

## GÉOGRAPHIE ESPAGNOL

L'auteur donne un bref aperçu des plus récentes publications de notables géographes espagnols; il se rapporte notamment aux deux périodiques Estudios Geograficos et Pirineos. Ces indications sont rattachées à une orientation sur les méthodes espagnols d'investigation et de recherches en matière géographique.

## GEOGRAFIA SPAGNOLA

Sulla scorta dei due bollettini Estudios geograficos e Pirineos, l'autore dà una breve visione sulle ultime pubblicazioni dei geografi spagnoli. Queste indicazioni sono connesse a una orientazione sui nuovi indirizzi di studio nella scienza geografica spagnola.

# PAUL CHOFFAT UND DIE LÄNDERKUNDLICHE FORSCHUNG IN PORTUGAL

## EIN GEDÄCHTNISWORT

VON HERMANN LAUTENSACH

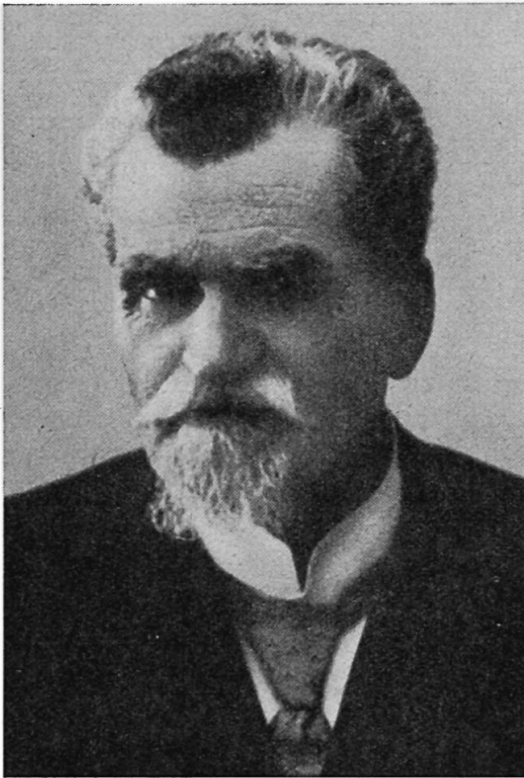
Mit 1 Bildnis und 1 Kartenskizze

LÉON-PAUL CHOFFAT wurde am 14. März 1849 zu Porrentruy (Pruntrut) in der Schweiz geboren. Von 1872 an studierte er an der Universität und der Technischen Hochschule in Zürich, wo er Schüler von ARNOLD ESCHER VON DER LINTH und ALBERT HEIM war. Die Universität Zürich ernannte ihn 1892 zum Ehrendoktor. In den Wochen, in denen diese Seiten geschrieben werden, jährt sich zum 70. Male der Tag, an dem er in Portugal eintraf (Oktober 1878). Aus einem geplanten Aufenthalt von drei Monaten wurde ein solcher von 40 Jahren. Er starb in Lissabon am 6. Juni 1919. Das Jahr 1949, das der 100. Wiederkehr seiner Geburt und der 30. seines Todes, zugleich das Jahr, in dem an der Stätte seines jahrzehntelangen Wirkens der erste Internationale Geographenkongreß nach dem zweiten Weltkrieg stattfinden soll, gibt also vielfältigen Anlaß, seiner Forschertätigkeit in Verehrung, ja Bewunderung zu gedenken.

CHOFFAT war vorwiegend Geologe, insbesondere Stratigraph und Paläontologe. Seine ersten Veröffentlichungen beziehen sich auf die jurassischen Schichten des französischen und des Schweizer Jura. Die Untersuchung der gleichen Formation in Portugal war die Aufgabe, um derentwillen ihn der Direktor der portugiesischen Geologischen Landesanstalt, CARLOS RIBEIRO, auf dem Internationalen Geologenkongreß zu Paris einlud, dorthin zu kommen. Ihr ist seine erste große, in Lissabon erschienene Arbeit gewidmet (7)\*. Bald dehnte er seine Untersuchungen auf das ganze Mesozoikum aus (8—21). Trotz der Schwierigkeiten, die das Reisen in Portugal damals mit sich brachte, und trotz eines chronischen Kehlkopfleidens war er unermüdlich in der Feldarbeit. Oft kehrte er zu dem gleichen Aufschluß zurück, um ihn mit den inzwischen gesammelten neuen Erfahrungen zu bewerten. Alle diese Arbeiten waren um so mühsamer, als es sich noch nicht um detaillierte Aufnahmen einzelner engbegrenzter Blätter, sondern um die Gewinnung großzügiger stratigraphischer Übersichten über das gesamte Bereich des portugiesischen Mesozoikums handelte. In der Schärfe und Logik wissenschaftlicher Beweisführung stellte er an sich und andere die höchsten Anforderungen. Es gibt nur selten ein von ihm veröffentlichtes Ergebnis, das sich inzwischen als irrig

\* Die in Klammern stehenden Ziffern beziehen sich auf das Quellenverzeichnis (Schrifttum) am Schlusse des Artikels.

herausgestellt hätte oder wenigstens veraltet wäre, wiewohl natürlich seither auf den meisten Gebieten Fortschritte erzielt worden sind. Aus jeder Zeile seines gewaltigen Schrifttums leuchtet eine klassische Klarheit und eine jede Eitelkeit verabscheuende Ehrlichkeit. Falsche oder unbewiesene Auffassungen, die seiner Kompetenz unterlagen, bekämpfte er mit rücksichtsloser Schärfe. Seine größte Leistung ist die Entschleierung der Paläontologie, Stratigraphie und Struktur von Estremadura und Algarve. Ihr sind seine großen klassischen Veröffentlichungen gewidmet (7—9), und die Darstellung der geologischen Karte von Portugal 1:500000 (1899) stammt in diesen Gebieten von ihm (10). Seine Bedeutung für die geologische Forschung in Portugal ist in den Nekrologen, insbesondere durch seinen Nachfolger, den Schweizer ERNEST FLEURY, wiederholt gewürdigt worden (1—4). Es kann sich hier nicht darum handeln, das vor fast



Léon-Paul Choffat  
14. März 1849 — 6. Juni 1919

30 Jahren Geschriebene und noch heute Lesenswerte zu wiederholen. Aber seine Leistungen blieben nicht auf das genannte Bereich beschränkt. Da seine forschersische Tätigkeit von 1878 an fast ausschließlich Portugal gewidmet ist, konnte es nicht ausbleiben, daß sein umfassender Geist Tatsachen und Probleme aufgriff, die tief in das Gebiet der Geographie hineinreichen. So schuf er wichtige erste Grundlagen für die länderkundliche Forschung in Portugal. Diese Seite seines Wirkens ist bisher nicht zusammenfassend gewürdigt worden. Es gibt für eine solche Würdigung keinen besseren Platz als die geographische Zeitschrift seines Heimatlandes, die zudem in der Stadt erscheint, in der er seine wissenschaftliche Ausbildung vollendete.

