

Werk

Titel: Vorträge und Abhandlungen

Ort: Berlin

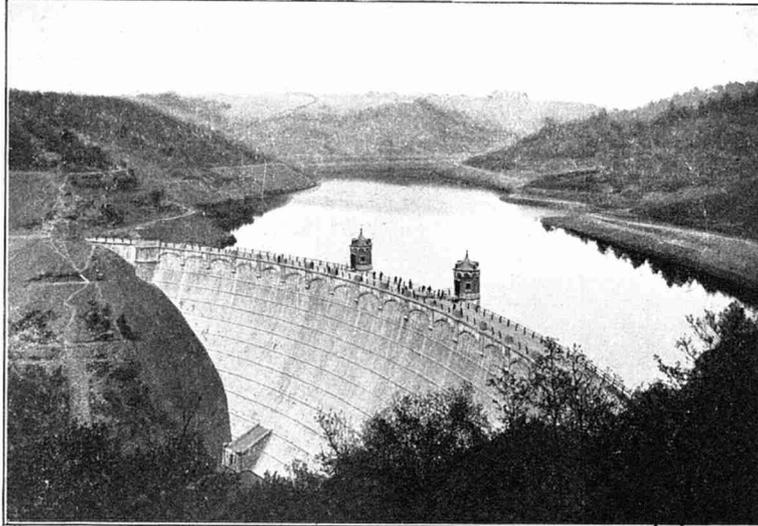
Jahr: 1912

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1912|LOG_0154

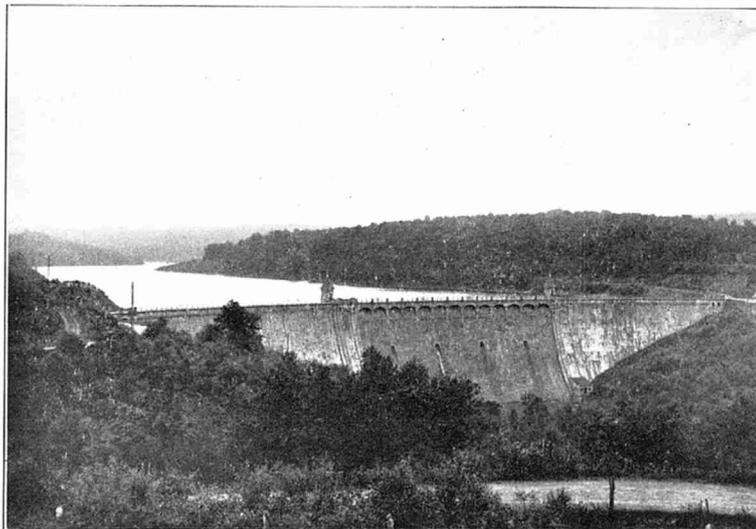
Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de



Abbild. 32. Die Sengbachtalsperre bei Solingen.



Abbild. 33. Die Ennepetalsperre.

Die Niederschlags- und Abflußbedingungen für den Talsperrenbau in Deutschland.*

Von Karl Fischer.

Hauptzwecke des Talsperrenbaus in Deutschland sind¹⁾:

Die Gewinnung von Wasserkraft, die Versorgung mit Trinkwasser, die Bewässerung von Ländereien, die Speisung von Kanälen, die Aufhöhung des Niedrigwassers in Strömen, der Schutz gegen Hochwasser.

Auf diese Zwecke verteilen sich die vorhandenen Talsperren aber sehr ungleichmäßig. Nach Roloff²⁾ gab es 1910 in Preußen 26 Talsperren, wobei viele nur kleine Sammelbecken, wie die meist schon alten Teiche im Harz, nicht mitgezählt sind. Diesen 26 Sperren senden zusammen 1344 qkm ihren Abfluß zu. Diese Flächengröße bildet, um eine Vergleichszahl zu nennen, etwa $13\frac{1}{2}$ Prozent der Größe des Spree-Gebiets, die rund 10 000 qkm beträgt. Die Hälfte des von den 26 Sperren beherrschten Gebiets kommt aber allein auf zwei von diesen, nämlich auf die Urft-Talsperre bei Gemünd in der Eifel (375 qkm) und die Queis-Talsperre bei Marklissa (303 qkm). Diese beiden Sperren sollen aber hauptsächlich der Erzeugung elektrischen Stromes und dem Hochwasserschutz dienen. Freilich verbinden sich diese Zwecke bei ihnen in recht ungleichem Maße. Für den Bau der Urft-Talsperre war die Absicht der Kraftgewinnung bestimmend und der Hochwasserschutz nur eine willkommene Beigabe. Bei der Queis-Talsperre war es dagegen umgekehrt.

Auch an Fassungsraum kommen diese beiden Sperren, nämlich die Urft-Talsperre mit 45,5 Millionen cbm und die Queis-Talsperre mit 15 Millionen cbm zusammen annähernd der Gesamtheit der übrigen Sperren

*) Vortrag, gehalten in der Fachsitzung vom 18. März 1912.

¹⁾ Sympher, Der Talsperrenbau in Deutschland. Zentralbl. d. Bauverwaltung 1907, S. 159.

²⁾ Der Talsperrenbau in Deutschland und Preußen. Zeitschr. f. Bauwesen 1910, 555—574.

gleich, die 1910 in Preußen fertig waren. In Deutschland außer Preußen waren 1910 erst 4 Talsperren vollendet, die am Gesamtbilde nicht viel ändern, da sie zusammen nur gegen 5 Millionen cbm fassen.

Inzwischen sind in Deutschland über zwanzig neue Talsperren teils fest beschlossen, teils in Bau genommen oder vollendet worden. Die hervorragendsten darunter sind:

Die Bober-Talsperre bei Mauer, die 50 Millionen cbm faßt,
die Möhne-Talsperre am Arnsberger Walde, die 130 Millionen cbm faßt,
die Eder-Talsperre bei Waldeck, die 202 Millionen cbm faßt.

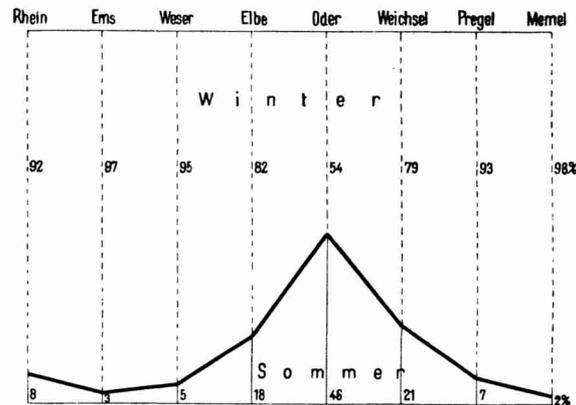
Die Möhne-Talsperre wird also ungefähr gleich viel Fassungsraum haben, wie alle 1910 in Deutschland fertigen Sammelbecken zusammen. Das Eder-Becken aber würde außerdem noch das Bober-Becken und weitere 22 Millionen cbm aufnehmen können.

Bei Mauer sollen 30 Millionen cbm als Hochwasserschutzraum, 20 Millionen zur Kraftgewinnung dienen. Bei der Möhne-Talsperre ist der Hochwasserschutz nebensächlich. Sie soll, wie die zahlreichen übrigen Talsperren im Wupper- und Ruhr-Gebiet, der Wasserversorgung dienen, und zwar voraussichtlich sowohl der Versorgung mit Kraft-, wie mit Trinkwasser. Das Eder-Becken wird alle bisher genannten an Vielseitigkeit der Verwendung überragen. Es wird nicht nur als Hochwasserschutz und zur Kraftgewinnung dienen, sondern außerdem zur Aufhöhung des Niedrigwassers der Weser, zur Speisung des Rhein-Weser-Kanals und zur Bewässerung von Ländereien an der Weser. Abgesehen von der Eder-Talsperre dienen die bedeutenderen Talsperren im Westen, die sämtlich dem Rheinisch-Westfälischen Schiefergebirge angehören, also hauptsächlich der Gewinnung von Wasserkraft, einige auch der Versorgung mit Trinkwasser, während der Hochwasserschutz nur hinzutritt. Der Gedanke an ihn hat zwar den Bau mancher dieser Sperren erheblich gefördert, aber nicht den Ausschlag gegeben. Umgekehrt war es im zweiten deutschen Hauptgebiet des Talsperrenbaues, in Schlesien, wo außer den erwähnten großen Sammelbecken noch zahlreiche kleinere vorhanden oder im Entstehen sind. Hier machten die verheerenden Wolkenbrüche, die am 29./30. Juli 1897 im Riesen- und Iser-Gebirge niedergingen, den Hochwasserschutz durch Talsperrenbau zur Tagesfrage, und neue Hochwasser, besonders das von 1903, ließen die Frage nicht ruhen. (Die Abbildungen 32 und 33 zeigen zwei der Talsperren im Wupper- und Ruhrgebiet nach den Führern durch die Sammel-Ausstellungen aus dem Gebiete des Wasserbaus, veranstaltet vom Kgl. Preuß. Ministerium d. öff. Arbeiten bei den Weltausstellungen in Mailand 1906 und in Brüssel 1910).

Die Verschiedenheit der mit den Talsperren verfolgten Zwecke richtet sich zum Teil nach den wirtschaftlichen Bedürfnissen, mehr aber noch

nach den von der Natur gegebenen Bedingungen, zumal ja die wirtschaftlichen Verhältnisse ihrerseits schon in hohem Maße von der Natur abhängig sind. Die gegenwärtigen Ausführungen wollen nur die Abhängigkeit von den Niederschlags- und Abflußbedingungen behandeln. Besonders soll erörtert werden, warum sich bei den meisten Becken die verschiedenartigen Zwecke nicht so vereinigen lassen wie beim Eder-Becken. (Die dabei verwendeten Betrachtungen über die Niederschlagsverhältnisse sind meist den Veröffentlichungen Hellmanns entnommen, die hydrologischen Ausführungen meist den von H. Keller geleiteten Untersuchungen des Bureaus des preußischen „Wasserausschusses“ und seiner Nachfolgerin, der preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde.)

Abbildg. 34.



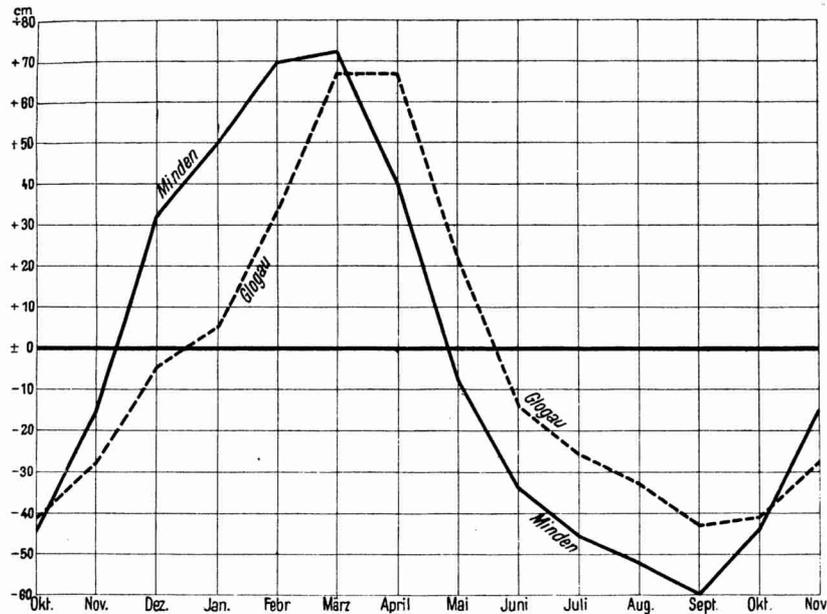
Prozentische Verteilung der Hochwasser auf Sommer und Winter.

Zum Schutz gegen Hochwasser muß ein Becken bis zu gewissem Grade leer, zur Krafterzeugung und zur Wasserspende für sonstige Zwecke dagegen bis zu gewissem Grade gefüllt sein. Gehört die Aufhöhung des Niedrigwassers zu diesen Zwecken, so muß besonders für die Zeiten des natürlichen Wassermangels ein ausreichender Wasservorrat gehalten werden können. Diese einander entgegengesetzten Forderungen lassen sich am leichtesten erfüllen, wenn sich die Hochwasser auf eine bestimmte, nicht zu lange Jahreszeit beschränken, in der man sich auf sie einrichten und das Becken mit Sicherheit füllen kann, während das natürliche Niedrigwasser in eine andere Jahreszeit fällt, in der das Becken seinen Vorrat allmählich abgeben kann.

So günstig liegen die Verhältnisse nun in keinem deutschen Stromgebiet. Das Maß, in dem sie von diesem Idealfall abweichen, ist aber sehr

verschieden. Abbildung 34 zeigt für die norddeutschen Ströme die prozentische Verteilung der Hochwasser auf das Sommerhalbjahr von Mai bis Oktober und das Winterhalbjahr von November bis April¹⁾. Die Prozentzahlen für den Sommer steigen von Westen wie von Osten gegen die Oder hin an und erreichen an dieser mit 46% einen Höchstwert, der die Werte für alle anderen norddeutschen Ströme weit überragt. Dabei ist, was aus der Abbildung nicht zu ersehen ist, auch die absolute Zahl der Hochwasser an der Oder am größten, so daß die Gesamtzahl der Sommerhochwasser dieses Stromes die der anderen noch mehr überflügelt als der bloße

Abbildg. 35.



Mittlere Monatswasserstände, dargestellt durch Abweichungen vom Jahresmittel.

prozentische Anteil des Sommers. Dieser so verschiedenen Verteilung der Hochwasser steht eine weitgehende Gleichmäßigkeit im Auftreten der Niedrigwasser gegenüber. Sieht man vom Rhein ab, soweit dieser, ebenso wie der größte Teil der deutschen Donau-Strecke, durch den Abfluß aus den Alpen beherrscht wird, so bilden überall der Spätsommer und Herbst die regelmäßige Niedrigwasserzeit.

Abbildung 35 veranschaulicht dies durch die langjährigen Monatsmittel des Wasserstandes an einem Weser- und an einem Oder-Pegel. Diese beiden

¹⁾ Nach Keller, Die Hochwassererscheinungen in den deutschen Strömen. Jena 1904, Costenoble. S. 47.

