende der neunziger Jahre fanden dann viel weiter nördlich, im Natrontale, zuerst Schweizer eine Anzahl von dürftigen Säugetier- und Reptilresten in ebenfalls fluvio-marinen Schichten des Pliocäns, hierauf Prof. M. BLANCKENHORN solche auch west-südwestlich davon, bei Moghara, in gleichartigen untermiocänen Ablagerungen. Große Beachtung fand aber erst, daß die Engländer ANDREWS und BEADNELL um die Jahrhundertwende in entsprechenden Schichten des Obereocäns und Unteroligocäns nördlich des Fajûm zufällig eine Fülle gut erhaltener Wirbeltierreste entdeckten, darunter Vorläufer der Elefanten.

Da ich mich schon seit Jahren mit der geologischen Geschichte Afrikas beschäftigt hatte und dabei zu der Überzeugung gelangt war, daß entgegen der herrschenden Ansicht dieses uralte und trotz zeitweiliger, zum Teil starker Meerestransgressionen stets stättliche Festland auch als Entstehungszentrum von Säugetieren eine Rolle gespielt haben müsse, regten mich schon die ersten, vorläufigen Mitteilungen über jene Funde an, selbst in Ägypten Forschungen anzustellen. Dank der Unterstützung durch die bayerische Akademie der Wissenschaften konnte ich in der Folge dreimal, 1901/2, 1903/4 und 1910/11, je ungefähr ein Vierteljahr in den Wüsten Ägyptens forschend und sammelnd tätig sein. Ich sah dabei meine wesentliche Aufgabe darin, Fundorte fossiler Wirbeltiere festzustellen und geologisch zu erforschen, sowie ihre sachgemäße Ausbeutung, besonders für die Münchner paläontologische Staatssammlung, zu sichern. Denn der ausgezeichnete, leider schon 1915 verstorbene Leiter der paläontologischen Sammlung in Stuttgart, Prof. E. FRAAS, hatte in dem Deutschböhmen R. MARKGRAF in Kairo einen ideal gesinnten und sorgfältig arbeitenden Sammler von Fossilien in den Steinbrüchen des Mokattam vor den Toren Kairos gefunden und ich ihn für das Sammeln und Ausgraben von Wirbeltierresten in der Wüste ausgebildet.

Wüsten sind ja für geologische und paläontologische Forschungen ein besonders günstiges Gebiet, weil die anstehenden Gesteinsschichten nur örtlich von Verwitterungsschutt oder Flugsand

verdeckt sind und ihr Fossilinhalt sehr häufig durch den Wind oberflächlich freigelegt ist. Durch derartige, unschwer zu findende, einzelne oder in Gruppen beisammen liegende Reste wird man aufmerksam gemacht, wo noch weitere, womöglich vollständige Skelettreste in den Schichten verborgen sind. Aber deren Ausgraben oder Herausmeißeln in der wasserlosen Wüste, mehr oder minder weit von allen Hilfsquellen, ist eine langwierige und harte Arbeit.

Der entbehrungsreichen, wenig lohnenden und überaus schweren Tätigkeit MARKGRAFS, der, infolge des Weltkrieges brotlos geworden, 1916 im Elende starb, sind die allermeisten und besten, seit 1900 in deutschen Sammlungen, aber auch ein erheblicher Teil der in das naturhistorische Museum in New York gelangten fossilen Wirbeltierreste Ägyptens zu danken, wenn dies auch leider der Curator letzterer Sammlung vergessen zu haben scheint. MARKGRAFS letzte, umfangreiche Ausbeute konnte erst 1922 nach München gelangen, weil im Sommer 1914 die vorher stets überaus zuvorkommenden Angloägypter ihrer Ausfuhr unerwartet Schwierigkeiten bereitet hatten und sie nach dem Weltkriege zum Danke für all das, was Deutsche, besonders für die geologische und paläontologische Erforschung Ägyptens, geleistet haben, konfiszieren wollten. Es konnte dies nur durch Eingreifen nordamerikanischer und englischer Gelehrter und der deutschen und schwedischen Regierung nach jahrelangen Bemühungen verhindert werden, und bloß infolge reicher Geldunterstützung durch meinen deutsch-schweizerischen Freund und Kollegen Dr. PEYER wurde die Übersendung möglich.