Nachdem 1904 die «Carta chorografica de Portugal 1:100000» in 37 Blättern vollendet war, konnte daran gegangen werden, eine farbige Höhenschichtenkarte des ganzen Landes in 1:500000 zu bearbeiten. Diese Aufgabe übernahm die Geologische Landesanstalt und übertrug sie PAUL CHOFFAT, der die «Carta hypsométrica de Portugal» 1907 herausbrachte (25).

Es ist bewunderungswürdig, wie tief sich der Schweizer Geologe in die Probleme versenkte, die mit dieser ihm zunächst fernliegenden Aufgabe verknüpft waren. Ein kritisches Studium aller portugiesischen und spanischen Vorläufer führte ihn zu einer sehr geschickten Lösung. Aus technischen Gründen war es unmöglich, die Isohypsen der Carta chorografica in gleichbleibenden kleinen Abständen in die neue Karte zu übernehmen, also etwa das Land in 100-m-Schichten darzustellen. Ein genaues Studium des Reliefs sowie der Höhengrenzen von Vegetation und Siedlung führte ihn dazu, die Isohypsen von 25, 50, 200, 400, 700, 1200 und 1400 m zu wählen. Das Relief ist auf dieser Karte somit in 8 farbigen Stufen dargestellt, die von Dunkelgrün über Hellgrün, Gelbbraun zu immer dunkler braunen Tönen laufen. Dieselbe befriedigt auch heute noch alle billigen Ansprüche und ist selbst durch die beiden Portugal umfassenden Blätter der Internationalen Weltkarte 1:1 Mill. nicht übertroffen worden. Richtungsgebend für die Geographie Portugals ist sie besonders durch die sorgfältige kritische Wahl der Gebirgsnamen und ihres Geltungsbereiches geworden. In dieser Hinsicht herrschte zuvor große Verwirrung. CHOFFAT hat die zweiblättrige Carta hypsométrica 1909 auf dem Internationalen Geographen-kongreß zu Genf vorgelegt und erläutert (27).

Vor allem aber hat er 1907 einen ausführlichen Begleittext veröffentlicht, die berühmt gewordene «Notice sur la carte hypsométrique du Portugal» (24). Sie beginnt mit einer Geschichte der Kartographie in Portugal, entwickelt darauf die Gesichts-

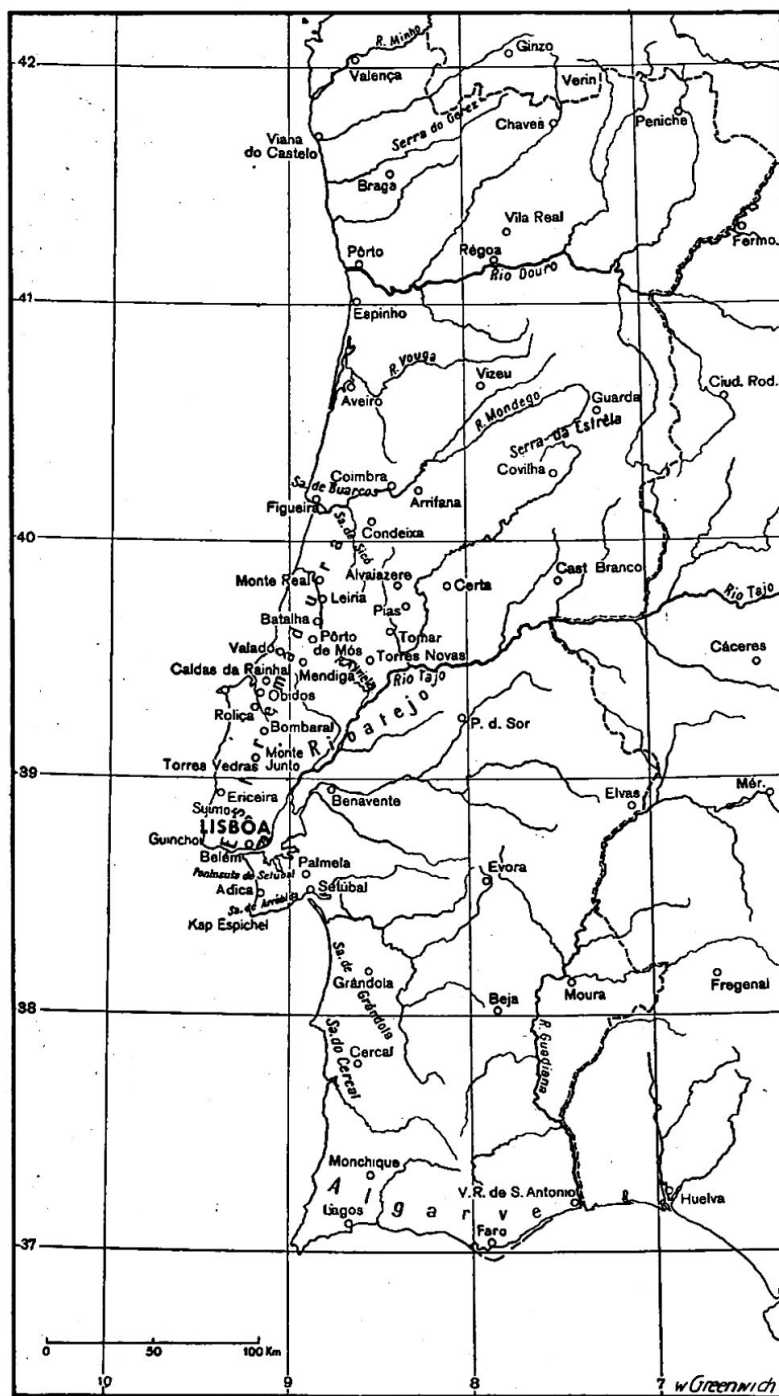
punkte, die für die Wahl der Isohypsen und die Namengebung ausschlaggebend waren, und beschreibt die Verbreitung der Höhenstufen. Den Hauptinhalt bildet der zweite, «Orogenia» genannte Teil, der eine Übersicht über die Struktur und Tektonik ganz Portugals enthält. Im Verbreitungsbereich der vormesozoischen Gesteine fußt sie vorwiegend auf den Untersuchungen des damaligen Direktors der portugiesischen Geologischen Landesanstalt, J. F. NERY DELGADO, in dem der postpaläozoischen Gesteine bildet sie eine imponierende Zusammenfassung der eigenen Forschungsarbeit.