Ströme sind ausgewählt, weil die folgenden Betrachtungen sich hauptsächlich auf die Talsperren in ihren Gebieten zuspitzen. Die Mittelwertslinien beruhen an beiden Stellen auf den Beobachtungen von 1835 bis 1910, sind also streng miteinander vergleichbar. Die Nullhöhe entspricht dem Jahresmittelwasser, also dem Mittelwert sämtlicher Wasserstände. Die Linie der Monatsmittel fällt am Anfang des Sommerhalbjahres unter dieses Gesamtmittel, an der Weser im Mai, an der Oder im Juni, und erreicht im September die Niedrigstlage. An den anderen Strömen ist es ähnlich. Nun braucht die Häufigkeit der Hoch- und der Niedrigwasser aus einer derartigen Mittelbildung freilich nicht klar hervorzugehen. Tatsächlich wird man bei Vergleichung beider Linien wohl auf eine Klimaverschiedenheit zwischen Weser- und Oder-Gebiet hingewiesen; die vielen Sommerhochwasser der Oder bleiben in der Linie für Glogau aber ziemlich versteckt. Für die Niedrigwasser ist dieses Bedenken jedoch hinfällig. Sie sind von so langer Dauer, daß sie bestimmend auf den Gesamtverlauf der Linien wirken. Wenn man die Häufigkeit der Niedrigwasserstände für die einzelnen Monate feststellt, ergibt sich ebenfalls eine Häufung gegen das Ende des Sommerhalbjahres.

Die Niedrigwasser beginnen dabei meist schon im Hochsommer, also gerade zu der Zeit, zu der die Niederschläge durchschnittlich am stärksten sind. Die Monate Juni bis August bilden ja in unseren Stromgebieten fast überall das niederschlagreichste Vierteljahr. Einige Gebirgslandschaften im Westen haben die größten Regenmengen allerdings erst im Herbst, ebenso einige Küstenlandschaften, die hier nicht interessieren. An einzelnen Stellen rückt der Höchstbetrag der Niederschläge auf das Wintervierteljahr von Dezember bis Februar. Diese Ausnahmefälle ändern aber nichts daran, daß im ganzen der Sommer am niederschlagreichsten ist.

Da trotzdem dann gewöhnlich das Niedrigwasser beginnt, so folgt, daß die meisten Sommerregen nur wenig auf die Flüsse wirken. Man hat längst erkannt, daß dies an der starken Verdunstung im Sommer liegt, zumal wenn diese durch eine reich entwickelte Pflanzenwelt vermittelt wird, die den größten Teil des zum Erdboden gelangenden Wassers aufsaugt. Allein die einzelnen Sommerregen verhalten sich in ihrer Wirkung doch recht verschieden, und eine befriedigende Erklärung hierfür ergab sich erst aus der Erkenntnis, daß man bei den Niederschlägen einen „großen“ und einen „kleinen“ Kreislauf des Wassers zu unterscheiden hat. Dem großen Kreislauf gehören die Niederschläge in den großen, meist auch „langlebigen“ Gebieten tiefen Luftdrucks an, die als im wesentlichen fertige Gebilde an unsere Küsten herankommen und den größten Teil des Wasserdampfes, der in ihnen zum Niederschlag gelangt, vom Meere her mitbringen. Diese langlebigen Tiefdruckgebiete sind in Europa im Sommer weit seltener

als in den anderen Jahreszeiten, wie folgende Prozentzahlen ihrer Häufigkeit zeigen¹⁾:

Winter (Dez./Febr.)	Frühling (März/Mai)	Sommer (Juni/Aug.)	Herbst (Sept./Nov.)
39	25	12	24

Daß der Sommer bei uns trotzdem den meisten Regen bringt, ist hauptsächlich auf Niederschläge im kleinen Kreislauf des Wassers zurückzuführen, bei dem ein großer Teil des zur Ausscheidung kommenden Wasserdampfes von der Verdunstung an Ort und Stelle oder in der Nachbarschaft herrührt.

Zum großen Kreislauf gehören vor allem die weitverbreiteten, langdauernden Landregen. Ein großer Teil der in ihnen niederfallenden Wassermassen schließt den Kreislauf alsbald wieder, indem er durch die Flüsse zum Meere zurückkehrt. Als Glieder des kleinen Kreislaufs kennzeichnen sich dagegen vor allem die kurzen Gewitter- und Platzregen. Letzten Endes stammt auch das diese bildende Wasser vom Meere; größtenteils war es aber schon vorher als Regen niedergefallen, und größtenteils kehrt es nach dem Regen entweder durch unmittelbare Verdunstung oder durch Vermittelung der Pflanzenwelt wieder in die Lufthülle zurück, während den Flüssen nur wenig davon zugute kommt.

Bei wolkenbruchartiger Stärke können solche Gewitter- und Platzregen allerdings einen stürmischen Abfluß hervorrufen, namentlich im Gebirge, aber doch nur auf kleinerem Gebiete. Diese Regen können also eine große Wirkung nur auf kleine Wasserläufe ausüben, da die so entstehenden Anschwellungen bei ihrem Fortschreiten rasch verflachen. Die Abflußzustände Berlins sind zwar als Beispiel hierfür wenig geeignet. In einem Berliner Kreise darf aber vielleicht doch an den Wolkenbruch am Morgen des 14. April 1902 erinnert werden, bei dem die Regenhöhe an der Meßstelle in der Invalidenstr. in 3½ Std. 143 mm erreichte. Unsere Spree stieg, obgleich sie bei den Maßstäben, die hier anzulegen sind, doch schon als mittelgroßer Fluß gelten kann, an diesem Tage um einen halben Meter. Aber diese Anschwellungshöhe reichte nicht weit. Am Charlottenburger Unterpegel betrug sie volle 50 cm, am Spandauer nur noch 27, am Rathenower war sie nur noch wenig zu merken, und in der Elbe verlor sie sich ganz. An Gebirgsbächen können Gewitter- und Platzregen zwar viel ungestümere, an Ort und Stelle verheerend wirkende Anschwellungen hervorrufen; die Flutwellen flachen dann aber ebenfalls schnell ab.

Selbst das Hochwasser eines mittelgroßen Gebirgsflusses wirkt auf den Hauptstrom nur wenig, wenn es vereinzelt bleibt. Bei einem Hochwasser im Juli 1898 flossen in der Oker bei Braunschweig, wo das

¹⁾ Nach Hann, Lehrbuch der Meteorologie.

Flußgebiet eine Größe von 1080 qkm hat, in drei Tagen etwa 50 Millionen cbm Wasser ab, in der Sekunde durchschnittlich also gegen 200 cbm. Diese Hochflut war eine der stärksten der Oker seit vielen Jahren. Die durch sie hervorgerufene Anschwellung der unteren Aller erreichte jedoch kaum das sogenannte mittlere Hochwasser (den Durchschnitt aus den höchsten Wasserständen der einzelnen Jahre), und die Anschwellung der unteren Weser war überhaupt kein Hochwasser.

Die Wirkung der Oker-Flutwellen auf die Weser wird nun freilich dadurch abgeschwächt, daß sie erst auf den Unterlauf des Hauptstromes trifft. Dies allein ist jedoch nicht entscheidend. Denn Gewitterregen in den West-Beskiden oder Ost-Sudeten erzeugen im Quellgebiet der Oder manchmal Anschwellungen, die bei Ratibor das Mittelwasser um 4 oder wohl gar 5 m überschreiten und hierbei das Vorland weithin überschwemmen, schon am Mittellauf aber im Stromschlauch abfließen und am Unterlauf annähernd in Mittelwasserhöhe bleiben.

Zwischen der Oder und der Weser besteht aber der Unterschied, daß im Oder-Gebiet die starken Regen im Sommer nur allzuoft eine solche Ausdehnung annehmen, daß sie großes Schadenhochwasser am ganzen Strom zur Folge haben, während sich die großen Weser-Hochwasser fast ganz auf das Winterhalbjahr beschränken, in welchem die Schadenwirkungen mit Ausnahme der Gefahren des Eisgangs in der Regel gering, mäßige Überschwemmungen sogar erwünscht sind.

Eine erschöpfende und auf ausreichende Beweise gestützte Erklärung dafür, daß große Weser-Hochwasser im Sommer fast nie vorkommen, ist mir nicht bekannt. Daß das Seeklima des Westens ein häufigeres Auftreten großer Winterhochwasser mit sich bringt als das Landklima des Ostens, leuchtet ein. Die Landregen gelangen im allgemeinen mit den großen Tiefdruckgebieten von Westen her nach Mittel-Europa. Der Westen hat sie also gleichsam aus erster Hand. Dort macht sich infolgedessen stärker als im Osten geltend, daß die großen, langlebigen Tiefdruckgebiete im Herbst und Winter weit zahlreicher sind als im Sommer. Je weiter nach Osten, desto mehr beteiligt sich solcher Wasserdampf an der Niederschlagsbildung, der aus dem großen Kreislauf in den kleinen übergegangen ist, desto größer wird also die Beteiligung der Gewitter- und Platzregen und damit der Anteil des Sommers an der Gesamtheit der Niederschläge. So kommen von der Jahresmenge des Niederschlages

	in	Aachen	Torgau	Breslau
auf Oktober bis März 1866—1900		51	43	37%
auf April bis September 1866—1900		49	57	63%

Ähnlich ist der Winteranteil im Gebirge größer als im Flachland, wie sich ja zwischen Gebirge und Flachland die Unterschiede zwischen See- und

Landklima überhaupt grobenteils wiederholen. Die Erscheinung, daß die Jahreshälfte vom Oktober bis März mehr Niederschlag hat als die andere, beschränkt sich im Gebirge infolgedessen nicht, wie im Flachland, auf den äußersten Westen, sondern reicht dort weiter nach Osten, und zwar bis zum Harz und Thüringer Walde. Allerdings zieht sie sich auf immer größere Höhen zurück, je weiter man nach Osten geht. — Die Zunahme der Niederschläge mit der Höhe, die im allgemeinen sowohl im Winter wie im Sommer stattfindet, ist im Winter also stärker als im Sommer.

Die Niederschläge im Winter sind aber vorwiegend Landregen oder entsprechende Schneefälle, rufen also (der Schnee beim Schmelzen) leichter Hochwasser hervor als die meisten Sommerregen, zumal die Hochwasser vorwiegend von den Niederschlägen in den höheren Gebietsteilen abhängen, wo die Wintermengen besonders hervortreten. Hinzu kommt, daß im Westen ein Umschlag aus Frost- in Tau- und Regenwetter öfter erfolgt als im Osten. Das häufigere Auftreten ausgedehnter Winterhochwasser im Westen entspricht somit, was ja auch selbstverständlich ist, durchaus den Niederschlags- und Temperaturverhältnissen.

Hiermit ist jedoch nicht erklärt, weshalb große Sommerhochwasser an der Weser fast gänzlich fehlen. Im Wetter kommen doch die verschiedenartigsten Abweichungen von der regelmäßigen Entwicklung vor, warum also fast nie Tiefdruckgebiete im Sommer, die dem Weser-Gebiet so ausgedehnte Starkregen bringen, daß ein großes Hochwasser entsteht? Keller hat darauf hingewiesen, daß sich die entscheidenden Wasserdampfmassen im Sommer in so hohen Luftschichten bewegen, daß die nur mäßig hohen Gebirgslandschaften im oberen Weser-Gebiet sie nicht in solchem Maße abfangen, wie es für die Entstehung eines großen Hochwassers des Stromes Bedingung ist. Erst die Alpen-Mauer wirkt als derartiger Fang, weshalb an den Alpen-Flüssen große Sommerhochwasser ziemlich oft vorkommen. Hiermit soll indessen doch nur das reguläre Verhalten erklärt werden. Offen bleibt dabei die Frage, warum Ausnahmen im Weser-Gebiet so außerordentlich selten vorkommen, daß man gewöhnlich an das Hochwasser vom Juli 1342 erinnert, wenn man ein verheerendes Sommerhochwasser in West-Deutschland anführen will. Dieses Hochwasser war freilich auch solcher Art, daß man nur wünschen kann, es möge für immer das klassische Ausnahmebeispiel bleiben.

In einem gewissen Widerspruch mit den bisherigen Ausführungen über die Niederschlagsverhältnisse steht, daß im Oder-Gebiet große Sommerhochwasser mindestens ebenso häufig sind wie an den Alpen-Flüssen. Wenn schon in unseren nordwestlichen Mittelgebirgen Landregen, die großes Hochwasser hervorrufen, im Sommer kaum vorkommen, so sollte man sie für die Mittelgebirge im Osten noch weniger erwarten, zumal sich

diese nach Osten hin immer weiter von der Küste, also vom Einflußbereich des Meeres entfernen. Freilich erreichen die östlichen Mittelgebirge größere Höhen als die nordwestlichen. Die großen Landregenmengen bleiben jedoch nicht auf diese überragenden Höhen beschränkt. In der Tat liegt hier eine Durchbrechung der Klimaverschiedenheit zwischen Westen und Osten vor. Ihr Träger ist die Zugstraße von Tiefgebieten des Luftdruckes, die sich von der Nordküste des Adriatischen Meeres zur Ostküste der Ostsee erstreckt und in van Bebbers Bezeichnung V b zum eisernen Bestände der deutschen Meteorologie und Flußkunde gehört. Ein Gebiet tiefen Luftdruckes im mittleren Teil dieser Zugstraße, über Österreich, Ungarn, Mähren, Ober-Schlesien oder Galizien, bedeutet immer eine gewisse Hochwassererwartung für die Oder und für die Weichsel, besonders wenn es längere Zeit dort verweilt. Wenn dann noch gewisse Nebenbedingungen erfüllt sind, namentlich die Linien gleichen Luftdruckes, die man aus den täglichen Wetterkarten kennt, sich zusammendrängen und bis zur Ostsee hinauf nach Norden gerichtet sind, so daß tagelang ein kräftiger Nordwestwind von der Ostsee gegen die Sudeten und Beskiden weht, fallen zuweilen die wolkenbruchartigen Landregen, durch welche die starken Sommerhochwasser der Oder und der oberen Weichsel, seltener auch solche der Elbe entstehen. Die verderbliche Wirkung dieser Regenfälle beruht auf dem Zusammentreffen mehrerer ungünstiger Umstände. Zunächst gehen den eigentlichen Landregen, aus denen die Hauptmasse des Hochwassers entsteht, in dem einen oder anderen Teilgebiet gewöhnlich Gewitterregen voran¹⁾. Die Bekämpfung der Oder-Hochwasser durch Sammelbecken wird hierdurch sehr erschwert. Die vorangehenden Gewitter sind größtenteils nämlich Gebirgsgewitter von solcher Ausdehnung, daß die niedergehenden Regengüsse nicht nur in den kleinen Wildbächen, sondern auch in den Hauptzuflüssen der Oder beträchtliches Hochwasser hervorrufen können. Solcher hochwassergefährlichen Zuflüsse hat die Oder bekanntlich ziemlich viele. Schon oberhalb Ratibor sind es außer der Quell-Oder selbst, die auch in diese Reihe zu rechnen, aber ihr zahmster Vertreter ist, namentlich drei: links die Oppa, welche große Hochwassermassen aus dem Altvater-Gebiet bringen kann, rechts die Beskiden-Flüsse Ostrawitza und Olsa, die besonders wegen der Schnelligkeit des Hochwasserabflusses zu fürchten sind. Dazu treten noch die hochwassergefährlichen Flüsse in Preußisch-Schlesien: Hotzenplotz, Glatzer Neiße, Weistritz, Katzbach, Bober, Lausitzer Neiße. In manchen Sommern erscheinen bald in dem einen, bald in dem anderen dieser Flüsse spitze Flutwellen. So wurde in den Monaten Mai

¹⁾ G. Hellmann u. G. v. Elsner, Meteorologische Untersuchungen über die Sommerhochwasser der Oder. Berlin 1911. Behrend u. Co.

bis Juli 1909 allein bei Ratibor der Wasserstand, bei dem die Hochwassermeldungen beginnen (3,80 m am Pegel), achtmal überschritten. Beim Erscheinen solcher Anschwellungen weiß man meist aber nicht, was nachkommt, ob man es nur mit Freischärlern zu tun hat oder mit der Vorhut eines ganzen Heeres. Die Abwehrmittel müssen also immer bereit sein. Dazu kommt, daß in den Sudeten viel größere Tagesmengen des Regens vorkommen als in den westdeutschen Mittelgebirgen. Die Tagesmengen haben besonders im Riesens- und Iser-Gebirge öfters 200 mm überschritten; aus dem Iser-Gebirge ist sogar eine Menge von 345 mm bekannt. In den westdeutschen Mittelgebirgen liegen die größten Mengen dagegen meist zwischen 125 und 175 mm.