Die geologisch-stratigraphischen und paläontologischen Ergebnisse meiner Forschungen im Tertiär und Quartär des Nordens der Libyschen und Arabischen Wüste sind nun zwar nicht völlig, aber doch größtenteils an verschiedenen Stellen veröffentlicht. Wesentlich für weitere Forschung war, daß sich eine Reihe fluvio-mariner Ablagerungen feststellen ließ, die meistens, außer Resten wirbelloser Tiere, verkieselte Hölzer und vor allem Reste von Fischen, Reptilien sowie von Meer, Süßwasser und Land bewohnenden Säugetieren enthielten, Faunen, die bei höherem geologischen Alter den aus dem Norden, aus Asien und Europa, bekannten gleichzeitigen Faunen immer fremdartiger gegenüberstanden. Besonders wichtig war, daß, entsprechend der im allgemeinen ungestörten, fast wagrechten Lage der Schichten und ihrer Folge von Süden nach Norden, diese fluvio-marinen Ablagerungen ziemlich gesetzmäßig verteilt erschienen.

Letzteres, einige geringfügige Hinweise in der geologischen Literatur und eine Mitteilung Prof. M. BLANCKENHORNS, des besten Kenners der Geologie Ägyptens, über von ihm in Oberägypten gemachte Beobachtungen, ließen mich darauf schließen, daß diese Schichtreihe sich nach rückwärts in die Kreideformation verfolgen lassen müsse, und daß in Oberägypten, südlich von Luxor, sowie in der Libyschen Wüste, weit südlich der Fajûm-Oase, im Kessel der Baharije-Oase, die entsprechenden Ablagerungen zu finden sein müßten. Diese Vermutung zu bewahrheiten, war der Zweck meiner letzten Reise von 1910/11; sie hat im wesentlichen, trotz erheblicher Schwierigkeiten, zu einem vollen Erfolge geführt.

Die hier kurz zu besprechenden Ergebnisse, welche in den am Schlusse aufgezählten und nach ihren Nummern im folgenden zitierten Veröffentlichungen verschiedener Gelehrter niedergelegt sind, stellen geologisch zwar einen gewissen Abschluß dar, paläontologisch aber erst einen Beginn, denn die Hauptmenge der gesammelten Fossilien ist noch unbearbeitet.

Was die in Nr. I, III und IV, 2 veröffentlichten geologischen und geographischen Ergebnisse anlangt, so wurden natürlich eine Reihe von Einzelbeobachtungen über örtliche geologische Verhältnisse, Schichtfolge und Wüstengeologie und -geographie in den von Forschern zum Teil nur sehr selten und flüchtig betretenen Gebieten gemacht. Hier ist aber als wichtig nur hervorzuheben, daß es mir gelungen ist, den mehrfach für eine Wüstenbildung angesehenen und als fast fossiler gelten den oberkretazischen nubischen Sandstein Oberägyptens, speziell bei Edfu und Mahámîd als fluviomarin und nicht arm an Pflanzen- und besonders Wirbeltierresten nachzuweisen. Allerdings hatte ich nicht das Glück, vollständig erhaltene Knochen zu finden. Ferner habe ich als die ältesten fossilführenden Schichten Ägyptens (mit Ausschluß der Gebiete am Golfe von Sues) gleichfalls fluviomarine, aber mittelkretazische Ablagerungen (Baharije-Stufe) im Grunde des Nordens des Baharije-Kessels, reich an Pflanzen-, Fisch- und Reptilresten festgestellt.

Der Charakter dieser wesentlich sandigen und tonigen Schichten ist in Nr. I genau beschrieben; es handelt sich, wie bei den entsprechenden tertiären Ablagerungen, um die von Flüssen an ihrer Mündung in ein ganz seichtes Meer. Der Geologe Dr. LEBLING, der auf meine Veranlassung hin 1914 eine Forschungsreise nach Ägypten gemacht hat, gab in Nr. III noch wesentliche Ergänzungen zur Darstellung der geologischen Verhältnisse von Baharije und hat vor allem nachgewiesen, daß dort ebenso wie bei Abu Roasch, westlich von Kairo, keine echten Schichtfaltungen vorhanden sind, wie man bisher angenommen hatte, sondern nur örtliche, eigenartige domförmige Aufwölbungen, vielleicht im Zusammenhang mit Vulkanismus. Sein Nachweis der Geringfügigkeit tektonischer Erscheinungen in der Li-