Es wäre unbillig, zu erwarten, daß CHOFFAT, der große Stratigraph, Tektoniker und Paläontologe, sich gleichzeitig laufend mit den erst in der portugiesischen Periode seines Lebens in Amerika, Deutschland und Frankreich zur Entwicklung gekommenen geomorphologischen Methoden und Ergebnissen vertraut gemacht hätte. Die geomorphologischen Probleme bleiben ihm fremd, auch wenn der Schritt zu ihrer Lösung auf Grund seiner eigenen stratigraphischen und tektonischen Feststellungen ein ganz leichter ist, und wenn geomorphologische Gesichtspunkte geeignet wären, seine eigenen Altersbestimmungen tektonischer Prozesse zu stützen oder zu vervollständigen. Von Rumpfflächen, epirogenetischen Bewegungen, Piedmonttreppen, Pedimentbildungen und Flußterrassen ist in seinen Werken nicht die Rede. Selbst Schichtstufen werden im allgemeinen nicht systematisch verfolgt, und nach dem Alter der die Struktur kappenden Formen wird nicht gefragt. Gelegentlich wird immerhin das Problem der Beziehung zwischen Talrichtungen und Verwerfungen schon tiefschürfend diskutiert (18). Vor allem aber bilden seine Untersuchungen über den Gebirgsbau die unentbehrlichen Grundlagen für eine jede geomorphologische Forschung. Die letztere hat sich erst in den letzten Jahrzehnten in Portugal entwickelt, und CHOFFATS mühevollen Vorarbeit verspricht in dieser Hinsicht noch reiche weitere Auswirkungen.

Viele seiner tektonischen Ergebnisse sind in den stratigraphischen Arbeiten enthalten (7—21). Er hat aber neben der Notice auch noch mehrere spezifisch tektonische Abhandlungen geschrieben (28—31). Auf drei von ihnen sei besonders hingewiesen. Schon in den ersten Jahren seiner Anwesenheit in Portugal entdeckte er in Estremadura eine eigentümliche Form geradliniger küstenparalleler Dislokationen, die er Tifonische Täler (*vallées typhoniques*) nannte (30). Es handelt sich um eine Art von Bruchfaltung, bei der die dunklen Tone oder Mergel des Infralias aufsteigende Bewegungen ausgeführt haben, etwa wie die Salzstöcke des Zechsteins in den Antiklinalen der Saxonischen Faltung, so daß sie mit den Kalken des Oberen Jura in Berührung stehen. Mit diesen Bewegungen ist häufig die Eruption von Ophit verbunden. Die Abtragung hat nachtastend die weichen Mergel ausgeräumt, so daß morphographische Täler entstanden sind, deren Hänge oben von den Jurakalken gebildet werden, während aus den Talsohlen da und dort vulkanische Stielkuppen aufragen. Diesen Charakter tragen die geradlinigen Täler Mendiga—Pôrto de Mós—Batalha, Leiria—Monte Real sowie Roliça—Caldas da Rainha—Valado (die topographischen Objekte sind auf der beigegebenen Skizze enthalten).

Weit über Portugal hinaus ist CHOFFATS klassische Untersuchung über die Struktur der Serra da Arrábida bekannt geworden, eines fast 500 m hohen Gebirgszuges am Südrand der Halbinsel von Setúbal, dessen charakteristische Profilinie den Südhorizont von Lissabon beherrscht (31). Wie er in vieljährigen Untersuchungen feststellte, sind hier die Gesteine vom Infralias bis zum marinen Miozän zu einer Reihe enggestellter, gestaffelter Antiklinalen gefaltet, die gegen S überkippt und längs ihrer Achsen zerrissen sind. Das Nordostende, die Höhe von Palmela, besteht sogar aus einer Horizontalüberschiebung des Miozäns. CHOFFAT erkannte auch, daß der anschließende Kern der Halbinsel von Setúbal von einer flachgespannten Synklinale des oberen Miozäns und Pliozäns gebildet wird, die sich in den Oberflächenformen spiegelt (24, S. 47, 49. 22. 49 I). Dagegen berührt er den fundamentalen morphologischen Gegensatz zwischen den östlichen Zweidritteln und dem westlichen Drittel der Serra da Arrábida nicht. Die geomorphologischen Folgerungen, die sich aus der von CHOFFAT entschleierte Struktur, der ebenfalls von ihm erkannten Lagerung des Pliozäns und den Oberflächenformen des Gebirges, ergeben, sind erst von ORLANDO RIBEIRO und dem Verfasser dieser Zeilen gezogen worden.

Schließlich hat CHOFFAT in einer seiner letzten Arbeiten die 110 km lange Nordsüdtalung monographisch behandelt, die im Gebiet der vormesozoischen Gesteine von Verin in Galicien sowie Chaves und Vila Real in Nordportugal bis über den Douro bei Régua hinaus zieht (28). Sie ist durch ihre kohlenensäurehaltigen Bikarbonatthermen bekannt, die zur Entstehung vielbesuchter Badeorte Anlaß gegeben haben. CHOFFAT hält sie im ganzen für einen tektonischen Graben, was für das Nordende zwischen Verin und Chaves sicher richtig ist. Der südlich anschließende Hauptteil trägt allerdings morphologisch einen anderen Charakter und dürfte ein Strukturtales sein, das sich durch selektive Ab-



Karte von Portugal mit den im Text erwähnten Orten

tragung der der Thermalspalte folgenden Ruchelzone sekundär gebildet hat. Aber es ist das hohe Verdienst von CHOFFAT, die Störungszone nachgewiesen und ihren Zusammenhang mit der Talung betont zu haben.