Die schlesischen Talsperren sind der Eder-Talsperre gegenüber also in folgenden Beziehungen im Nachteil:

1. Die schlesischen Sammelbecken müssen im Sommer, wenn der Wassermangel zu beginnen pflegt und Kraftwerke, Landwirtschaft und Schifffahrt nach Zuschuß rufen, zur Aufnahme großer, rasch kommender Hochwassermassen bereit sein. Die Eder, der gefährlichste Hochwasserquellfluß der Weser, hat dagegen, ebenso wie der Hauptstrom, im Sommer nur wenige und meist nur unbedeutende Hochwasser, die nicht eine solche Berücksichtigung wie die Sommerhochwasser im Oder-Gebiet erfordern. Man kann in Schlesien wohl Schutz- und Nutzraum in einem Sammelbecken zusammenlegen, und man wird dies auch, soweit irgend möglich ist, tun, weil naturgemäß der Bau einer Talsperre etwa für 30 Millionen Kubikmeter Schutz- und 20 Millionen Kubikmeter Nutzraum (wie bei Mauer) weit vorteilhafter ist als der Bau zweier getrennter Talsperren, die zusammen denselben Fassungsraum haben. Die Verbindung bleibt dann aber im wesentlichen äußerlich; zu bewirtschaften ist das Sammelbecken in der Hauptsache, als wären Schutz- und Nutzraum getrennt. Der Schutzraum muß jedesmal, so schnell es ohne Schaden geht, wieder freigemacht werden. An der Eder-Talsperre läßt sich dagegen beiden Anforderungen in innerlicher Verbindung genügen. Das Hochwasser, durch welches das Sammelbecken im Winter gefüllt wird, kann im Sommer nach dem Maße der dann auftretenden Anforderungen für die Kraftwerke, die Speisung der Schifffahrtsstraßen und die Landbewässerung verwendet werden¹⁾.

2. Bei gleicher Größe der von der Talsperre beherrschten Fläche

¹⁾ Eine Vorstellung von der Wirkung solchen Zuschusses ist aus folgenden Zahlen zu gewinnen (die jedoch nicht dem tatsächlichen Betriebsplan des Sammelbeckens entsprechen): Eine Wassermasse von 160 Millionen Kubikmeter gibt, auf vier Monate gleichmäßig verteilt, 15 cbm in der Sekunde. Diese Vermehrung der Abflußmenge höht aber den Mittelniedrigwasserstand der Weser bei Karlshafen unterhalb der Diemel-Mündung um 26, bei Hoya wenig oberhalb der Aller-Mündung noch um 18 cm auf.

muß man im Oder-Gebiet auf einen stärkeren Hochwasserzufluß zur Sperre gefaßt sein als im Westen. So ist für die Eder-Talsperre die größte Zuflußmenge zu 900 cbm in der Sekunde, bei 1430 qkm Gebietsfläche also zu 630 Litern auf die Sekunde und den Quadratkilometer ermittelt worden. Dagegen schätzt man die größte Hochwassermenge des Queis bei Marklissa auf 780 cbm/sek, was bei 303 qkm Gebietsfläche nahezu 2600 Liter auf die Sekunde und den Quadratkilometer ergibt. Allerdings greift diese Schätzung vielleicht etwas zu hoch, aber doch keinesfalls so, daß die Abflußzahl auf den Quadratkilometer nicht bedeutend größer als bei der Eder bliebe. Man kann freilich einwenden, daß man eine Hochwasserabflußzahl, die aus nur 303 qkm berechnet ist, nicht mit einer vergleichen darf, die für 1430 qkm gilt, da der auf den Quadratkilometer kommende Bruchteil der sekundlichen Hochwassermengen im allgemeinen bei wachsender Gebietsfläche immer kleiner wird. Jedoch ist auch für die Möhne-Talsperre, deren Zuflußgebiet 416 qkm umfaßt, also das der Queis-Talsperre nur mäßig übertrifft, die Zuflußmenge bei größtem bisherigen Hochwasser nur zu 292 cbm/sek gleich 700 Litern in der Sekunde auf den Quadratkilometer ermittelt worden.

In Schlesien ist also gleicher Hochwasserschutz wie im Westen nur zu erzielen, wenn die Hochwasserschutzräume im Verhältnis zum Abflußgebiet größer als dort gewählt werden.

3. Die Wirkung dieser Nachteile könnte gemildert werden, wenn das Eintreten von Hochwasser im Oder-Gebiet rechtzeitig aus der Wetterlage vorhergesagt werden könnte. Die Hoffnung auf diese Möglichkeit wurde durch die Feststellung nahegelegt, daß die gefährlichen Starkregen fast ausnahmslos an Tiefdruckgebiete im Bereiche V b gebunden sind. Die schon erwähnte eingehende Abhandlung Hellmanns und v. Elsners ergibt jedoch, daß an eine einigermaßen sichere Hochwasservorhersage auf meteorologischer Grundlage auch für das Oder-Gebiet vorläufig nicht zu denken ist. Nur eine kleine Minderheit der Tiefdruckgebiete V b bringt wirklich Hochwasser, und die Sonderbedingungen dafür, ob ein in der kritischen Gegend erscheinendes Tief sich dieser Minderzahl anreicht, prägen sich meist erst zu spät aus. Zu der allgemeinen Warnung durch die Luftdruckverhältnisse pflegt allerdings noch eine solche durch die Gewitterregen zu treten, welche den weitverbreiteten Starkregen vorangehen. Hierdurch wird die Aufgabe aber eher erschwert als erleichtert. Denn die Gewitterregen sind ein Zeichen dafür, daß die ganze Wetterlage immer bedenklicher wird, ohne daß doch mit genügender Bestimmtheit auf großes, weitverbreitetes Hochwasser gerechnet werden kann. Sie nehmen die Hochwasserschutzräume vielleicht schon zu erheblichem Teile in Anspruch und drängen so zu der unerfreulichen Wahl, entweder den großen Flutwellen nicht mehr

genügenden Schutzraum entgegensetzen zu können oder die Vorwellen so schnell aus den Becken abzulassen, daß Überschwemmungen entstehen, die sich nachher als unnötig erweisen¹⁾.

4. Für den Verlauf der größeren Hochwasser im Hauptstrom kommt noch hinzu, daß die Eder gewöhnlich einen höheren Bruchteil zur Schadenwassermasse beisteuert als ein einzelner Fluß des Oder-Gebietes. Dies wird schon durch eine für die Gliederung des Gewässernetzes bezeichnende Zahl verständlich. Werra und Fulda umfassen zusammen 27% des Weser-Gebiets. Das Oder-Gebiet erreicht dagegen, von der Quell-Oder aus gerechnet, 27% seiner Gesamtfläche erst durch die Bartsch. Zur größten sekundlichen Hochwassermenge der Weser trägt die Werra viel weniger bei als die Fulda. Denn die Zuflüsse der Werra sind nur klein und weit verteilt; dagegen wird die Fulda, und zwar unter ihren Zuflüssen vorwiegend die Eder, für die größte Abflußmenge der Weser bestimmend, weil ein nicht nur umfang-, sondern auch niederschlags- und gefällreicher Teil des Flußgebiets sich auf die obere Eder vereinigt, der außerdem wenig durchlässig ist. Eine annähernd so große Gebietsfläche, wie die Eder an der Talsperre bei Waldeck, besitzt im Weserquellgebiet nur noch die Schwalm, die weiter unterhalb in die Eder mündet, jedoch infolge geringeren Niederschlags und sonstiger Eigenschaften des Gebiets bei weitem nicht so große Hochwasser hat wie die obere Eder. So wird diese für das Hochwasser der Weser „führend“. Sie bleibt es gewöhnlich bis zum Unterlauf des Stromes. Von Münden abwärts sind der Eder als Hochwasserflüsse annähernd gleichwertig nur die Diemel und die Gruppen der Harz-Flüsse. Die Diemel stammt aus demselben undurchlässigen und regenreichen Schiefergebirge wie die wichtigsten Zubringer der Eder. Ihre Flutwelle hat aber einen weit kürzeren Weg bis nach Karlshafen zurückzulegen, so daß ihr Scheitel meistens etwa einen Tag vor dem Hauptscheitel der Weser-Flutwelle dort anlangt. Die Wirkung der Diemel-Welle beschränkt sich deshalb gewöhnlich darauf, daß sie den nach den Mündener Beobachtungen zu erwartenden Wasserstand bei Karlshafen um 0,5 m oder mehr erhöht. Einen Nebenscheitel erzeugt sie aber bei der Steilheit der Hauptwelle nicht,

¹⁾ Nach der „Abhandlung über die Beseitigung der Überschwemmungen im Pegnitz-Gebiet“, bearb. v. K.B. Hydrotechn. Bureau München (München 1910), brach die Überschwemmung am 4./5. Febr. 1909 deshalb so unheilvoll über Nürnberg herein, weil das Pegnitz-Tal als natürliches Sammelbecken die Vorwelle zurückhielt, wodurch die Hauptwelle dann um so schneller erschien, ohne abgeschwächt zu sein. Die Abhandlung kommt deshalb zu dem Schluß, „daß Sammelbecken nur dann Einfluß auf die Stärke der Hochflut ausüben können, wenn sie entweder groß genug sind, das ganze Wasser bis über den gefährlichen Moment hinaus festzuhalten oder wenn sie erst beim Eintritt der schädlichen Wasserhöhe in Wirksamkeit treten und nicht durch vorzeitiges Füllen hierzu unfähig geworden sind.“

noch weniger einen neuen Hauptscheitel¹⁾. Die Harz-Flüsse aber senden ihre Flutwellen erst in den unteren, breiten Stromabschnitt. Ihre Wirkung wird außerdem dadurch abgeschwächt, daß sie durch die nur Flachland durchziehende Aller vermittelt wird. So verbleibt der Eder-Welle die Führung des Hochwasserscheitels.

Wie anders im Oder-Gebiet! Zunächst treten schon im Quellgebiet die bereits erwähnten, fächerförmig zusammenfließenden vier Hochwasserflüsse miteinander in Wettbewerb, und bis zur Bartsch kommen noch vier bedeutende Hochwasserflüsse hinzu. Von letzteren kann schon die Glatzer Neiße allein bei ungewöhnlich großem Hochwasser ungefähr die gleiche Sekundenmenge erreichen, wie sie sich aus dem Zusammenwirken der Quellflüsse ergibt (2000 cbm). Gewöhnlich kommt zu der von der Neiße drohenden Gefahr noch hinzu, daß gleichzeitiges Hochwasser der Hotzenplotz in seiner Hauptmasse ungefähr zu gleicher Zeit mit dem Flutscheitel der Neiße an der Mündung dieses Flusses anlangt.

Wenn die Liegenschaften an diesen Flüssen und gleichzeitig auch die an der Oder selbst durch Talsperren ausreichend geschützt werden sollten, so müßten diese also verhältnismäßig zahlreich sein. Der österreichische Landesbaurat Kohut hat allein für den österreichischen Teil des Oder-Quellgebietes (oberhalb Olsau) 13 Talsperren vorgeschlagen. Die durch sie zu bildenden Sammelbecken sollten Schutz- und Nutzräume enthalten. Diese Vereinigung hat Kohut aber, wie es für Hochwasserflüsse im Oder-Gebiet das allein Sachgemäße ist, als eine rein äußerliche geplant; ein gewisser Teil jedes Beckens sollte also ausschließlich Schutzraum sein. Zusammen sollten die 13 Becken 132,5 Millionen Kubikmeter Nutz- und 109,5 Millionen Kubikmeter Schutzwasserraum bieten. Bei dem Hochwasser im Juli 1903 betrug aber die Wassermasse, welche die Ausuferungshöhe bei Ratibor überschritt, also als Schadenwasser anzusehen ist, über 300 Millionen Kubikmeter. Die Gesamtheit der Schutzräume hätte aber nicht einmal diejenigen 109,5 Millionen Kubikmeter zurückgehalten, durch welche die höchsten Wasserstände bei Ratibor entstanden. Denn dies würde voraussetzen, daß jedes Becken von der Flutwelle des betreffenden Flusses gerade einen solchen Teil zurückhielt, der später in den 109,5 Millionen Kubikmeter Wasser enthalten war, bei deren Abfluß der Strom bei Ratibor am höchsten stieg. Glücklicher Weise kommen ja aber die Höchstmengen der einzelnen Flüsse nur teilweise miteinander zusammen, und mit dem einzelnen Becken wird man vor allem doch die Menge zurückzuhalten suchen, die für das eigene Flußtal am schädlichsten wäre. Sollte

¹⁾ Weserwerk Bd. III S. 495. Durch eine Talsperre wird die Einwirkung der Diemel noch vermindert werden.

sich aber wirklich eine Vereinbarung zur möglichsten Entlastung der Oder in Preußisch-Schlesien erzielen lassen, so wäre dazu noch immer eine Art Hochwasserstrategie nötig, von der nicht sicher ist, ob sie immer siegreich sein würde.