byschen Wüste ist in bezug auf die Frage der Entstehung der merkwürdigen, abflußlosen Kessel dieses Wüstenplateaus von Bedeutung; denn sie haben nach meinen Befunden und Ansichten (Nr. I) nicht tektonischen oder gar fluviatilen Ursprung, sondern sind durch Wüstendenudation, wesentlich durch die mechanische und chemische Wüstenverwitterung und die Tätigkeit des Windes, entstanden.

In Nr. IV, 2 habe ich als Einleitung in die monographische Beschreibung der fossilen Floren Ägyptens das Vorkommen und geologische Alter derselben klarzustellen versucht. Es hat sich dabei ergeben, daß von den ältesten fossilführenden Schichten an bis zu den jüngsten eine ganze Anzahl pflanzenführender Horizonte feststellbar ist und daß darin hauptsächlich verkieselte Hölzer, allem Anscheine nach Treibhölzer, nämlich Stammstücke oder Stämme ohne Rinde und fast stets auch ohne Äste oder Wurzeln in wagrechter Lage in großer Zahl, meistens auch in stattlicher Größe und mehrfach in weiter Verbreitung vorkommen, so daß man mit Recht von versteinerten Wäldern spricht. Ich konnte schon nach dieser Art des Auftretens die bisher herrschende Annahme widerlegen, daß die Verkieselung postvulkanischen Vorgängen zuzuschreiben oder daß sie erst bei dem Herauswittern der fossilen Hölzer entstanden sei.

Die Bearbeitung der fossilen Floren selbst ist erst im Beginne der Einzelschreibung, vor allem, weil frühere Bearbeiter versagt haben¹⁾ und weil das gewaltige, in vielen deutschen Sammlungen zerstreute, meine eigenen Funde weit übertreffende Fossilmaterial aus Ägypten mitbearbeitet wird und immer neues auch aus ausländischen Sammlungen zuströmt.

Die bisherigen von den Botanikern Dr. HIRMER und vor allem Dr. KRÄUSEL gemachten Veröffentlichungen Nr. IV 3 d und IV, 3 a—c zeigen deshalb einstweilen nur, daß in der Baharije-Stufe Farnreste besonders häufig sind, darunter die geologisch jüngsten der Gattung Weichselia und große Stammstücke einer Osmundacee von höchst eigenartigem Verlaufe der Gefäßbündel, sowie daß in den kretazischen Schichten mehrere Abarten von Koniferenhölzern besonders häufig und verbreitet sind, während Palmen zwar auch schon auftreten, aber erst vom Mitteltertiär an eine große Rolle spielen. Arten oder auch nur Gattungen im botanischen Sinne lassen sich ja leider bisher nach solchen Holzresten allein nicht unterscheiden, man kann nur ein vorläufiges System in sie bringen. Um so wichtiger sind deshalb Funde auch von Früchten, wenigstens von Monocotyledonen (Pandanaeaceae und Palmae) und von Blattdrücken von Dicotyledonen in mehreren Schichten.

¹⁾ Unter anderen hat eine Engländerin, die in München studiert hat und der ich 1914 die mittelkretazischen von mir nachgewiesenen Pflanzenreste, darunter die ältesten aus Afrika bekannten Blütenpflanzen, übergeben habe, sie weder bearbeitet noch trotz mehrfacher Aufforderung zurückgegeben.