Von den zahlreichen anderen, grundlegend wichtigen tektonischen Resultaten können nur einige wenige aufgezählt werden: 1. Die altgefaltete Iberische Masse endet im Westen an der geradlinigen Störung Espinho-Tomar, entlang der sich die mesozoischen Gesteine auf ihre absinkende oder staffelförmig abbrechende Oberfläche legen; 2. Der Portugiesische Scheiderücken, d. h. die südwestlich ziehende Folge von Kalkdomantiklinalen nördlich des unteren Tejo (Serra de Sicó, Massiv von Pôrto de Mós, Monte Junto), bildet die tektonische Fortsetzung des Hauptscheidegebirges der Halbinsel (Système Lusitano-Castillan) westlich der Störung Espinho-Tomar; 3. Der orographisch scharf hervortretende Südostrand des portugiesischen Scheiderückens gegen das Hügelland um den unteren Tejo entspricht einer Überschiebung des Mesozoikums über das Miozän; 4. Die küstennahen und -parallelen Bergzüge der Serren de Grândola und do Cercal in Südportugal bilden Pultschollen; 5. Die Guadalquivirstörung, die Niederandalusien von der Sierra Morena trennt, setzt sich nicht bis nach Algarve hinein fort (7—9, 22, 24, 29).

CHOFFATS Studien über das portugiesische Tertiär beschränken sich nicht auf die Halbinsel von Setúbal. Er hat ihm überall in Zusammenhang mit seinen Unter-

suchungen über das Mesozoikum gründliche Beachtung geschenkt, die marine von der kontinentalen Ausbildung getrennt und seine Lagerung festgestellt (8, 22, 30, 32). Dadurch hat er in Estremadura wie in Algarve wichtige morphologische Schlüsse vorbereitet, ja in einem Spezialfall schon selbst gezogen (32, S. 123).

Diese Tertiäruntersuchungen bilden eine wichtige Grundlage für die moderne Küstenmorphologie. CHOFFAT hat sie in ihren Anfängen selbst begründet. Als erster bewies er die Tatsache, daß die Uferlinie an Portugals Westküste Schwankungen in ihrer Höhenlage unterlegen hat, die entweder auf Bewegungen des Festlandes oder jeweils entgegengesetzte Bewegungen des Meeresspiegels zurückgeführt werden müssen (18). Bei Viana do Castelo in Nordportugal fand er marine Strudeltöpfe in 8 m Höhe und bewies einen entsprechenden Hochstand des Meeres beim Guincho



westlich von Lissabon in 31 m (33). Den Bemühungen von ihm und seinem Mitarbeiter E. G. DOLLFUS (Lyon) verdanken wir die Untersuchung von vier in 6, 15, 62 und 70 m gelegenen fossilführenden Strandablagerungen am Westende der Serra da Arrábida bei Kap Espichel (35). Dieselben sind seither mehrfach erneut gewürdigt worden, und man hat gemeint, daß sie den bekannten übereinanderliegenden Stufen des Mittelmeerbeckens entsprechen und daher den verschiedenen Interglazialzeiten angehören, in denen der Meeresspiegel eustatische Hochstände aufweisen mußte. Auf Grund des Fossilinhalts vermute ich jedoch mit CHOFFAT, daß die verschiedene Höhenlage einer aktiven Heraushebung der Arrábidagebirges in der Postglazialzeit zuzuschreiben ist.

Den deutlichen Spuren einer negativen Strandbewegung stehen in den Unterläufen der großen portugiesischen Täler solche einer positiven ebenso stattlichen Ausmaßes gegenüber. Diese Unterläufe weisen eine tiefgreifende Verschüttung auf. CHOFFAT hat die sich aus Brückenpfeilermontierungen oder Tiefbohrungen ergebenden Beträge der Verschüttung für das Vouga-, das Mondego- und Tejotal sorgfältig gesammelt (18, 19, 20) und damit wichtige Schlüsse über die inter- und postglaziale eustatische Meeresspiegelhebung und Ingression vorbereitet, ja schon angedeutet. Die letzte Phase der postglazialen Ingression erfaßte die jetzige Lagôa de Obidos, die damals mit dem offenen Meer zusammenhing, so daß, wie CHOFFAT zeigte, die eßbare Auster in ihr leben konnte (34).

Sehr instruktiv ist auch die Zusammenfassung über die Dünen der portugiesischen Flachküste, deren Bildung restlos dem jetzigen Stande des Meeresspiegels entspricht (22). Auch hat CHOFFAT schon auf das Problem der Hochdünen aufmerksam gemacht, die oben über den viele Zehner von Metern hohen Kliffs thronen (49 I, S. 21). Er hält es für möglich, daß sie zu einer Zeit entstanden sind, in der die Kliffs durch eine Fläche sanfterer Böschung ersetzt waren, über die die Sandkörner aufwärts geweht werden konnten. Seitdem wir wissen, daß in den Glazialzeiten der Meeresspiegel tiefer stand, die jetzigen Kliffs inaktiv waren und vor ihnen an Stelle des jetzigen Meeresbodens sich breite Sandflächen dehnten, ist CHOFFATS Deutung sehr plausibel geworden.

Von großer Bedeutung für eine vertiefte länderkundliche Betrachtung sind überall die Untersuchungen über die Physiogeographie des Eiszeitalters. In Portugal wie in vielen anderen Ländern waren in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts weit übertriebene Vorstellungen über die Ausdehnung der diluvialen Vereisung verbreitet. F. A. DE VASCONCELLOS PEREIRA CABRAL, der im übrigen das große Verdienst hat, in der Serra da Estrêla Gletscherschliffe, Rundhöcker, Wanderblöcke und Moränen aufgefunden und damit den ersten sichern Nachweis einer eiszeitlichen Vergletscherung auf der Iberischen Halbinsel jenseits der Pyrenäen erbracht zu haben, glaubte eine Vereisung Nordportugals bis an die Douromündung hin feststellen zu können. Neben portugiesischen Gelehrten hat CHOFFAT diese Auffassung schlagend widerlegt (41, 33). A. A. DA FONSECA CARDOSO schloß sogar auf die Existenz eines eiszeitlichen Gletschers, der von der Serra da Estrêla bis nach Lissabon gereicht haben soll. Wieder war es CHOFFAT, der nachwies, daß es sich in den Kreidekalken des Alcântaratales bei Lissabon nicht um Glazialspuren, sondern um Verwerfungsharnische und Reibungsbreccien handelt. Weniger skeptisch war er jedoch in der Beurteilung der aus weißem Quarzit oder aus Arkose bestehenden Riesenblöcke, die zwischen den Städten Aveiro und Condeixa über die von Pliozän bedeckte, sich kaum über 100 m erhebende Rumpffläche verstreut sind und bis auf 20 km an die Küste heranreichen. Er nennt sie «blocs erratiques» (10, 22), läßt jedoch in seinen sehr vorsichtig gehaltenen Äußerungen auch einen fluvioglazialen Transport offen. Bis heute ist ihre Herkunft und die Art ihres Transportes ungeklärt.