Von Ratibor abwärts geht es in gleichem Sinne weiter. Soll das Oder-Tal, soll namentlich Breslau durch Sammelbecken hinreichend geschützt werden, so sind auch im Gebiet der Glatzer Neiße große Wassermassen zurückzuhalten. Beim Hochwasser im Juli 1903 durchflossen den Unterlauf der Neiße allein während der zwei Tage, an denen die Wasserstände dort am höchsten waren, etwa 190 Millionen Kubikmeter.

Man hat deshalb auch an die andere Möglichkeit gedacht, das Schadenwasser durch große Becken im Oder-Tal selbst abzufangen. So ist der Plan eines Beckens oberhalb Ratibor erwogen worden, das bei über 600 Millionen Kubikmeter Gesamthalt 300 Millionen Schutzraum bieten sollte. Später tauchte der Plan eines großen Beckens an der Hotzenplotz-Mündung auf. Das Becken oberhalb Ratibor scheiterte schon daran, daß 11 000 Menschen hätten ihre Wohnstätte aufgeben müssen. Aber auch die hydrologischen Erwägungen sprachen dagegen. Ebenso ergaben diese, daß das Becken an der Hotzenplotz-Mündung nicht leisten könnte, was es leisten müßte. Unmittelbar unterhalb des Beckens hätte die höchste sekundliche Abflußmenge des Oderstromes, die an dieser Stelle etwa 2200 cbm erreichte, allerdings um 1310 cbm vermindert werden können, wenigstens wenn es möglich gewesen wäre, das Becken in denkbar günstigster Weise auszunutzen. Bei Oppeln hätte sich die Verminderung aber ungefähr schon auf die Hälfte, unterhalb der Neiße-Mündung auf ein Drittel beschränkt.

Die Zurückhaltung des Hochwassers nur im Oder-Tal selbst würde dabei die Nebentäler noch immer ungeschützt lassen. Ausreichender Schutz für diese und das Haupttal würde also nur durch ein weitverzweigtes und dadurch sehr teures Netz von Talsperren zu erzielen sein.

Die Sammelbecken im Gebiet der unterhalb Breslau mündenden Gebirgsflüsse haben für die Senkung des Hochwassers im Oder-Strom wenig Bedeutung. Falls nämlich die Starkregen in ihren Gebieten nicht ausnahmsweise erst um mehrere Tage später fallen als im Gebiet oberhalb Breslau, laufen ihre Flutwellen früher ab als die aus dem oberen Oder-Gebiet anlangenden, die den Gipfel der Flutwelle des Stromes bilden.

Nach dieser eingehenden Gegenüberstellung der Verhältnisse im Weser- und im Oder-Gebiet werden für die übrigen Stromgebiete kurze Andeutungen genügen. Das Elbe-Gebiet steht nicht nur räumlich, sondern auch seinen Bedingungen nach zwischen Weser- und Oder-Gebiet. Die Harz-Flüsse sind dabei sämtlich in diese Übergangsgruppe zu rechnen, also auch die zum Weser-Gebiet gehörenden. Im Rhein-Gebiet wird die

Möglichkeit, Schutz- und Nutzraum zu vereinigen, stromaufwärts im allgemeinen immer geringer, im Alpen-Gebiet ähnlich gering wie in Schlesien, ebenso im oberen Weichsel-Gebiet. Auch dieses empfängt, wie das Donau- und Oder-Gebiet, nur allzuoft die Danaergeschenke der Zugstraße V b, während sie dem Elbe-Gebiet schon weit seltener zuteil werden.

Das Sammelbecken an der Eder ist also den übrigen nicht nur durch seine Größe überlegen. Die Masse kommt auch hier erst durch den sie leitenden Geist zur Wirkung.

Der Siegeszug des Talsperrenbaues wird aber auch da nicht Halt machen, wo die Bedingungen für die gemeinsame Erfüllung der einander widerstrebenden Zwecke weniger günstig sind.

Zu den künstlichen Sammelbecken über der Erde beginnen solche in der Erde zu treten, wie ja auch die Natur selbst Becken beiderlei Art verwendet. Diese natürlichen Becken werden ebenfalls immer mehr zur Aufspeicherung der Wintervorräte für die Anforderungen des Sommers benutzt werden. Auch durch die sonst noch hinzukommenden Maßnahmen werden sich zwar weder die Wasser- noch die Wassersnöte ganz fernhalten lassen. Jedoch schon die fortschreitende *Ausgleichung* von Deutschlands Wasserschätzen ist Lohn, der reichlich lohnt.

Die geographischen Ursachen der italienischen Auswanderung.

Von Privatdozent Dr. Alfred Rühl, Berlin.

Der sogenannte Spaziergang der Italiener nach Tripolis, der sich so rasch zu einem schweren Kolonialkrieg entpuppte, wird gar vielen recht überraschend gekommen sein. Man hat dem Vorgehen Italiens gerade auch in Deutschland mit ziemlicher Verständnislosigkeit gegenüberstanden, und die öffentliche Meinung hat fast einmütig die italienische Regierung wie das italienische Volk verdammen zu müssen geglaubt, ja in einer angesehenen Revue wurde geradezu von einer italienischen Staatspiraterie, von einem Korsarenstück gesprochen. Wer jedoch die Politik Italiens in der letzten Zeit verfolgt hat, wer vor allem die Nöte und Sorgen dieses Landes kennt, wird weit weniger erstaunt gewesen sein und zu einem wesentlich milderem Urteil sich veranlaßt sehen. Denn es handelt sich hier um den wenn auch gewaltsamen Versuch der Lösung einer der wichtigsten Existenzfragen des italienischen Staates.

Die Welt des Mittelmeers ist fortgegeben! Seit Frankreich Marokko wohl nunmehr endgültig in seinen Besitz genommen hat, kann keine europäische Macht sich auf friedlichem Wege in irgend einem der Gestadeländer dieses Meeres festsetzen. Schon durch seine zentrale Lage wäre Italien berufen gewesen, die Vormacht im Mittelmeer-Gebiet zu sein, mehr noch

vielleicht durch die Zahl seiner Bewohner. Die Bevölkerungszahl der Länder des mittelmeeischen Kreises läßt sich natürlich nur durch annähernde Schätzungen ermitteln, dürfte etwa 100 Millionen betragen, und von diesen sind mehr als ein Drittel Angehörige des italienischen Volkes. Italien hat sich jedoch jene Stellung, zu der es in dieser Weise prädisponiert war, für den ganzen Bereich des westlichen Mittelmeers von Frankreich aus den Händen nehmen lassen.

Italien gegenüber, fast auf Sichtweite, liegt Tunesien, und dieses Land unter der Oberhoheit einer fremden Macht muß stets eine Bedrohung dieses Staates sein. Seine Erwerbung war einst ein leichtes für Italien, denn auf dem Berliner Kongreß wurde es ihm nicht weniger als zweimal angeboten, aber die kurzsichtigen italienischen Staatsmänner haben es nicht annehmen wollen. Erst als dann die Franzosen hier festen Fuß faßten, erkannte man die Schwere des begangenen Fehlers; nun war der Jammer groß, denn die letzte Gelegenheit war verpaßt. Das einzige, was verblieb, war die Möglichkeit, sich früher oder später einmal auf die schwache, durch innere Wirren entkräftete und lahmgelegte Türkei zu stürzen und zu versuchen, ihr irgendein Gebiet zu entreißen, selbst auf die Gefahr, auf harten Widerstand zu stoßen.

Der Zug nach Tripolis kann nun nicht eigentlich als ein Symptom beginnender imperialistischer Politik Italiens aufgefaßt werden, weit wichtigere Dinge als etwa Expansionsgelüste stehen auf dem Spiele. Alljährlich verläßt hier seit den letzten Jahrzehnten eine ständig zunehmende Zahl von Menschen ihr Vaterland, um sich in anderen Ländern eine neue Heimat zu suchen. Die Auswanderung hat sich in Italien im Laufe der Zeit zu einer wirklichen Kalamität, zu einer vitalen Frage entwickelt, von deren Lösung bis zu einem gewissen Grade die Zukunft des Landes abhängt. Die Regierung muß unbedingt auf Mittel und Wege sinnen, wie sie die Ströme der Auswanderer dem eigenen Lande oder eigenen Kolonien zuführen und dieses gewaltige wirtschaftliche Kapital sich erhalten kann. Als man die Wichtigkeit der Auswanderung erkannte, war es schon zu spät, um ihr gewaltiges Anschwellen noch eindämmen zu können. Jetzt beschäftigen sich allerdings die verschiedensten Kreise mit diesem Problem und die Literatur über den Gegenstand hat bereits einen erstaunlichen Umfang erreicht. Man widmet ihm eigene Kongresse, die parlamentarische Kommission, die sich mit der Untersuchung der Lebensverhältnisse der Bevölkerung in den südlichen Provinzen zu beschäftigen hatte, deren Studien nunmehr abgeschlossen sind und in einer Reihe von umfangreichen Bänden von insgesamt über 6000 Seiten vorliegen, hat auch ganz besonders der Auswanderung ihr Augenmerk zuwenden sollen, ja seit einigen Jahren erscheint sogar eine eigene Zeitschrift, die sich mit allen

hierher gehörigen Fragen beschäftigt. Seit 1876 existiert eine statistische Publikation, die *Statistica della emigrazione italiana*, seit 1902 noch ein vom Ministerium des Äußeren herausgegebenes *Bollettino dell'emigrazione*, und das gewaltige, hier aufgehäufte Material hat kürzlich Paoletti bis zum Jahre 1905 durchgearbeitet und in einen Zustand gebracht, der einen Überblick gestattet; leider gibt er allerdings in vielen Fällen nur die Reihenfolge der einzelnen Faktoren, nicht die Ziffern an. Er führt aber stets nur die nackten Tatsachen an und enthält sich jeglichen Kommentars, handelt also nach dem bewährten Satze: *Je ne propose rien, je ne suppose rien, j'expose*. Seine Zahlen sprechen allerdings eine genügend beredete Sprache, und ein paar Ziffern werden die Bedeutung der Erscheinung sofort erkennen lassen. In den dreißig Jahren von 1876 bis 1905 betrug die Zahl der Auswanderer mehr als 8 Millionen Menschen. Im ersten Dezennium waren es 1 314 689, im zweiten 2 492 462, im dritten 4 322 425. 1906 erreichte die Auswanderung mit 787 977 den höchsten Wert, den überhaupt je ein Land aufzuweisen gehabt hat, denn selbst die Maximalziffer der großbritannischen im Jahre 1883 blieb mit 320 000 weit darunter, und nur die russische kam ihr 1908 mit 665 000 nahe. Seit 1907 ist dann zwar eine kleine Abnahme eingetreten (1907: 704 675; 1908: 486 674; 1909: 625 637; 1910: 651 475), aber Italien marschiert doch dauernd an der Spitze aller europäischen Staaten, und man wird sagen können, daß von 1876 bis heute mehr als 11 Millionen Menschen fortgewandert sind.

In Tripolitanien wäre nun ein Gebiet vorhanden, das Italien relativ nahe gelegen ist, in dem der Auswanderer ganz ähnliche Verhältnisse, vor allem in klimatischer Hinsicht fände, wie er sie aus seinem Mutterlande gewohnt ist, ein Land endlich, das noch eine wirtschaftliche Zukunft besitzt, wenn auch der Wert für Italien dadurch eine beträchtliche Verminderung erfahren hat, daß das Hinterland, die Zugänge zum Tschad-See und Sudan bereits von anderen Mächten okkupiert ist. Wir werden unter solchen Umständen den Vorstoß der Italiener auf Tripolis begreifen können; ob wir ihn gut heißen, ist allerdings eine andere Frage.

Die Auswanderung als solche ist nicht Gegenstand der Geographie, mit ihrer Untersuchung hat sich vielmehr ein Zweig der Nationalökonomie, die Bevölkerungslehre, zu befassen. Wie man aber überhaupt kaum von irgendeiner Erscheinung a priori und unbedingt sagen kann, ob sie geographisch sei oder nicht, so darf auch aus bestimmten Gründen die Geographie an der italienischen Auswanderung nicht achtlos vorübergehen. Zunächst ist die Bevölkerungszahl eines Landes eine Tatsache von hervorragender geographischer Bedeutung, und die Auswanderung aus Italien hat jetzt bereits derartige Dimensionen angenommen, daß sich manche Teile zu entvölkern beginnen. Auf dem ersten italienischen Geographentag

vertrat der bekannte Statistiker Bodio noch die Meinung, daß man sie gar nicht so sehr zu fürchten brauche, da sie nur 4—7 pro Mille der Bevölkerung betrage, während deren natürliche Vermehrung 9—10 pro Mille sei, also die Gefahr einer Entvölkerung kaum vorliege¹⁾. Dabei ist aber der schwerwiegende Fehler gemacht, daß die dicht und dünn bevölkerten Landesteile nicht von einander getrennt sind. Denn wenn Italien auch hinsichtlich der Bevölkerungsvermehrung keine niedrige Stufe in Europa einnimmt, so läßt sich doch schon in manchen Teilen sogar eine nicht unbedeutende Abnahme konstatieren. Die Provinz Campobasso hatte nach der letzten Zählung vom 10. Juni 1911 eine Abnahme von 4,6 %, Avellino, Benevent, Salerno von über 1 %, die Basilicata von 3,5 % zu verzeichnen, und es bedarf keiner näheren Ausführung, welche Wichtigkeit diesen Zahlen für die gesamte Kultur des Landes zukommt. Die Verminderung der Bevölkerung ist aber nun nicht etwa durch eine Abnahme der Geburten hervorgerufen, sondern einzig und allein auf Kosten der Auswanderung zu setzen. Betrachten wir die einzelnen Provinzen, so zeigt sich, daß gerade die dünnstbevölkerten das Hauptkontingent der Auswanderung stellen. Vergessen wir auch nicht, daß natürlich die Frauen nur einen geringen Prozentsatz der Auswanderer bilden, etwa 12—25 % im Durchschnitt der letzten Zeit. Venetien hat fast stets obenan gestanden, dann folgten im Jahre 1876 Piemont und die Lombardei, erst am Schlusse der Reihe finden wir die südlichen Provinzen. In der Folgezeit haben sich aber Verschiebungen sehr bemerkenswerten Charakters vollzogen: 1905 trat nämlich Sizilien an die zweite, Campanien an die dritte Stelle. Noch deutlicher wird dies, wenn wir die Auswanderung auf 100 Einwohner berechnen. Dann war 1905 die Reihenfolge: Calabrien, Abruzzen, Basilicata, Venetien, Marchen, Sizilien, Campanien. Campanien mit seiner außerordentlichen Bevölkerungsdichte von 205 Einwohnern auf 1 qkm bildet nur eine scheinbare Ausnahme, da sie auf der Zusammendrängung der Bevölkerung in größeren Städten, vor allem in Neapel, und in der Terra di Lavoro beruht, auf dem Lande doch unter dem Durchschnitt des Königreichs stehen dürfte. Auf den ersten Blick höchst auffallend ist die Tatsache, daß Sardinien, das bekanntlich in jeder Hinsicht die zurückgebliebenste Provinz war und noch immer ist, dauernd die unterste Stelle beibehält. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, daß hier die geistige Dumpfheit einen solchen Grad besitzt, daß der Gedanke eines Verlassens des angestammten Bodens noch zu wenig festen Fuß zu fassen vermocht hat; seit ein paar Jahren scheint es zwar aus seinem Schlaf zu erwachen, aber die Armut ist wiederum zu unsäglich, als daß überhaupt die Mittel zur Auswanderung vorhanden wären, denn

¹⁾ Sulla emigrazione italiana e sul patronato degli emigranti. Atti I. Congr. Geogr. Ital. Genova 1894, II, 2, S. 109.

auch in der Provinz Lecce und in Sizilien hat man beobachtet, daß die Auswanderung heutzutage am stärksten aus den Gegenden mit mittleren Löhnen, am schwächsten aus denen mit ganz geringen ist. Sowohl absolut wie relativ trägt also die Mitte Italiens verhältnismäßig wenig zur Auswanderung bei, die Auswandererscharen werden vielmehr in der Hauptsache vom Norden und Süden gestellt.