Was die Wirbeltiere anlangt, so ist bisher, abgesehen von tertiären und quartären, nur ein Bruchteil der aus der mittelkretazischen Baharije-Stufe stammenden bearbeitet, von den zahlreichen Elasmobranchii (Haien und Rochen) nur ein *Pristide* (Sägehai), der älteste bisher bekannte, in Nr. II, 4 und II, 8. Ich konnte von ihm Wirbel, Sägezähne und -stücke und ein bezahntes Rostrum (Säge) beschreiben und im Vergleich mit größtenteils von mir früher bearbeiteten geologisch jüngeren Sägezähnen und Sägen eine ungefähre Vorstellung davon gewinnen, wie sich das so eigenartige Organ, dessen Funktion immer noch nicht durch Beobachtung festgestellt und strittig ist, phylogenetisch entwickelt haben mag. Bei der ältesten bekannten Säge sind deren Zähne besonders merkwürdig durch Widerhaken; sie stehen aber noch normalen Hautzähnen in der Form und Struktur und im Besitze einer schmelzbedeckten Krone und eines Sockels nahe und sind wie diese nur im Bindegewebe und bloß teilweise auch auf Narben der Seitenränder des Rostrums befestigt und hier in Größe und Anordnung unregelmäßig. Bei der nächstjüngeren, leider nur durch Sägezähne bekannten Form aus der oberen Kreide erweist sich dann der Schmelz und die Krone zugunsten des erhöhten Sockels als in Rückbildung befindlich, und vom Eocän an treten Sägehaie auf, bei welchem die Sägezähne in Größe und Anordnung regelmäßig und nur noch bei einer auf das Eocän Ägyptens beschränkten Gattung auf Narben, sonst in Alveolen des Rostrums befestigt sind und in ihrem Bau nur den Sockeln der ursprünglichen Hautzähne entsprechen.

Von den sowohl in der mittleren als auch noch in der oberen Kreideformation Ägyptens von mir (Nr. I) entdeckten Zähnen und Kieferresten des Dipnoers (Lungenfisches) *Ceratodus* beschreibt der Zoologe Dr. PEYER in Nr. II, 6 die in außergewöhnlicher Zahl und Größe aus der Baharije-Stufe vorliegenden. Sie erlauben ihm, frühere Feststellungen über die Unterscheidung oberer und unterer Zähne und über ihr Wachstum und ihre Abnutzung zu bestätigen und wesentlich zu ergänzen. Vor allem aber stellt er ihre außerordentlich starke Variabilität fest, rechnet sie jedoch trotz ihrer großen Unterschiede wegen des Vorhandenseins von Übergängen aller Art zu einer einzigen Spezies und trotz einiger Ähnlichkeit mit Zähnen der einzigen in Australien noch lebenden *Epiceratodus*-Art zu dem mesozoischen *Ceratodus*. Dieser kam demnach in Afrika noch in der Kreidezeit vor, während er in Europa, Asien und Nordamerika nach der Jurazeit nicht mehr gelebt zu haben scheint.

Von *Ophidia* (Schlangen) konnte ich nur eine, bisher bloß in ganz vereinzelt Wirbeln gefundene Gattung (*Symoliophis*) in zahlreichen, zum Teil zusammengehörigen Wirbeln und einigen Rippen nachweisen (Nr. 1). Der spezielle Kenner fossiler Reptilien, Dr. v. NOPCSA, unterzog sie in Nr. II 5 einer eingehenden Bearbeitung. Er kommt zu

dem Schlusse, daß es sich um ein Tier handelt, das am Grunde seichtiger Meeresteile lebte, und das einen schlangenartigen Hals und plumpen Rumpf mit in der hinteren Region eigenartig verdickten Wirbeln und Rippen sowie einen nicht langen Schwanz hatte, der noch Rippen enthielt. Von derartigen Formen, von welchen er eine vollständiger erhaltene aus der unteren marinen Kreide Istriens beschrieben hatte, leitet er die echten Schlangen ab, deren typische Vertreter man erst vom Alttertiär an kennt.

Von *Crocodilia* sind erst zwei nur in je einem Schädel mit Unterkiefer und wenigen Wirbeln vertretene neue Gattungen von mir in Nr. II, 2 und II, 7 beschrieben. Sie sind beide höchst eigenartig und stellen in manchem extreme Gegensätze dar. Die eine kleine Form nämlich, *Libycosuchus*, zeichnet sich durch das Fehlen normaler Gaumenlücken und durch eine ungewöhnlich kurze und hohe, äußerlich säugetierähnliche Schnauze und säugetierähnliche Wirbel aus. Bei der anderen, *Stomatosuchus*, aber ist der Schädel durch die enorm lange und breite Schnauze über 2 m lang; ihre oberen Schläfenlöcher und die Zähne sind rudimentär, die Gelenkung des überaus schlanken Unterkiefers ist ganz eigenartig und auch die inneren Nasenöffnungen sind offenbar nicht krokodilartig, während die Wirbelkörper wie bei den modernen *Crocodilia* procol sind. Für jede Gattung muß, da nähere Verwandte unbekannt sind, eine neue Familie aufgestellt werden.