Eine Großtat CHOFFATS stellt die Entdeckung des Flußpferdes in den Kalktuffen von Condeixa dar (47). Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß dieser Fund aus einer Interglazialzeit stammt. Darauf deutet auch die ebenfalls von CHOFFAT in diesen Tuffen nachgewiesene Flora und Conchylienfauna. Damit ist der Beweis geliefert, daß das Interglazialklima Portugals im Winter wärmer war als das heutige. Die Flußbettstufen erzeugende Travertinbildung der Kalkgebiete war demnach in den Interglazialzeiten Portugals ebenso intensiv, wie sie es in der geologischen Gegenwart überall im Bereich des subtropisch-maritimen Klimas von Südeuropa ist.

Auch einen hübschen Beitrag zur Kunde von den rezenten, klimabedingten Abtragungsformen hat CHOFFAT geliefert. Er schildert die Schalen und Kugeln erzeugende Verwitterung (*décomposition sphéroïdale*) in den Graniten Nordportugals und stellt sie den Wollsackformen der höheren Regionen im gleichen Gestein gegenüber. Beide Formentypen belegt er mit instruktiven Abbildungen (22). Auch hat er schon die Bildung von schüsselförmigen Vertiefungen auf den Scheiteln von Granitplatten beobachtet (40) und deutet sie richtig. Sie sind dadurch entstanden, daß das auf dem Scheitel verweilende Regenwasser Bestandteile des Gesteins, insbesondere die Feldspäte, gelöst und der heftige Wind die gesättigte Lösung immer wieder herausgeblasen hat.

Portugal ist ein Saumgebiet der Halbinsel, das zwischen den Hochflächen der Mitte und den westlich nahe benachbarten, 4000 m überschreitenden Tiefen des Atlantischen Ozeans liegt. Infolgedessen ist es reich an tektonischen Beben. Die aktiven Verwerfungen, denen sie entstammen, liegen z. T. submarin am Kontinentalabhang, z. T. im Lande selbst. CHOFFAT hat in einer ganzen Reihe von Fällen der zweiten Art den Zusammenhang der Beben mit der geologischen Struktur Portugals festgestellt (36—39). Die Beben des Jahres 1903 hat er unter diesem Gesichtspunkt systematisch gemustert. Das gefährlichste Schüttergebiet ist das des Ribatejo um Benavente. In ihm haben sich wiederholt Zerstörungen des Grades X ereignet. Dem dortigen vernichtenden Beben vom 23. April 1909 hat er zusammen mit A. BENSAUDE eine ausführliche Monographie gewidmet (39). In ihr äußert er die Vermutung, daß die Berührungsfläche zwischen der alten Iberischen Masse und dem mesozoischen Saumgebiet, die hier oberflächlich durch eine mächtige Tertiärdecke verhüllt ist, noch heute aktiv ist und zu den Erschütterungen des Ribatejo Anlaß gibt. Das Epizentrum des furchtbaren Lissaboner Bebens vom 1. November 1755 liegt dagegen nicht auf dem Festland, wie man immer wieder liest, sondern am Kontinentalabhang südwestlich von Portugal. Das hat schon CHOFFAT wiederholt festgestellt (37, 39). Auch das Epizentrum des verheerenden Bebens von Setúbal vom 11. November 1858 sucht CHOFFAT mit überzeugenden Gründen vor der Westfront der Halbinsel (37). Die verschiedene Intensität der Wirkungen des Bebens von 1755 auf die verschiedenen Gesteine, die den Untergrund von Lissabon bilden, hat er schon klar erkannt (18).

Außer der Notice hat CHOFFAT noch eine zweite systematische Gesamtübersicht über die Geologie Portugals gegeben. Es ist der «*Aperçu de la géologie du Portugal*», auf den schon mehrfach verwiesen worden ist (22). Aus Anlaß der Pariser Weltausstellung von 1900 erschien im Auftrag der portugiesischen Regierung ein stattlicher und inhaltsreicher Sammelband: «*Le Portugal au point de vue agricole*». Er wird durch den *Aperçu* eingeleitet. Den roten Faden bildet eine sehr klare Darstellung der Stratigraphie vom Präkambrium bis zum Alluvium und der Verbreitung der verschiedenen Formationen. Gemäß der Gesamtaufgabe des Werkes, der sich CHOFFAT mit Meisterschaft einpaßt, finden sich im *Aperçu* aber auch vielfältige Hinweise auf die Auswirkungen der geologischen Verhältnisse in den geographischen Sachbereichen.

So wird insbesondere die mineralische Zusammensetzung der verschiedenen Gesteine und ihre dementsprechende Eignung für Ackerbau und Forstwirtschaft hervorgehoben. Von den Kalken und Sandsteinen des Jura und der Kreide *Estremaduras* heißt es z. B.: «*Tandis que les calcaires du Jurassique constituent des contrées incultes, et que ses grès et ses marnes en forment les parties les plus fertiles, le contraire a lieu pour le Crétacique; les grès grossiers sont en grande partie incultes ou ne nourrissent que des forêts de pins, tandis que les marno-calcaires sont cultivés*», und kurz darauf: «*A Torres Vedras commence une vaste surface de grès crétaciques d'une aridité désespérante. La ligne du chemin de fer la traverse sur toute sa hauteur, et c'est avec un sentiment de soulagement que l'on en sort, quatre kilomètres avant Bombarral, pour entrer dans les grès jurassiques. On se croit transporté sous un autre climat, à la misère succède l'opulence!*»

Am Schluß der gleichen Schrift unternimmt es CHOFFAT, die Bevölkerungsdichte der ländlichen Kreise Portugals nach der Zählung von 1890 mit der petro-

graphischen Natur des jeweils vorherrschenden Gesteins zu vergleichen, wobei er acht verschiedene Dichtestufen unterscheidet. Da die Bevölkerung vorwiegend vom Landbau lebt und damals noch wesentlich stärker in agrarischen Berufen tätig war als heute, ergeben sich für die Kreise, die ganz oder nahezu vollständig auf bestimmte Gesteinsarten beschränkt sind, einwandfreie Resultate.