Die italienische Auswanderung unterschied sich lange Zeit hindurch sehr wesentlich in ihrem Charakter von der sonstigen europäischen. Die offizielle Statistik stellte hier stets eine emigrazione permanente einer temporanea oder periodica gegenüber. Bei der ersteren handelt es sich um ein dauerndes Verlassen der Heimat, oder wenigstens auf unbestimmte Zeit und auf eine größere Zahl von Jahren. Unter der temporären Auswanderung sind nicht etwa jene Wanderungen zu verstehen, die die Hirtenbevölkerung alljährlich unternehmen muß, um Weideplätze für ihr Vieh aufzusuchen, sondern es liegt auch in diesem Falle eine echte Auswanderung aus dem Lande vor, nur daß sie für eine sehr kurze Zeitspanne stattfindet. Im Jahre 1903 gab man jedoch diese Einteilung auf, da sich die Unmöglichkeit herausstellte, beide von einander zu sondern, weil die Auswanderer beim Antritt der Reise sich jetzt bei dem unendlich erleichterten Verkehr über die Dauer ihres Fernbleibens meist nicht im klaren sind. Nunmehr teilt man die Auswanderer nach den Ländern ein, in die sie sich begeben und trennt die überseeische Auswanderung von der nach europäischen Staaten gerichteten, die man aber doch nicht als „trockene“ bezeichnen darf, weil auch die afrikanischen und asiatischen Rاندländer des Mittelmeers hier einbezogen sind. Es entspricht nun im allgemeinen die überseeische Auswanderung der dauernden, die „europäische“ der temporären, wie es sich trotz der großen Erleichterung, die die modernen Verkehrsmittel schaffen, auch nicht anders erwarten läßt. Während sich nun die temporäre ziemlich konstant erhalten hat, ist das rapide absolute Anwachsen der Auswanderung auf Rechnung der dauernden zu setzen; sie war auch von jeher weit schwankender. 1876 gingen noch 79% nach europäischen Ländern, nur 18 nach Amerika — dieses kommt für die überseeische Auswanderung fast allein in Frage, — 1886 überholte zum ersten Male die dauernde Auswanderung die zeitweilige und in der Folgezeit hat sich dann das Verhältnis vollständig umgekehrt. Da die hohen Löhne in Amerika und die billigen Überfahrten es gestatten, so kehren allerdings jetzt häufig auch die Auswanderer aus den transozeanischen Ländern nach verhältnismäßig kurzer Zeit heim, um aber meist nach kurzem Aufenthalt wieder den Weg über den Ozean anzutreten: ist also auch diese Art der Auswanderung mehr und mehr zu einer nur zeitweiligen im statistischen Sinne geworden, für ihr Vaterland sind diese Menschen doch so gut wie verloren. Das Bild verschiebt

sich jedoch, wenn wir wieder die einzelnen Landschaften in dieser Hinsicht betrachten. Es zeigt sich nämlich dann, daß die Bevölkerung des Nordens sich vorwiegend nach Europa und den Mediterranländern wendet, während die des Südens beinahe ausschließlich den überseeischen Ländern zustrebt:

	Zahl der Auswanderer 1907			
	nach Europa und den Mediterranländern	auf 100 000 Einwohner	nach überseeischen Ländern	auf 100 000 Einwohner
Piemont	37 012	1 078	26 232	764
Lombardei	45 449	1 006	15 506	343
Venetien	91 510	2 699	14 703	434
Abruzzen und Molise	6 475	443	44 024	3 014
Campanien	5 915	185	70 228	2 190
Apulien	4 399	214	25 313	1 234
Basilicata	403	86	14 685	3 124
Calabrien	1 045	74	46 184	3 259
Sizilien	5 718	160	91 902	2 569

Im Süden erreicht demnach die überseeische Auswanderung im Durchschnitt mehr als 80%, in Calabrien, der Basilicata und Sizilien sind es sogar über 95%. Da diese, wie gesagt, zum größten Teil als eine dauernde zu betrachten ist, so liegt der Schwerpunkt des Auswanderungsproblems in Unter-Italien, und es bildet einen höchst bedeutsamen Bestandteil jener „questione meridionale“, die sich allmählich zu einer „questione italiana“ ausgewachsen hat.

Versuchen wir nun, den Ursachen nachzugehen, die zur Entstehung einer so enormen Auswanderung geführt haben, so werden zunächst religiöse Unterdrückung oder politische Unzufriedenheit, die eine so wesentliche Rolle z. B. in der deutschen Auswanderung gespielt haben, bei einem kirchlich so homogenen und politisch in seiner Gesamtheit so durch und durch national empfindenden Volke wie dem italienischen kaum in Frage kommen. Eine Übervölkerung wird man aber ebensowenig verantwortlich machen können, da ja gerade die dünnbesiedelten Teile, wie wir sahen, am stärksten auswandern. Es bleiben also die wirtschaftlichen Ursachen übrig, wie sie ja auch in anderen europäischen Staaten mehr und mehr die Auswanderung bestimmen, nämlich die Unmöglichkeit, auch bei spärlicher Bevölkerung im eigenen Lande das zu einem menschenwürdigen Dasein Nötige zu finden. Man muß die ergreifenden Schilderungen lesen, die Taruffi, De Nobili und Lori¹⁾ oder die verschiedenen Verfasser der Inchiesta parlamentare vom Süden entworfen haben, ja, man muß eigentlich mit eigenen Augen die grenzenlose Verwahrlosung, die erschreckende Armut

¹⁾ La questione agraria e l'emigrazione in Calabria. Firenze 1908.

gesehen haben, muß mit diesem Volke gelebt haben, um den ganzen Jammer dieser Menschen begreifen zu können. Die Nahrung ist selbst für den mit dem Geringsten zufriedenen Italiener gänzlich unzureichend, als Wohnungen dienen nur zu oft Räumlichkeiten, in denen man anderwärts kaum das Vieh unterbringen möchte, das gesamte geistige Niveau hat einen so enormen Tiefstand, daß ein Mann wie Sergi die Behauptung aufzustellen sich gezwungen sah, die Bewohner Sardiniens lebten heute noch genau so wie im tiefsten Mittelalter, es sei ihnen vielleicht sogar im Altertum erheblich besser gegangen¹⁾: und ähnlich steht es in vielen Gebieten des südlichen Italien. Natürlich haben wir es hier mit zahlreichen Momenten nationalökonomischen Charakters zu tun. Es sei nur an die niedrigen Löhne, die auch in dem billigen und von der Natur so reich bedachten Italien ein auskömmliches Leben nicht erlauben, an die Arbeitsverträge, das Vorwalten des Großgrundbesitzes, die drückenden Steuern, den Mangel jeglicher höheren Technik in der Landwirtschaft erinnert. Diese Seite des Phänomens ist erst vor kurzem von Sartorius von Waltershausen aufs ausführlichste behandelt worden²⁾. Bei näherem Zusehen zeigt sich jedoch, daß auch zahlreiche Motive geographischer Natur vorhanden sind, die die Auswanderung erzeugt haben und weiterhin am Leben erhalten.

Daß sie tatsächlich auf wirtschaftliche Gründe zurückgeht und vor allem mit den landwirtschaftlichen Verhältnissen in Zusammenhang steht, wird noch aus zwei anderen Beobachtungen klar. Zunächst ist nämlich die Auswanderung aus den größeren Städten verhältnismäßig sehr unbedeutend, die ländliche Bevölkerung hat weitaus den Löwenanteil. Sowohl im Norden wie im Süden ist dies der Fall. So hatte die Gemeinde Udine mit 37 942 Einwohnern (1907) nur 817 Auswanderer, der Kreis mit 86 832 Einwohnern dagegen die vierfache Anzahl, nämlich 3945. Für Calabrien gibt De Nobili die folgenden Zahlen:³⁾

	Auswanderung im jährl. Durchschnitt 1901/05	
	aus der Gemeinde auf 10 000 Einwohner	aus dem Kreis
Cotrone	78,4	305,4
Acri	186,3	430,5
Cosenza	181,7	219,5
Reggio.	175,0	277,2
Gerace	180,6	336,3

Die Gemeinde Cosenza hat immer eine nur geringe Auswanderung gehabt,

¹⁾ La Sardegna. Torino 1907. S. 139.

²⁾ Die süditalienische Auswanderung und ihre volkswirtschaftlichen Folgen. Jahrb. f. Nationalökon., 1911, 3. F. Bd. 41. S. 1—27, 182—215.

³⁾ a. a. O. S. 723 ff.

erscheint überhaupt erst seit 1902 auf dem Plan, während die Provinz gleichen Namens zu den auswandererreichsten des gesamten Königreichs gehört: man gibt sich nämlich dort einer sehr intensiven Gartenkultur hin, die ein einigermaßen behagliches Leben zu führen gestattet. Ganz dasselbe ergibt sich, wenn wir die Berufe betrachten, denen die Auswanderer angehören. Die landwirtschaftlichen Arbeiter haben immer die erste Stelle eingenommen, ihre Zahl war meist größer als die Summe aller anderen Berufsarten; erst dann kamen die Maurer, Erdarbeiter, Tagelöhner u.s.w.¹⁾

Schon der Umstand, daß die Auswanderung vorwiegend aus den dünnbevölkerten Provinzen stattfindet, legt den Gedanken nahe, daß Motive, die mit dem Boden in Zusammenhang stehen, hier von starker Bedeutung sein werden, und es läßt sich nun in der Tat eine ganze Reihe von Grundtatsachen der italienischen Landesnatur angeben, die in dieser Hinsicht befördernd wirken werden, von Tatsachen, die sich z. T. niemals werden durch den Menschen aus der Welt schaffen lassen, die nur allenfalls in ihren Wirkungen gemildert werden können, und so gelingt es vielleicht, den toten Ziffern der italienischen Auswanderungsstatistik einiges geographisches Leben einzuhauchen.

Italien besteht zum weitaus größten Teile aus Gebirgsland, Ebenen sind nur recht spärlich, und mit Ausnahme der gewaltigen Aufschüttungsebene des Po nur in geringer Ausdehnung vorhanden. Die Halbinsel, also das eigentliche mediterrane Italien, wird ja seiner ganzen Länge nach und bis zur sizilischen Westspitze von einem orographisch zusammenhängenden Gebirge durchzogen, wie verschiedenartig auch im einzelnen dessen Bau, Gesteinszusammensetzung und Oberflächencharakter sein mögen. Für Calabrien z. B. berechnet sich das Verhältnis der einzelnen Höhenzonen folgendermaßen²⁾:

0—200 m	31,11%
200—500 m	27,34%
500—1000 m	26,68%
über 1000 m	14,87%,

auf Ebene und niedriges Hügelland entfallen demnach noch nicht ein Drittel der Fläche. Schon hierdurch sind also dem Anbau überall nicht allzu weite Grenzen gesetzt. Wenn man auch durch die mühselige und kostspielige Terrassenkultur die Steilheit der Gehänge zu überwinden sucht und sie meist bis hoch hinauf in Kultur nimmt, so ist doch in den höheren Regionen das Klima bereits allzu rau, um gerade die wertvollen, reichen Ertrag abwerfenden Gewächse, besonders die Agrumen, noch anzupflanzen

¹⁾ Paoletti a. a. O. S. 14.

²⁾ Inchiesta parlamentare. V. Calabrie. 2. S. 697 ff.

zu können. Man muß sich daher dann mit Weizen, Mais, Kartoffeln, und allenfalls etwas Wein begnügen, die häufig nur für den eigenen Verbrauch ausreichen. Die Statistik läßt daher auch einen offensichtlichen Zusammenhang zwischen der Zahl der Auswanderer und den Höhenverhältnissen der Landschaften erkennen. Wir sahen, daß auch Ober-Italien sich in recht starkem Maße an der Auswanderung beteiligt, es ist aber sehr bezeichnend, daß hier nicht die fruchtbaren und in so intensive Kultur genommenen Gefilde der Po-Ebene in Betracht kommen, wie vielmehr die alpinen Gebirgsregionen. Venetien zählte z. B. 1907 nicht weniger als 106 213 Auswanderer. Sondern wir aber die gebirgigen Provinzen von den tief gelegenen, so wird sofort der Gegensatz deutlich, der zwischen beiden besteht. Rovigo und Venedig, also die einzigen, nur Küstenland umfassenden, hatten in demselben Jahre 3483 resp. 3381, dann folgte die im Innern gelegene, aber auch nur Ebene enthaltende Provinz Padua und die nur ganz geringes Gebirgsland einschließende Verona mit 9460 und 10 952, darauf Vicenza, Treviso und Belluno mit 13 682, 14 850 und 16 797, und schließlich Udine mit 35 512.