Das gleiche gilt für einen Theropoden-Dinosaurier (Raubdinosaurier), *Spinosaurus*, von dem ich in Nr. II, 3 einen Skelettrest eines großen Individuums, bestehend aus Zähnen, dem zahntragenden Teil des Unterkiefers, Wirbeln, Rippen und Bauchrippen, beschrieben habe. Er zeichnet sich durch Größendifferenzierung seines Kegelzahngebisses, einen langen Unterkiefer und vor allem durch gewaltige, bis über 2 m hohe, brettarartige Dornfortsätze seiner Rumpfwirbel aus, so daß das Tier einen ganz seltsamen Anblick geboten haben muß.

Auch das, was ich an dem noch unbeschriebenen Materiale von Haien und Rochen, Ganoid- und Knochenfischen, Schildkröten, Krokodilen, Plesiosauriern und verschiedenen Dinosauriern aus der Baharije-Stufe vorläufig feststellen konnte und zum Teil in Nr. II, 1 ganz kurz erwähnt habe, läßt darauf schließen, daß eine große Anzahl für die Wissenschaft völlig neuer Wirbeltierformen entdeckt worden ist¹⁾. Das scheint weniger damit zusammenzuhängen, daß Afrika zur mittleren Kreidezeit ein stark isoliertes tiergeographisches Reich mit eigenartiger Fauna war, als mit dem Umstande, daß bisher aus dem jüngeren Meso-

¹⁾ Sichere Säugetierreste sind leider weder unter diesem noch unter dem aus dem nubischen Sandsteine Oberägyptens hier befindlichen Material; immerhin ist ein Fortschritt insofern erzielt, daß man jetzt weiß, wo und in welchen Schichten man mit einiger Aussicht auf Erfolg nach solchen suchen muß.

zoicum zwar aus der untersten und obersten Kreideformation Land- und Süßwasserablagerungen mit reichlichen Wirbeltierresten mehrfach bekannt sind, aber aus der mittleren Kreideformation nur sehr wenige mit äußerst dürftigen Resten. Die Bedeutung der Entdeckung dieser Fauna liegt also darin, daß sie eine große, ganz allgemeine, nicht nur für das „dunkle Afrika“ bestehende Lücke unserer Kenntnisse über die fossilen Land und Süßwasser bewohnenden Wirbeltiere einigermaßen ausfüllt. Deshalb, wegen ihrer Eigenart und Mannigfaltigkeit, erscheint sie von nicht geringerer Wichtigkeit als die der Tendaguru-Faunen von Deutsch-Ostafrika und der leider nur in vorläufigen Mitteilungen bekanntgewordenen aus der Mongolei, wenn auch die Reste weniger gut und vollständig erhalten sind.

Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens.

Bayerische Akad. d. Wiss. Mathem.-physikal. Kl.

I. E. STROMER, Die Topographie und Geologie der Strecke Gharag-Baharije nebst Ausführungen über die geologische Geschichte Ägyptens (Bd. 26, Abhandl. 11. München 1914).

III. CL. LEBLING, Forschungen in der Baharije-Oase und in anderen Gegenden Ägyptens (Bd. 29, Abhandl. 1, München 1919).

IV. Die fossilen Floren Ägyptens. R. KRÄUSEL und E. STROMER: 1. Einleitung, 2. Die Pflanzen führenden Schichten Ägyptens, 3. Die fossilen Pflanzen Ägyptens, a) Fungi et Algae, b) Gymnospermae, Coniferae, c) Angiospermae, Monocotyledoneae (Bd. 30, Abhandl. 2, München 1924).

IV, 3. Die fossilen Pflanzen Ägyptens, d) M. HIRMER, Filicales (Bd. 30, Abhandl. 3, München 1925).

II. Wirbeltierreste der Baharije-Stufe (unterstes Cenoman), 1. E. STROMER, Einleitung, und 2. Libycosuchus (Bd. 27, Abhandl. 3, München 1914).