Nördlich des Tejo hatten die granitischen Kreise eine Dichtestufe von höher als III (25—49 E./qkm) und erreichten sogar die höchste Stufe ( $> 150$ ). Die wenigen, die die Stufe III nicht erreichten, liegen in der subalpinen Region. Die von den paläozoischen Schiefen gebildeten Flächen gehörten größtenteils nur zur Stufe II (10—24 E./qkm). Höhere Stufen fanden sich nur in der Portweingegend des Douro. CHOFFAT dehnt diese Vergleiche der verschiedenen Gesteinsarten auch auf andere Sphären aus: «Il suffit de parcourir ces différents terrains dans une même région, pour constater leur influence sur l'anthropo-géographie. La différence se fait sentir non seulement sur la densité de la population, mais aussi sur le développement de l'individu.» Als Beispiel führt er die Verschiedenheit des körperlichen Habitus der jungen Mädchen im Bereich der pliozänen Sande, der Kreidesandsteine und der jurassischen Kalkgebiete an.

Die Unterschiede in der ländlichen Bevölkerungsdichte sind nicht nur auf den verschiedenen Mineralreichtum der Gesteine, sondern auch auf ihre sehr unterschiedlichen hydrologischen Eigenschaften zurückzuführen. Das Thema Grundwasser und Quellen, das zur Geographie ebenso enge Beziehungen wie zur Geologie besitzt, wird daher im *Aperçu* immer wieder mit hervorragender Sachkenntnis angesprochen. Ihm sind außerdem zahlreiche Spezialschriften gewidmet (42—46).

In der «Zeitschrift für Gewässerkunde» hat CHOFFAT 1900 eine für die damalige Zeit ausgezeichnete systematische Darstellung des Gegenstandes mit einer Unzahl von Beispielen aus Portugal gegeben (41). Er erkannte schon den ungeheuren Gegensatz im hydrologischen Verhalten der Granit- und Schiefergebiete Portugals. Die Granitberge umkleiden sich mit dicken Massen grusiger Verwitterungsprodukte, die als Wasserspeicher wirken. Die Granitgebiete sind daher reich an ausdauernden, wenn auch je nur eine geringe Wasserführung besitzenden Quellen, und ihre Wasserläufe rieseln auch im heiß-trockenen Sommer. Die altgefalteten Tonschiefer dagegen unterliegen wegen ihrer Wasserundurchlässigkeit der Abspülung so stark, daß sich auf ihnen kein tiefgründiger Boden bildet. Ihre Bäche und Flüsse besitzen daher gewaltige Wasserstandsschwankungen. Wasserläufe bis zu 50 km Länge können im Sommer daher gänzlich austrocknen, während sie im Winter Wildbäche (torrents) bilden, die den Verkehr zwischen benachbarten Wohnplätzen verhindern. «Le contraste entre les schistes et la roche granitoïde est surtout frappant à Monchique, véritable oasis au milieu d'un désert. Partout des sources, tandis que la région schisteuse ne présente que des ravins desséchés! La différence est si sensible, que depuis un sommet de la région schisteuse on peut parfaitement reconnaître les limites de la roche éruptive» (22).

Besondere Aufmerksamkeit hat CHOFFAT dem Karstphänomen seiner mesozoischen Untersuchungsgebiete gewidmet, einer Forschungsrichtung, die sein Nachfolger ERNEST FLEURY mit Erfolg weitergeführt hat.

Die Olhas de Agua (Wasseraugen), eine Karstquelle am Südostfuß der jurassischen Kalkdome des Massivs von Pôrto de Mós, besitzen eine Wasserführung von selten unter 29000 cbm/Tag und gelegentlich über 300000 cbm/Tag. Durch Vermittlung des 114 km langen «Canal do Alviela» versorgen sie Lissabon mit Trinkwasser (46). Auch die chemische Zusammensetzung der Quellen und des Flußwassers der verschiedenen Gesteinsareale, ihre Schwerstoffführung und die Art der Ablagerung der Schwerstoffe in den Unterläufen der Flüsse wird von CHOFFAT im *Aperçu* schon sachkundig behandelt. In einem speziell für Landwirte bestimmten Aufsatz gibt er praktische Ratschläge für die Grundwassernutzung mit Hilfe artesischer Brunnen (44).

Einen interessanten Beitrag zur portugiesischen Klimakunde bringt die Studie über den braunen Staubregen vom Januar 1902 (48). In ihr werden die Beobachtungen über jenen braunen Nebel kritisch zusammengestellt, der im Januar 1902 morgens und abends von der Serra da Estrêla und andern portugiesischen Örtlichkeiten aus sichtbar war, ebenso wie die Nachrichten über den gleichzeitigen Fall von zimtbraunem Staub in Mittelportugal, von dem auch eine chemische Analyse und mikroskopische Untersuchung veröffentlicht werden.

Zahlreich sind schließlich CHOFFATS Beiträge zur praktischen Geologie Portugals, die die Brücke zur Wirtschaftsgeographie schlagen. Auch in dieser Hinsicht ist der *Aperçu* eine unerschöpfliche Fundgrube. Ausführlichere Darstellungen enthalten



die Spezialarbeiten über das Mesozoikum und vier Einzelstudien, die unter dem Namen «Rapports de géologie économique» zusammengefaßt sind (49).