Dasselbe können wir in den Abruzzen konstatieren¹⁾:

Provinzen :	Zahl der Auswanderer 1907:
Teramo	7 871
Chieti	11 700
Campotasso	14 804
Aquila	16 024

Noch deutlicher tritt dieses Verhältnis zu Tage, wenn wir die genaueren Berechnungen betrachten, wie sie für die Abruzzen und Calabrien vorliegen²⁾:

Abruzzen :	Zahl der Auswanderer auf 10 000 Einwohner im Durchschnitt von 1901/05 :	
	aus Gemeinden unter 500 m	über 500 m Höhe
Sulmona	388	563
Larino	243	358
Chieti	312	458
Lanciano	331	420
Vasto	380	452
Penne	316	623
Teramo	240	408

¹⁾ Inch. parl. II. Abruzzi e Molise. I. S. 235.

²⁾ Ebenda. S. 241.

	Gemeinden in über 500 m Höhe (auf 100 Gemeinden)	Mittlere jährliche Zahl der Auswanderer 1881/1905 (auf 10 000 Einwohner)
Calabrien ¹⁾ :		
Reggio	16,3	85,0
Catanzaro	33,2	150,6
Cosenza	46,1	166,6

Auch in der Provinz Foggia stammt die älteste und stärkste Auswanderung aus den gebirgigen Teilen, sie hat aber im Gegensatz zur jetzigen Zeit früher dazu beigetragen, die Küstenzone zu bevölkern, die unter räuberischen Überfällen viel zu leiden hatte²⁾.

Die für die Landwirtschaft in den Ebenen nutzbare Fläche erfährt nun aber selbst noch eine sehr beträchtliche Einengung dadurch, daß gerade sie mit Ausnahme der Po-Ebene die Herde der Malaria sind, da sie durch die Versumpfung im Verein mit dem heißen Klima sehr begünstigt wird, wenn auch der seit den letzten Jahrzehnten nicht rastende Kampf dieser Geißel des Landes schon manches Stück abgerungen hat. In den zwanzig Jahren von 1887 bis 1907 hat sich zwar die Zahl der Todesfälle an der Malaria von 21 033 ganz kontinuierlich auf 4160 verringert, wie sehr aber gerade wieder der Süden hierbei beteiligt ist, ergeben folgende Zahlen:

	Todesfälle 1907:
Nord-Italien	174
Mittel-Italien (ohne Latium) . . .	96
Süd-Italien	1 887
Insel-Italien	2 003 ³⁾

Im Süden ist in vielen Gegenden ein dauernder Aufenthalt für den Menschen eigentlich unmöglich gemacht, so daß man auch früher die Beamten mancher Eisenbahnlinien jeden Abend in besonderen Zügen aus dem durchseuchten Gebiet herausschaffen mußte. Besonders in Calabrien und der Basilicata sind häufig fast alle Bewohner einer Ortschaft von der Malaria befallen, oft wissen sie nicht einmal, wie viele Anfälle sie in ihrem Leben durchgemacht haben. „Passa il terremoto, passa la peste, ma non passa la malaria!“, die ganze Schwere dieser seit Jahrhunderten das Land verödenden Krankheit läßt sich nicht besser kennzeichnen als durch dieses resignierende Wort eines alten Bauern der Basilicata. So ist denn auch die Auswanderung aus solchen Gemeinden besonders hoch, die calabrischen Provinzen Paola, Rossano, Gerace und Cotrone, die am stärksten heimgesucht sind — in Cotrone ist mehr als ein Drittel der Bewohner vollständig infiziert! — haben auch besonders hohe Auswanderungsziffern⁴⁾.

¹⁾ Taruffi, a. a. O. S. 710.

²⁾ Inch. parl. III. Puglie. I. S. 729.

³⁾ Celli, *La malaria in Italia durante il 1907*. Roma 1908.

⁴⁾ Taruffi, a. a. O. S. 719.

Die Apenninenhalbinsel ist ein Gebiet großer geologischer Jugend: im weitaus größten Teile nehmen Schichten der jüngeren und jüngsten geologischen Vergangenheit an ihrem Aufbau teil. In größerem Ausmaß treten neben jugendlichen Anschwemmungen vor allem kalkige und tonige Gesteine auf, und zwar in der Weise, daß im nördlichen Apennin beinahe ausschließlich die letzteren herrschen, während sie im mittleren und südlichen mehr und mehr vom Kalkstein verdrängt werden. Wo die Gesteine von tonigem Charakter auftreten, ist unter Zuhilfenahme künstlicher Bewässerung und mit guten Methoden ein recht gedeihlicher Anbau möglich, die Kalke sind jedoch wegen ihres geringen Gehaltes an unlöslichen Substanzen fast überall kulturfeindlich. Diese Eigenschaften des Bodens erklären es zum Teil, warum die Auswanderung aus den nördlichen Teilen des Apennin nur geringfügig ist, während sie in den Abruzzen, der Molise, der Basilicata einen so hohen Grad erreicht hat. In Calabrien, wo auch alte Massive vorhanden sind, ist der Einfluß der verschiedenen Gesteine ebenfalls in dieser Hinsicht gut ausgeprägt. Die Gemeinde Paola hat z. B. stets eine sehr lebhaft Auswanderung gehabt, weil hier Granite und Schiefer der tyrrhenischen Scholle vorhanden sind, die keinen Kalk und Phosphat enthalten, in den Landschaften mit dem fruchtbaren Quartär und den rezenten Alluvionen war sie immer viel unbedeutender, wie in den Provinzen Cosenza oder Palmi¹⁾.

Dort, wo die Kalke in ausgedehntem Maße die Oberfläche bilden, hat der Mensch aber noch einen besonders schweren Kampf für sich und seine Kulturen zu kämpfen, nämlich den Kampf um Wasser. Es konzentriert sich hier auf einige wenige Stellen: die Quellen sind spärlich über das Land verteilt und treten vielfach in beträchtlicher Höhe am Gebirgshänge aus. Dies hat einmal dazu geführt, daß sich in solchen Gegenden die Bevölkerung auf einzelne geschlossene Siedelungen zusammengedrängt, so daß z. B. in Apulien weder Einzelsiedlungen noch auch Dörfer, sondern nur Städte existieren, dann aber im Verein mit anderen Ursachen, vor allem historischer Art bewirkt, daß die Ortschaften meist die Höhen aufsuchen und oftmals viele hundert Meter sich über dem Talboden erheben. Es ist nicht schwer, sich auszumalen, welche Unannehmlichkeiten diese Berglage mit sich bringen muß, wie namentlich der Handel darunter zu leiden hat. Die große Kalktafel Apuliens entbehrt gänzlich des fließenden Wassers, so daß die Bewohner auf Zisternen angewiesen sind, wenn sie nicht das Wasser kaufen wollen, das in Extrazügen von Neapel herbeigeschafft wird. Dieser Kalamität will man bekanntlich durch den Bau der apulischen Wasserleitung, die den ganzen Apennin überqueren soll, abhelfen, die Voll-

¹⁾ Taruffi, a. a. O. S. 716.

endung dieses gewaltigen Werkes wird aber noch geraume Zeit auf sich warten lassen. Der Ingenieur Milano will außerdem zwischen dem Fuße der Murgie und dem Meere einen großen Stausee schaffen, der 22 Millionen Kubikmeter Wasser fassen soll, das jetzt völlig verloren geht, und mit dem 16 Millionen ha Landes bewässert werden könnten. Gelegentlich, z. B. bei Manfredonia und in der Provinz Lecce, hat man mit gutem Erfolge artesische Brunnen erborht, in Sizilien haben sich jedoch leider die Lagerungsverhältnisse als minder günstig ergeben. Da ich an einer anderen Stelle dieser Zeitschrift die weitverzweigten anthropogeographischen Einflüsse dieser Erscheinungen zu schildern versucht habe¹⁾, möge auf diesen ungemein wichtigen Faktor hier nicht näher eingegangen werden.

Es ist bekannt, daß gewisse tonige Gesteine, die sog. argille scagliose, Veranlassung zu Rutschungen des Bodens geben, so daß sich überall in ihrem Verbreitungsbezirk — und dieser ist nicht unbeträchtlich — der Boden in periodischer Bewegung befindet. Unter Hinzurechnung der eigentlichen Bergstürze hat Almagià gefunden, daß in der Basilicata beinahe drei Viertel aller Gemeindehauptorte in ständiger Gefahr schweben, und eine gleichfalls von Almagià angestellte Zählung ergab, daß in drei Monaten sich sieben größere Bergstürze in Italien ereigneten²⁾. Die Provinz Campobasso allein erlebte in einem Winter 937 Rutschungen, die sich auf eine Fläche von fast 7000 ha erstreckten³⁾. In solchen Gegenden ist natürlich der Straßenbau ungemein schwierig und kostspielig, die Verkehrslinien müssen unbedingt die Täler meiden und sich auf den Höhen halten, da sie nur hier einigermaßen vor der Zerstörung geschützt sind.

Die jugendliche Hebung, die die Halbinsel als Ganzes betroffen hat, ist ziemlich stark gewesen, denn sie hat jungtertiäre und quartäre Schichten mehrere hundert Meter hoch gehoben, und bei der Schmalheit der Gestalt, der Nähe der Erosionsbasis, damit ein sehr beträchtliches Relief geschaffen, das wegen der Kürze der seither verflossenen Zeit erst wenig hat ausgeglichen werden können. Es ergibt sich daraus, daß die Anlage und die Unterhaltung von Verkehrswegen in den gebirgigen Teilen des Landes mit großen Schwierigkeiten und Kosten verbunden sein muß. Man denke nur an die Zahl der Tunnels, die auch die Haupteisenbahnlinien, die Strecken Mailand—Pisa und Bologna—Florenz auf ihrem Wege passieren müssen! Eine so wichtige Querverbindung zwischen den Küsten des Adriatischen und des Tyrrhenischen Meeres, wie die Eisenbahn von Sulmona über Isernia nach Neapel, ist erst ganz jugendlichen Datums.

¹⁾ 1910. S. 491. 1911, S. 67.

²⁾ Bergstürze und verwandte Erscheinungen auf der italienischen Halbinsel. Geogr. Z. XVI, 1910, S. 274.

³⁾ Inch. parl. II. Abruzzi e Molise. I. S. 274.

Sie muß aber auch aus dem Becken von Sulmona an den Wänden des Gebirges 800 m emporsteigen, um die Hochflächen der Abruzzen zu gewinnen, wo sie dann durch künstliche Tunnels gegen den Gehängeschutt und durch Holzmauern gegen die allwinterlichen Schneeverwehungen gesichert werden muß. Und diese enormen Kosten des Bahnbaus sind es vorwiegend, die den Süden noch immer auf einen auch nur einigermaßen ausreichenden Ausbau seines Eisenbahnnetzes warten lassen. Ebenso müssen die Kunststraßen oft viele Kilometer weit in den Felsen gehauen oder sogar gänzlich aufgemauert werden, sie müssen große Umwege machen, um ihr Ziel zu erreichen, weshalb die Bevölkerung häufig die mit so großen Mitteln hergestellten neuen Straßen gar nicht benutzt, sondern sich lieber an die alten, wenn auch beschwerlichen, kleinen Gebirgspfade hält. Diese Dinge muß man im Auge behalten, wenn man die Entwicklung der Verkehrswege Italiens beurteilen will. Das Wegenetz ist noch sehr unvollkommen, was naturgemäß in dem wenig entwickelten Süden in besonders starkem Maße der Fall sein wird. Darunter haben Handel und Verkehr unendlich zu leiden, es ist aber ein *circulus vitiosus*, wenn man meint, daß wegen des relativ unbedeutenden Handels sich der Bau von Straßen hier wenig verlohne. Die Transportkosten sind eben viel zu hoch, die Entfernungen für einen ausgedehnteren Absatz zu groß, als daß der Handel einen größeren Umfang annehmen könnte. Selbstverständlich hat sich auch hierin gar manches an verbessert, aber wie schlimm es im Süden in dieser Hinsicht auch heute noch steht, kann man daraus entnehmen, daß nicht gerade selten die Flußbetten direkt als Straßen dienen, daß gar manche Orte von mehreren Tausend Einwohnern überhaupt nur auf diesem Wege zugänglich sind. Man muß dann im steilen, bei jedem Tritt nachgebenden Schotterbett eines Torrenten hinaufsteigen, bis das Gefälle zu stark wird, um dann andere, noch weit gefährlichere Pfade nehmen zu müssen. Nach Bova in Calabrien, das 4600 Einwohner zählt, kann man z. B. nur gelangen, wenn man zuerst eine Stunde in einem solchen Torrenten wandert und dann zwei Stunden sich eines nicht ungefährlichen Maultierweges bedient¹⁾. Am stärksten ist die Isolierung der Ortschaften wohl in Sizilien. In der Provinz Girgenti sind zwei Gemeinden vorhanden, die völlig ohne Verbindung sind, in der Provinz Messina haben mehr als 50 Gemeinden keine Fahrstraßen²⁾, und ähnlich liegen die Verhältnisse in den übrigen Provinzen. Unter solchen Umständen ist es denn nicht verwunderlich, daß das Verlangen nach Straßen im Süden ganz allgemein ist, denn nur so kann der arg darnieder liegende Handel und die ganze Wirtschaft gehoben werden. Vor allem wäre hier auch an den Bau kleiner Eisenbahnlinien zu denken, wie sie mit so großem Er-

¹⁾ Taruffi a. a. O. S. 217.

²⁾ Inch. parl. VI. Sicilia. 1. S. 498.

folge und in zum Teil schon bedeutender Ausdehnung in verschiedenen Teilen Frankreichs zur Belebung des Handels angelegt worden sind.