II, 3. E. STROMER, Das Original des Theropoden Spinosaurus aegyptiacus nov. gen., nov. spec. (Bd. 28, Abhandl. 3, München 1915).

II, 4. E. STROMER, Die Säge des Pristiden Onchopristis numidus Haug sp. und über die Sägen der Sägehaie (Bd. 28, Abhandl. 8, München 1917).

II, 5. Fr. v. NOPCSA, Die Symoliophis-Reste (Bd. 30, Abhandl. 4, München 1925).

II, 6. B. PEYER, Die Ceratodus-Funde (Bd. 30, Abhandl. 5, München 1925).

II, 7. E. STROMER, Stomatosuchus inermis Stromer, ein schwach bezahnter Krokodilier und 8. Ein Skelettrest des Pristiden Onchopristis numidus Haug sp. (Bd. 30, Abhandl. 6, München 1925).

Probleme und Methoden der Vakuumspektroskopie.

Von H. SPONER, Göttingen.

Einleitung.

In allen Naturwissenschaften versucht man heute die Elementarvorgänge herauszusuchen und zu verstehen. In der Physik haben wir gelernt, daß das Auftreten von Spektrallinien Zeugnis ablegt von Vorgängen, die sich in einem einzelnen Atom oder Molekül abspielen. Daher ist uns die Spektroskopie mit ihren vielen Anwendungsmöglichkeiten heute das wichtigste Hilfsmittel zur Erforschung der Vorgänge im kleinsten Materieteilchen. Der Wellenlängenbereich, den die Spektrallinien umfassen, ist ein großer. Nur der kleinste Teil dieses Gebietes wird von unserem Auge als Licht wahrgenommen, in dem ganzen übrigen Teil sind wir auf optische, thermische und elektrische Methoden angewiesen, die uns von unserem Auge unabhängig machen. Die folgende Figur gibt einen Überblick über die verschiedenen Bereiche.

Das gesamte dargestellte Spektrum umfaßt alle Eigenfrequenzen der verschiedenen Konfigurationen der Materieteilchen. Es zerfällt in vier Hauptteile: Die Gebiete der HERTZschen Wellen, der ultraroten Wellen, der gewöhnlichen Lichtwellen und der Röntgenwellen. Die Einteilung kann man nach zwei verschiedenen Prinzipien vornehmen: einmal nach den in den verschiedenen Wellenlängenbereichen benutzten Methoden und dann nach der in den einzelnen Bereichen verschiedenen Entstehungsart der Spektrallinien. Erfreulicherweise decken sich die beiden Einteilungsarten nahezu. Auf die Stellen, an denen Über-

schneidungen zweier Gebiete vorkommen, wird besonders hingewiesen werden. Die HERTZschen Wellen, deren kürzeste von GLAGOLEWA-ARRKADIEWA (1) bis jetzt zu 0,1 mm gemessen wurden, entstehen durch Schwingungen makroskopischer Oszillatoren.

Der ultrarote Teil des Spektrums entsteht durch Schwingungen von Atomen und Atomgruppen. Hierher gehören die Eigenfrequenzen der Krystalle, entstanden durch die Schwingungen der einzelnen Atome der das Gitter zusammensetzenden Ionen oder des Gitterverbandes, hierher gehören Schwingungen bzw. Rotationen der Moleküle mehratomiger Gase und Flüssigkeiten. Aus der Figur geht hervor, daß sich die beiden Bereiche, HERTZsche und ultrarote Wellen, überschneiden. 0,1 mm betragen die kürzesten elektromagnetischen Wellen, die bis jetzt gemessen worden sind, und bis 400 μ = 0,4 mm

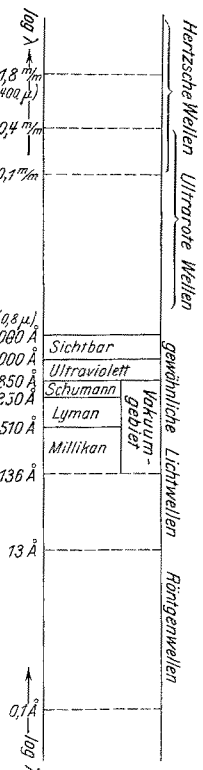


Fig. 1. Größe der einzelnen Wellenlängenbereiche.