Die letzteren befassen sich allerdings vorwiegend mit fehlgeschlagenen oder heute wieder aufgegebenen bergbaulichen Versuchen sowie ihren geologischen Voraussetzungen. Sie besitzen daher vorwiegend wirtschaftshistorisches Interesse. Im Aperçu werden die Minerallagerstätten der verschiedenen Formationen und die für Bauzwecke nutzbaren Gesteine mit umfassender Sachkenntnis behandelt: die Gold-, Zinn-, Kupfer-, Wolfram- und Bleierz der alten Gesteine, die leider wenig ausgedehnten Steinkohlenlager des Karbon und Jura, die Kaolinlager, die zur Kalk-, Zement- und Backsteingewinnung genutzten Gesteine des Mesozoikums, die abbauwürdigen Kies- und Tonlager des Alluviums. Auch werden die Bausteine geschildert, aus denen die großen historischen Monumente errichtet sind: der nicht witterungsbeständige Ança-Kalkstein des Bajocien (unterer Dogger), aus dem die Santa-Cruz-Kirche zu Coimbra besteht, der wundervolle, feinkörnige, eine goldgelbe Verwitterungsfarbe annehmende Andorinha-Kalkstein des Bathonien (mittlerer Dogger), aus dem die Klosterkirche von Batalha, die Christusritterkirche zu Tomar, das Hieronymitenkloster zu Belem und der Hauptbahnhof zu Lissabon errichtet sind sowie die turonischen Marmore von Pero-Pinheiro, die in der benachbarten Hauptstadt vielfache Verwendung finden.

So war es PAUL CHOFFAT, der als erster in Portugal auch im geographischen Bereich Probleme sah und sie nach den exakten Methoden, wie sie wahre Forschung von bleibendem Wert verlangt, der Lösung zuführte oder näherbrachte. Nichts charakterisiert seine wissenschaftliche Überzeugung besser als ein Wort von BARRANDE, dem bahnbrechenden Erforscher des böhmischen Silurs, das er an die Spitzen beider Bände seines «Système crétacique» stellt: «La science est loin d'être achevée, elle se fait lentement en surmontant les difficultés de l'observation et aussi en se dégageant péniblement des entraves que notre intelligence humaine et bornée se crée à elle-même par ses théories préconçues.»

## SCHRIFTTUM

### A. Nekrologe, Bibliographien

1. E. FLEURY: Une phase brillante de la géologie portugaise. † PAUL CHOFFAT. Mém. Soc. Port. Sciences Nat. Sér. géol. Nr. 2, 1920, 54 S. Bibliogr. — 2. Derselbe: P. CHOFFAT et la géologie appliquée. Rev. Obras Publicas e Minas, Juni/Juli 1920, 18 S. — 3. Derselbe: † PAUL CHOFFAT. Verhandl. Schweiz. Naturforsch. Ges. Neuenburg 1920. Nekrolog. Anhang S. 13—25. Bibliogr. — 4. J. DE MACEDO DE OLIVEIRA SIMOES: Biografia de Geólogos portugueses. LÉON-PAUL CHOFFAT (1849—1919). Com. Serv. Geol. Port. XIII, 1919/22, S. VII—XI. — 5. J. DE MACEDO DE OLIVEIRA SIMOES: Os Serviços geológicos em Portugal. Com. Serv. Geol. Port. XIV, 1923, S. 5—123. — 6. Liste des publications géologiques de PAUL CHOFFAT 1874—1910. Com. Serv. Geol. Port. VIII, 1910, S. 143—177.

### B. Auswahl aus den Schriften von P. CHOFFAT

7. Étude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal. I. Le Lias et le Dogger au Nord du Tage. Mém. Serv. géol. Port. Lisbonne 1880. — 8. Recueil de monographies stratigraphiques sur le système crétacique du Portugal. Mém. Serv. géol. Port. 2 Bde. Lisbonne 1885 u. 1900. — 9. Recherches sur les terrains secondaires au Sud du Sado. Com. Serv. Geol. Port. I, 1883/87, S. 222—312. — 10. Carta Geológica de Portugal por J. F. N. DELGADO e PAUL CHOFFAT. 1: 500 000. Dir. Trab. Geol. 1899. 2 Blatt. — 11. L'Infralias et le Sinémurien en Portugal. Com. Serv. Geol. Port. V, 1903, S. 49—114, VI, 1905, S. 123—143. — 12. Cartas e cortes geológicos feitos debaixo da direcção de PAUL CHOFFAT. Leiria e Batalha. Serras de Buarcos e de Verride. Serv. Geol. Lisboa 1927. 4 geol. Karten 1: 50 000, mit Profilen. — 13. Esquisse de la carte géologique de la région éruptive au Nord du Tage. Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève XXXIX, 1923, S. 461—467. Geol. Karte 1: 96 000. — 14. Note sur le crétacique des environs de Torres Vedras, de Peniche et de Cercal. Com. Serv. Geol. Port. II, 1888/92, S. 171—215. — 15. Le crétacique dans l'Arrábida et dans la contrée de Ericeira. Com. Serv. Geol. Port. VI, 1904/07, S. 1—55. — 16. Sur le volcanisme dans le littoral portugais au Nord du Tage. C. R. Ac. Sciences Paris CLXII, 1916, S. 981—983. — 17. Les roches intrusives filoniennes de la région située au Nord du Tage. C. R. Ac. Sciences Paris CLXIII, 1916, S. 152—155. — 18. Étude géologique du tunnel du Rocio. Contribution à la connaissance du sous-sol de Lisbonne. Mém. Com. Serv. géol. Port. 1889. — 19. Exemplo frisante da importancia da utilização dos dados geológicos na escolha dos traçados dos caminhos de ferro. Com. Serv. Geol. Port. II, 1888/92, S. 161—170. — 20. Sur les dolomies des terrains mésozoïques du Portugal. Com. Serv. Geol. Port. III, 1896, S. 129—144. — 21. Contribution à la connaissance du Lias et du Dogger de la région de Thomar. Com. Serv. Geol. Port. VII, 1908, S. 141—176. — 22. Aperçu de la géologie du Portugal. In: «Le Portugal au point de vue