Mit der geologischen Jugend Italiens hängt es auch zusammen, daß Erdbeben so häufig und in einer Schwere eintreten, wie sonst kaum auf europäischem Boden. Das hauptsächlichste Schüttergebiet ist wiederum der Süden, wo Absenkungen und Hebungen in jüngster geologischer Vergangenheit vor sich gegangen sind, die zu einem Höhenunterschied zwischen Land und Meeresboden von fast 4000 m geführt haben. Das schmale Calabrien und das dreieckige Sizilien, die Trinacria, verdanken ja wohl solchen Einbrüchen ihre eigentümliche Gestalt. So sind denn Beben größter Intensität, die ganze Ortschaften in ein einziges Schuttfeld verwandeln, eine nur zu häufige Erscheinung — Mercalli zählt von 1500 bis zur Gegenwart 38 Erdbeben zerstörenden Charakters der Basilicata und Calabriens¹⁾ —, und die Folgen der Zerstörung können oft erst in Dezennien wieder ausgeglichen werden: die furchtbaren Erdbeben Calabriens, die sich 1905, 1907 und 1908 Schlag auf Schlag folgten, sind noch in lebhafter Erinnerung. Daß eine derartige Unsicherheit des Lebens auch auf die Auswanderung nicht ohne Einfluß sein wird, ist leicht erklärlich, und so stieg denn auch in Calabrien die Zahl der Auswanderer von 35 482 im Jahre 1904 nach der Katastrophe von 1905 sogleich auf 62 290, aber es gewinnt doch immer verhältnismäßig rasch der menschliche Optimismus die Oberhand, und wir haben es bei den Erdbeben mit einem Faktor zu tun, der nur gelegentliche Schwankungen der Auswanderungsziffer hervorruft. Die Beunruhigung, die durch die beiden großen tätigen Vulkane erzeugt wird, fällt wohl überhaupt kaum ins Gewicht. Denn einmal bedrohen sie immer nur ein recht eng begrenztes Gebiet, während die Erdbeben ausgedehnte Flächen in Mitleidenschaft ziehen und dort auch meist alles vollständig vernichten, andererseits ist die Fruchtbarkeit des vulkanischen Bodens eine so große, daß ihn der Mensch des reichen Gewinnes wegen ihm nur eine möglichst geringe Ruhe gönnt, und daß gerade die nähere Umgebung des Vesuvs eine so enorme Verdichtung der Bevölkerung aufweist, wie sie keine andere italienische Landschaft aufzuweisen hat.

Schließlich sind auch die klimatischen Verhältnisse Italiens nicht derart, daß der Boden seinen Ertrag dem landwirtschaftlichen Arbeiter mühelos in den Schoß legte. Wohl kann in den meisten Gegenden alles in üppigster Fülle gedeihen, aber nur unter fortgesetzter Anstrengung und dauernder Beaufsichtigung, und die geringste Vernachlässigung zieht sofort die schwersten Folgen nach sich. Dies ist vor allem den Niederschlägen zu danken. Ihre jährliche Menge ist im allgemeinen völlig aus-

¹⁾ Inch. pal. Basilicata e Calabrie. 3. S. 330 f.

reichend, übertrifft meist sogar diejenige Mittel-Europas, denn auch in Apulien ist die Jahressumme nur in wenigen Distrikten unter 600 mm, aber einmal ist die Temperatur sehr hoch, und damit auch die Verdunstung, und andererseits ist die Verteilung über die Jahreszeiten, mit Ausnahme der Po-Ebene, so, daß im Sommer das Wasser fehlt, also dann, wenn es die Pflanzen am meisten benötigen. Man ist demnach auf künstliche Zufuhr des Wassers angewiesen, und nur dort, wo man von ihr ausgiebigen Gebrauch macht, ist im allgemeinen ein guter Ertrag zu erwarten. In dieser Hinsicht sind aber die Gebirgsgegenden und gerade wiederum der Süden noch recht weit zurück, in Calabrien z. B. steht einer bewässerten Fläche von 41 702 ha eine unberieselte, aber bewässerbare von 48 448 ha gegenüber. Was man zu erzielen vermag, sieht man überall, wo inmitten unbewässerten und wenig fruchtbaren oder gar öden Landes plötzlich eine kleine Kulturoase auftaucht. Aus derselben Ursache liegen die Flußläufe je weiter man nach Süden kommt, je stärker die Winterregen ausgeprägt sind, einen um so längeren Teil des Jahres gänzlich trocken, um dann beim Einsetzen der Regen wegen der hohen Regendichte und des starken Gefälles sehr rasch einen ganz ungewöhnlichen Wasserreichtum zu erhalten. Von Schiffbarkeit oder auch nur Flößerei kann unter diesen Umständen nicht die Rede sein. Mächtige Schuttmassen häufen sich dann in den Tälern an, der kleinste Gebirgsbach wird zu einem reißenden Strome, und man kann nur dadurch sich einigermaßen gegen die rasche Zerstörung und Abspülung schützen, daß man die Felder in Terrassen an den Gehängen aufsteigen läßt. Gar manches Tal, das einst einen reichen Anbau trug, wie das des Stilo z. B., ist jetzt in ein ödes Schottermeer verwandelt. Hier rächen sich die Sünden der Väter, denn an diesen Übelständen ist natürlich zu einem großen Teile die sinnlose Entwaldung schuld, die aber leider auch heute noch keineswegs aufgehört hat. Der Waldbestand der Molise betrug 1836 noch 115 000 ha, 1870 war er bereits auf 72 469 vermindert, jetzt sind es bereits nur noch 55 000 ha¹⁾, und für die Basilicata schätzt man, daß seit 1860 60 000 ha abgeholzt worden sind²⁾. Allerorten brennt man die Wälder einfach nieder, und man zählte in Calabrien in den fünf Jahren 1901/1905 nicht weniger als 716 derartige Feuersbrünste, die einen Schaden von $\frac{1}{2}$ Million Lire erzeugten³⁾. Im ganzen Königreich wurden in einem Jahre (1907) 13 000 ha auf diese Weise vernichtet, und so ist denn die überaus kostspielige Wiederaufforstung eine wahre Danaidenarbeit. Tacitus erzählt, daß die Bevölkerung, als man den Überschwem-

¹⁾ Inch. parl. II. Abruzzi e Molise. 1. S. 24.

²⁾ Ebenda. V. Basilicata e Calabrie. 3. S. 343.

³⁾ Taruffi a. a. O. S. 203.

mungen des Tiber durch Ableitung von Flüssen und Seen Schranken gebieten wollte, sich dem widersetzt habe mit der Begründung, daß die Natur am besten für das Wohl der Menschen gesorgt habe, die den Flüssen ihren Lauf und ihr Ziel vorgeschrieben habe, und Unverstand und Aberglauben sind auch jetzt noch in jenen Gegenden eine nur schwer zu überwindende Macht¹⁾.

In allen diesen verschiedenen Momenten liegt bereits eine gewaltige potentielle Energie zur Auswanderung aufgehäuft. Wirtschaftliche Faktoren, schlechte Verwaltung und Unbildung sind hinzugetreten, so daß es zur Verwandlung in kinetische nur eines geringen Anstoßes bedurfte, und dieser wurde geliefert durch die Verbesserung und Verbilligung des Verkehrsmittel und die Anziehung, welche die Neuländer der Kultur stets ausgeübt haben. War der Stein erst einmal ins Rollen gekommen, so hat natürlich der Nachahmungstrieb, die Nachrichten der Ausgewanderten, die drüben winkenden höheren Löhne, die in die Heimat zurückgesandten Kapitalien viel dazu beigetragen, die Auswanderung zu erhöhen und zum dauernden Steigen zu bringen. Die Schwankungen in der Auswandererziffer von Jahr zu Jahr gehen wohl auf Mißernten, auf Agrarkrisen u. ä. zurück. So fällt in gewissen Gegenden Calabriens, die sich besonders dem Weinbau widmen, das rapide Ansteigen der Auswanderung mit dem ersten Erscheinen der Phylloxera²⁾ zusammen. Ebenso hatte das Hauptölgebiet dieser Landschaft, die Gemeinde von Palmi, früher eine nur schwache Auswanderung, nämlich von 1880—95 nur 0,3—14 auf 10 000 Einwohner; von 1895—1906, in welcher Zeit die Mosca olearia den größten Schaden anrichtete, ging das Verhältnis im ersten Jahrfünft auf 76,7, im zweiten gar auf 242,6 in die Höhe³⁾.

Die schwerwiegenden Folgen der Auswanderung für den Kulturzustand der Nation, die Umwälzung der wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse, die sie herbeigeführt hat, interessieren vorwiegend den Nationalökonom und brauchen uns nicht weiter zu beschäftigen; auf die zunehmende Entvölkerung des Südens, die auch von geographischer Bedeutung ist, wurde bereits hingewiesen. Ebensowenig kann es Aufgabe der Geographie sein, Heilmittel für diese Krankheit des italienischen Staatskörpers aufzuzeigen. Neben einer Hebung der Bildung, der Beseitigung des Analphabetismus wird man vor allem in der Richtung vorgehen müssen, daß die Industrie, die im Norden Italiens bereits in kurzer Zeit einen mächtigen Aufschwung genommen hat, auch im Süden eine größere Ausdehnung erfährt. Auch das deutsche Volk hat einmal, wie es Tille ausgedrückt hat,

¹⁾ Annales I, 79.

²⁾ Inch. parl. V. Basilicata e Calabrie. 2. S. 711.

³⁾ Ebenda. S. 712.

vor der Frage gestanden, ob es Menschen oder Waren ausführen sollte¹⁾; die Industrie hat bei uns bewirkt, daß für die Waren entschieden wurde, und daß das deutsche Reich schon zu einem Einwanderungsland geworden ist. Italien ist allerdings arm an Eisen und gänzlich bar der Kohlen, aber es besitzt auch im Süden in seinen Wasserkräften, vor allem im Kalkgebirge, einen mächtigen und noch fast ungehobenen Schatz. An Projekten, sie für industrielle Zwecke auszunützen, fehlt es nicht, die Ausführung ist nur durch die hohen Kosten bisher meist verzögert worden. In der näheren und weiteren Umgegend von Neapel hat man bereits, wenn auch größtenteils mit ausländischem Kapital, begonnen, und ebenso versieht die Società idroelettrica della Sicilia orientale viele Orte im Osten der Insel mit Licht und elektrischer Kraft. Besonders großartig ist der Plan des Ingenieurs Omodeo, der an der Sila von der eigenartigen Bodenkonfiguration, dem terrassenförmigen Bau in der Weise Nutzen zu ziehen vorgeschlagen hat, daß eine Reihe großer künstlicher Seen geschaffen werden soll, die den Abfluß des Wassers zu regeln gestatten und andererseits elektrische Energie zu erzeugen vermögen, deren Wert auf 200 000 Pferdekkräfte geschätzt wird. Aber nicht in einer einseitigen Bevorzugung der Industrie kann das Heil Italiens gefunden werden, denn es wird allezeit in der Hauptsache ein ackerbautreibendes Land sein müssen. Niemals wird eine völlige Verdrängung durch die Industrie eintreten können, und daher muß der Ackerbau auch in der Zukunft die Grundlage der italienischen Wirtschaft bleiben.

Entstehung, Bildung und Lagerung des Phosphats auf Nauru.

(Verwaltungsbezirk der deutschen Marshallgruppe).

Von Dr. Paul Hambruch.

Abteilungsvorsteher am Museum für Völkerkunde in Hamburg.

Naurus wirtschaftlicher Wert beruht auf seinem Phosphat. Dieser Phosphat ist der beste, der bisher auf der Erde aufgefunden wurde. Es ist bekannt, daß gerade die Südsee-Phosphate am phosphatreichsten von allen Lagerstätten der Welt sind; und unter ihnen steht der Nauru-Phosphat mit 83% bis 90% Trikalziumphosphat an erster Stelle. Er zählt zu den Phosphaten organischer Entstehung.

Nauru selbst ist daher auf Grund der Stutzer'schen²⁾ Einteilung der Phosphatlagerstätten zu den metasomatischen Lagerstätten zu rechnen,

¹⁾ Die wirtschaftliche Grundlage und die Entwicklung der Deutschen Auswanderung seit 1871. Verh. d. Deutschen Kolonial-Kongresses, Berlin 1903, S. 607.

²⁾ O. Stutzer: Die wichtigsten Lagerstätten der „Nicht-Erze“. Berlin 1911, I. Teil.

die durch chemische Umlagerung sedimentärer Phosphate entstanden, vornehmlich durch Auslaugung von Guano.

Über Naurus Phosphate ist bisher wenig bekannt geworden. Die Mitteilungen, welche F. Danvers Power¹⁾ von ihnen macht, geben nur ein unvollkommenes und in manchen Punkten verzerrtes, irriges Bild von den wirklichen Verhältnissen. Bei der ungemeinen Wichtigkeit dieses Minerals, das die Insel zu einem der wirtschaftlich wichtigsten und wertvollsten Teile deutschen Kolonialbesitzes stempelt, ist es nötig, die Nauru-Phosphate eingehend zu schildern.

Die Oberfläche dieser gehobenen Koralleninsel ist bei einem Umfang von 16,90 km auf 2271 ha berechnet worden, von der ca. $\frac{1}{5}$, d. h. 464 ha vom Strande, dem Kokospalmgürtel und den gehobenen Korallenschuttwällen der ehemaligen Atolle eingenommen werden, die übrigen 1806 ha enthalten abbaufähiges Phosphat, dessen Mächtigkeit von wenigen Centimetern bis zu (bisher erbohrt) 15 m wechselt; es sind aber noch Lager von größerer Mächtigkeit vorhanden, so daß bei einer mittleren Tiefe von 10 m ca. 180 600 000 m³ Phosphat auf Nauru vorhanden wären. Diese Zahl ist eher zu niedrig als zu hoch gegriffen.

Der Abbau erfolgt in recht einfacher Weise durch die Englisch-deutsche Pacific Phosphate Co. Lim. Nachdem unter Mitwirkung der kaiserlichen Station die in Abbau zu nehmenden Ländereien von den Eingeborenen angekauft sind (jeder Fruchtbaum muß besonders mit 10—20 Mark bezahlt werden), erfolgt die Abholzung des Geländes und die Fortnahme der spärlichen Humus- und der oberflächlichen, z. T. zersetzten Phosphatschichten. Karolinen-Eingeborene, besser noch Chinesen, werden als Arbeiter beschäftigt. Unter der Aufsicht weißer Beamten der Gesellschaft befreien sie mit Hacke, Schaufel, gelegentlich auch durch Sprengen, den Phosphat aus dem umgebenden wertlosen Nebematerial, meist Korallenkalk.

Der so gewonnene lose Phosphat wird zu kleinen Häufchen aufgeschichtet, die mehrmals gewendet werden, um den Phosphat von der überschüssigen Feuchtigkeit zu befreien. Bei schlechtem Wetter, Niederschlägen, geschieht dies nach vorangegangenem Zerstampfen durch Trocknen in besonderen Apparaten, aus denen der versandfähige Phosphat dann mit Feldbahnen in große Speicher oder direkt auf die Ladebrücken gefahren wird, um in Kähne und von dort aus in die Phosphatdampfer entladen zu werden.