agricole.» Lisbonne 1900, S. 1—48. — 23. Promenade au Gerez. Souvenirs d'un géologue. Bol. Soc. Geogr. Lisboa XIV, 1895, S. 385—402. — 24. Notice sur la carte hypsométrique du Portugal. Com. Serv. Geol. Port. VII, 1907/09, S. 1—71. Auch portugiesische Übersetzung separat erschienen: Notícia sobre a carta hypsométrica de Portugal. Lisboa 1907, 70 S. — 25. Carta hypsométrica de Portugal (Lisboa 1906), 2 Blatt. 1 : 500 000. — 26. Contributions à la tectonique du Portugal. As. Española para el Progreso de las Ciencias. Congr. de Zaragoza IV, 1910, S. 183—185. — 27. Présentation d'une carte hypsométrique du Portugal et d'une notice explicative contenant un aperçu des conditions orogéniques de ce pays. C. R. Congr. Intern. Géogr. Genève 1910, II, S. 171—174. — 28. La ligne de dépressions Regoa-Verin et ses sources carbonatées. Remarques et considérations. Com. Serv. Geol. Port. XII, 1917, S. 35—69. — 29. Pli-faille et chevauchements horizontaux dans le mésozoïque du Portugal. C. R. Ac. Sciences Paris. CXLI, 1905, S. 335—337. — 30. Note préliminaire sur les vallées tiphoniques et les éruptions d'ophite et de teshénite en Portugal. Bull. Soc. Géol. France, 3e Sér. X, 1882, S. 267—297. — Forts.: Com. Serv. Geol. Port. I, 1883/87, S. 113—122. — 31. Essai sur la tectonique de la chaîne de l'Arrábida. Mém. Com. Serv. géol. Port. 1908. Vgl. Bull. Soc. géol. France 4e Sér. VI, 1906, S. 44, 237. Rev. Obras Publicas e Minas XXXIX, 1908, S. 89—101. — 32. Observations sur le pliocène du Portugal. Bull. Soc. Belge Géol., Paléont. et Hydrol. III, 1889. Mémoires S. 119—123. — 33. Preuves du déplacement de la ligne du rivage de l'océan. Com. Serv. Geol. Port. VI, 1904/07, S. 174—177. Bol. Soc. Geogr. Lisboa XIII, 1894, S. 1173—1176. Vgl. Archeólogo Port. II, 1896, S. 301. IV, 1898, S. 62. X, 1905, S. 193f. — 34. Sur une station préhistorique à Obidos et sur la dispersion de l'Ostrea edulis aux temps préhistoriques. Com. Serv. Geol. Port. II, 1888—92, S. 158—160. — 35. Quelques cordons littoraux, marins du Pléistocène du Portugal par P. CHOFFAT et G. E. DOLLFUS. Bull. Soc. géol. France 4e Sér. IV, 1904, S. 738—752. Com. Serv. Geol. Port. VI, 1904, S. 158—173. — 36. L'éruption de la Martinique et les tremblements de terre en Portugal. Bol. Soc. Geogr. Lisboa XX, 1902, S. 158—166. — 37. Les tremblements de terre de 1903 en Portugal. Com. Serv. Geol. Port. V, 1904, S. 279—306. C. R. Ac. Sciences Paris CXXXVIII, 1903, S. 313—315. — 38. Sur les tremblements de terre en général et sur les rapports entre ceux du Portugal et ceux de l'Italie méridionale. Rev. Obras Publ. e Minas XL, 1909, S. 18—32. — 39. Études sur le séisme du Ribatejo du 23 avril 1909 par P. CHOFFAT et A. BENSANDE. Mém. Com. Serv. géol. Port. 1911. Vgl. Rev. Obras Publicas e Minas XLIII, 1912, S. 831—850. — 40. Notes sur l'érosion en Portugal I. Sur quelques cas d'érosion atmosphérique dans les granites du Minho (Tafoni). Com. Serv. Geol. Port. III, 1895/96, S. 17—24. — 41. Dépôts superficiels, Glaciaire. Annuaire Géologique Universel X, 1893, S. 579—584. Com. Serv. Geol. Port. III, 1895/98, S. 108—112. — 42. Contribution à la connaissance géologique des sources minérales-thermales des aires mésozoïques du Portugal. Lisbonne 1893. Vgl. Bull. Soc. géol. France 3e Sér. XX, 1893, S. 44—64. — 43. Les eaux souterraines et les sources, principalement en Portugal. Zeitschr. für Gewässerkde. III, 1900, S. 133—152. — 44. Irrigações por meio de poços artesianos. Archivo rural VI, 1900, S. 113—117. Vgl. A Agricultura contemporanea VIII, 1898, S. 382—403. — 45. Note sur les sources d'Arrifana (Coimbra). Com. Serv. Geol. Port. III, 1895, S. 11f. — 46. Les eaux d'alimentation de Lisbonne. Com. Serv. Geol. Port. III, 1898, S. 145—198. Bull. Soc. Belge de Géol. etc. X, 1896, S. 161—197. — 47. Notes sur les tufs de Condeixa et la découverte de l'hippopotame en Portugal. Com. Serv. Geol. Port. III, 1895/98, S. 1—10. — 48. Pluie de poussière brune en Portugal (janvier 1902). Bull. Soc. Belge Géol. etc. XVI, 1902, S. 530—538. — 49. Rapports de géologie économique. I. Sur les sables aurifères marins d'Adiça et sur d'autres dépôts aurifères de la côte occidentale de la péninsule de Serúbal. II. Gisements de fer dans le triassique et dans les schistes paléozoïques des régions de Pias et d'Alvayazere. Com. Serv. Geol. Port. IX, 1912, S. 5—32. III. Les recherches d'hydrocarbures dans l'Extremadura portugaise. IV. Les mines de grenats du Suímo. Com. Serv. Geol. Port. X, 1914, S. 159—198.

## PAUL CHOFFAT ET LA GÉOGRAPHIE DU PORTUGAL

Le citoyen suisse PAUL CHOFFAT consacra presque toute son énergie infatigable pendant plus de 40 ans à l'exploration géologique du Mésozoïcon portugais. Par son esprit pénétrant, il prévoyait déjà de nombreux problèmes de la géographie portugaise et contribua à leur solution. A l'occasion du 100e anniversaire de sa naissance, du 30e anniversaire de sa mort, le congrès de géographie internationale qui aura lieu à Lisbonne, appréciera le côté de son activité.

## PAUL CHOFFAT E LA GEOGRAFIA DEL PORTOGALLO

Per quarant'anni, lo svizzero PAUL CHOFFAT dedicò la massima parte della sua attività alla ricerca e allo studio del mesozoico portoghese. Il suo spirito multilaterale intravvide numerosi problemi della geografia paesistica del Portogallo e li avvicinò alla loro soluzione definitiva. In occasione del centenario della sua nascita e del trentesimo anniversario della sua morte, il Congresso internazionale dei geografi a Lisbona ricorderà degnamente questo aspetto del suo vasto operato.