Ca. 100 000 Tonnen Phosphat werden so alljährlich auf Nauru ge-

¹⁾ F. Danvers Power, Phosphate Deposits of Ocean and Pleasant Islands. Trans. Austral. Inst. of Mining Engineers. Vol. X. Nr. 137.

wonnen und verschifft. Doch läßt sich die Produktion ohne Schwierigkeit auf das Dreifache steigern.

Diese Phosphate kommen auf Nauru in zweierlei Lagerstätten vor.

1. Primär, als Ausfüllmasse im festen Korallenkalk.
2. Sekundär, als Ausfüllmasse der Hohlräume der ehemaligen Lagunen.

Die primären Lagerstätten wurden eingehend von Power beschrieben, der die sekundären vernachlässigte und verkannte, bis 1910 Elschner, der technische Leiter der Abbaugesellschaft in Nauru, diese Lagerstätten nochmals untersuchte. Auf Grund vieler Bohrungen stellte er nicht allein die Powerschen Untersuchungen richtig, sondern wies energisch auf die Bedeutung dieser sekundären Lagerstätten hin, deren Phosphate hochprozentiger, deren Tiefe erheblich größer und Gewinnung einfacher und leichter ist als bei den Phosphaten der primären Lagerstätten, die heute abgebaut werden.

Die hier erfolgenden Veröffentlichungen über die Phosphate lehnen sich nun eng an die Elschnerschen Ausführungen an, die ich von ihm gelegentlich unserer gemeinschaftlichen Spaziergänge durch die Insel erhielt, gleichzeitig sind meine eigenen Untersuchungen darin verarbeitet. Eingehender und ausführlicher wird der Nauru-Phosphat auf seine petrographischen und chemischen Eigenschaften hin von dem Mineralogisch-Geologischen Institut in Hamburg auf Grund meiner umfangreichen Sammlung von Handstücken bearbeitet werden, welche die Metasomatologie des Phosphats erläutert.

Phosphat sieht im frischem Zustande schwarz graubraun bis violett-sepiafarben aus, im auffallenden Lichte irrisierend. Frische Bruchstücke verlieren an der Luft rasch diese Farbe; sie trocknen oberflächlich aus und nehmen dann eine weiße Farbe an. Vom schneeweißen Korallenkalk ist er durch sein erheblich schwereres Gewicht und seine Farbe leicht zu unterscheiden. Ein weiteres Erkennungszeichen ist das Vorkommen bestimmter Flechtenarten auf phosphathaltigen Gesteinsstücken; reine Korallensteinblöcke lassen diese Flechten nicht gedeihen.

Der primäre Phosphat tritt in drei Ausbildungen auf:

1. als metamorphosierter Korallenkalk, der mehr oder minder die korallinische Struktur behalten hat;
2. als geschichteter Phosphat;
3. als Nauruit¹⁾ als blattförmiger, schellackähnlicher Phosphat.

Der sekundäre Phosphat zeigt sich ebenfalls in drei Formen:

1. als loses Geröll;
2. als oolithischer Phosphat;
3. als Phosphatbreccie.

¹⁾ Von Elschner entdeckt, untersucht und benannt.

Diese verschiedenen Ausbildungen der Phosphate entstanden wie die der übrigen pazifischen Phosphatinseln aus dem Guano, den Exkrementen von Vögeln.

Heute fehlt die Vogelwelt auf den Phosphatinseln. Auf manchen anderen Inseln kann man jedoch einen Begriff davon erhalten, wie es einst auf ihnen ausgesehen hat. Taongi (Gaspar Rico) in den Marshall-Inseln, Makür der Ueito-Gruppe, West-faju in den West-Karolinen besitzen eine Vogelwelt, wie sie uns sonst nur von wenigen Ländern der Erde geschildert ist. Fregattvögel, Bootsmänner, Albatrosse, Möwen usw. hausen hier in einem wirren Durcheinander, oft so dicht zusammengedrängt, daß eine Landung z. B. auf Faju auf unvermutete Hindernisse stößt und erschwert wird¹⁾.

Diese Vögel holen sich ihre Nahrung aus den fischreichen Lagunen und der See; ihre Ausscheidungen häufen sich auf dem Korallenkalkboden an. Regen und Sonnenhitze wechseln stetig miteinander ab, laugen den Guano aus und verändern ihn mannigfach. Das Endprodukt ist der „Guanophosphat“, dessen Aussehen in Farbe und Ausbildung, weniger in seiner chemischen Zusammensetzung, recht verschieden ist.

Für die Entstehung des Guanophosphats auf Nauru darf man annehmen, daß zu Beginn der Tertiärzeit die heutigen gehobenen Kliffe von Nauru von einer ungeheuren Vogelwelt bewohnt waren. Damals war Nauru ein kleines Atoll, wie sie von den Marshall- und Gilbert-Inseln her bekannt sind, ähnlich beschaffen wie das erwähnte Taongi. Es waren niedrige, flache, steinige, mit Sand und Geröll bedeckte Schuttwälle, die einige seichte und zwei große, breite, tiefe, mit querliegenden Riffbrücken durchzogene Lagunen einschlossen, von denen eine nach Osten weithin offen stand.

Das offene Meer und diese Lagunen bildeten ausgezeichnete Fischgründe für die dort heimische Vogelwelt.

Langsam hob sich das Atoll aus dem Wasser immer mehr heraus, versank wieder, um sich von neuem zu heben. Und nochmals sank die Insel, um dann bei einer neuen und letzten Hebung, die in zwei (vielleicht drei) Perioden stattfand, ihre heutige Form anzunehmen.²⁾

Diese reiche Entwicklungsgeschichte von Nauru ist aus der Wechselagerung von Korallenkalken und Phosphaten abzulesen, denn jeder Hebung entspricht die Bildung einer Phosphatschicht, jeder Senkung die Entwicklung von Korallenkalk.

¹⁾ Ein Vogel produziert während der Brutzeit 25—30 Pfd. Exkremeute.

²⁾ Nach Elschners Ansicht muß Nauru bei nahezu vollendeter Hebung wie die heutigen Guanoinseln Perus ausgesehen haben, wo stellenweise die Höhe der Exkrementeschichten die Tiefe des Phosphats in Nauru, nach Metern gemessen, übertrifft.

Nur langsam gingen diese Veränderungen von statten. Bei der dritten Hebung war diese im Westen im allgemeinen stärker als im Osten; die Lagunen wurden kleiner, die Landfläche wuchs und gleichzeitig konnte die Vogelwelt zunehmen. Beim Zusammenschrumpfen der Lagunen schnürten die trocken gelegten Querbänke in ihnen kleine Lagunen ab. Die Tatsache nur, daß im Gebiete der stärksten Hebung in Dänigomodu und Jangor diese Querbänke stellenweise gewaltige Lücken aufweisen, deren Füllungen man in der Nähe als große Korallen und Phosphatblöcke wiederfindet, weist darauf hin, daß zeitweilig die Hebungerscheinungen katastrophenartig vor sich gegangen sein müssen. Gewaltige Wassermassen drückten hier gegen die Querbänke, um sich einen Ausweg und Abfluß zu verschaffen.

Einige Lagunen wurden abgeschlossen und trockneten völlig aus. Die vordem durch die Kraft der Brandung zerriebenen und gekörnten Phosphatteilchen konnten sich in diesen Pfannen zusammen mit dem im Wasser suspendierten und gelöstem Phosphat niederschlagen und bildeten den feingebänderten und geschichteten Phosphat. Seine verschiedenartige Färbung und schwankende Bandbreite bzw. Schichtstärke ist vielleicht meteorologischen Faktoren, starken Regen, die mit Trockenzeiten abwechselten, zuzuschreiben.

Diese geschichteten Phosphate sind zuweilen mit Bändern voolitischen Phosphats durchsetzt, den man jedoch meist als Decke des erstgenannten Phosphats antrifft. Die Entstehungsursachen sind für beide Lagerstätten dieselben.

Kleine Korallenkalkfragmente oder Organismenreste bilden den Kern solcher Oolithen, deren Größe von der Kleinheit eines Stecknadelkopfes bis zu 5 cm Durchmesser wechselt. Der Wellenschlag hielt diese Fragmente in dauernder Bewegung, ebenso die Gezeiten. Sie rollten die Oolithenkerne in dem immer zäher werdenden Phosphatschlamm hin und her und gaben ihnen so die charakteristische konzentrische Struktur. Häufig sind diese Oolithen mit einem Mantel aus Nauruit umgeben oder durch dies Material miteinander verkittet.

Die Oolithenbänder erklären sich so, daß ausgetrocknete Lagunenteile von neuem mit phosphathaltigem Wasser überschwemmt wurde, an denen sich der Austrocknungsprozeß wie vorher wiederholte.

Das meiste und wertvollste Phosphat Naurus bildet loses Geröll, das die ehemaligen Lagunen ausfüllt und auch die geschichteten Phosphate überdeckt. Es hat das Aussehen von grobem Kies, in den große zusammengekittete Phosphatbreccien (aus Oolithen, zerbrochenem geschichteten Phosphat) eingelagert sind.

Die Wasserbewegung, die Gezeiten trennten die schweren Phosphat-

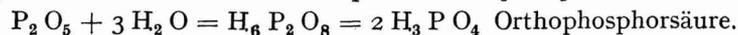
stückchen von den leichten Korallenstücken und sortierte sie in die Höhlungen und Mulden des Lagunenreliefs hinein, wo sie sich gegenseitig abrollten, zerrieben und bisweilen in derselben Weise wie oben verkittet wurden. Offene Passagen, unterirdische Zugänge hielten lange Zeit während der Hebungsperioden den Zusammenhang zwischen Lagunen und Meer aufrecht.

Die Umwandlung des Guano in Phosphat geschieht in folgender Weise, bei der gleichzeitig die Metamorphose des Korallengesteins und die Entstehung des Nauruits beschrieben werden sollen.

Sonne und Regen sind die tätigen Faktoren bei dem Umwandlungsprozeß der Exkreme. In einer niederschlagreichen Periode muß er vor sich gegangen sein, denn wäre die Insel an Regen arm gewesen, so wäre das Endprodukt ein stickstoffhaltiger Guano gewesen. So vervollkommneten die Niederschläge die Verwesung der organischen Substanz und laugten sie aus. Ca H P O_4 , $\text{Ca}_3 \text{P}_2 \text{O}_8$, Ca C O_3 wurden zum Endprodukt der Umwandlung, das nur durch etliche geringfügige Beimengungen verunreinigt war.

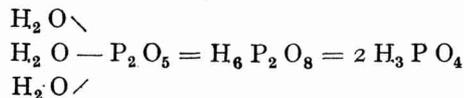
Zum Verständnis dieser Umwandlung des Guano mögen kurz die wirksamen chemischen Prozesse erläutert werden.

Die gesättigte Verbindung von P (Phosphor) mit O (Sauerstoff) ist $\text{P}_2 \text{O}_5$, Phosphorpentoxyd; mit drei Teilen $\text{H}_2 \text{O}$ (Wasser) ergibt dies die gewöhnliche dreibasische Phosphorsäure $\text{H}_3 \text{P O}_4$.

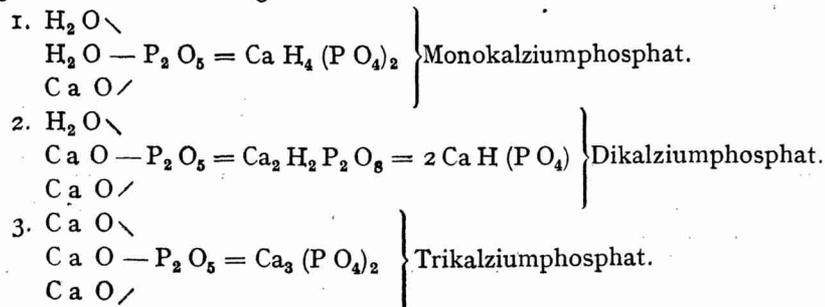


Diese Verbindung ist zumeist ein Kunstprodukt und tritt nur selten natürlich auf.

In $\text{H}_3 \text{P O}_4$ kann nun H (Wasserstoff) einmal, zweimal und dreimal durch entsprechend basisch wertige Elemente ersetzt werden; z. B. durch Ca O, Kalziummonoxyd. Man erhält daher aus der Orthophosphorsäure:



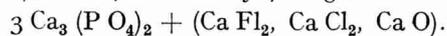
folgende drei Verbindungen mit Ca O:



$\text{Ca H}_4 (\text{P O}_4)_2$ ist als Mineral unbekannt und der wertvolle Bestandteil des in der Düngerindustrie wohlbekannten Superphosphats. Von den drei genannten Verbindungen besitzt es die größte Löslichkeit in Wasser.

$\text{Ca H} (\text{P O}_4)$ ist weniger in Wasser löslich; nur bei Anwesenheit von schwachen Säuren, z. B. Kohlensäure ($\text{H}_2 \text{C O}_3$), erhöht sich die Löslichkeit beträchtlich.

$\text{Ca}_3 (\text{P O}_4)_2$ bildet den Hauptbestandteil der animalischen Knochen- substanz. Im Wasser ist diese Verbindung sehr wenig löslich; bei An- wesenheit von C O_2 erhöht sich auch hier die Löslichkeit erheblich. Da nun $\text{Ca}_3 (\text{P O}_4)_2$ eine große Neigung besitzt, andere Verbindungen in sich aufzunehmen, so findet man bei allen Phosphaten der Gruppe $\text{Ca}_3 (\text{P O}_4)_2$ diese selten rein; meist haben sie Ca Fl_2 (Fluorkalzium), Ca Cl_2 (Kalzium- chlorid), Ca O (Kalziumoxyd) aufgenommen, so daß die Formel heißen muß:



Kommen die drei ebengenannten Verbindungen zugleich vor, so haben wir den „Apatit“.

Dieser mineralische Apatit ist unter gewöhnlichen Umständen un- löslich, doch hat die Anwesenheit von mehr oder minder großen Mengen von Ca O^1) einen wesentlichen Einfluß auf seine Löslichkeit bzw. Unlös- lichkeit.

Die Untersuchung ergab für Nauru, daß der dort vorhandene Phosphat fast zum Apatit geworden ist; auf ca. 94,32% $\text{Ca}_3 (\text{P O}_4)_2$ kommen dort 5,68% Ca O .

Die Bildung der Phosphorsäure und ihrer Kalziumsalze, der Phosphate geht auf folgende Weise vor sich:

Das Ausgangsmaterial sind die $\text{Ca}_3 (\text{P O}_4)_2$ enthaltenden Seetiere und Fische aller Art, die von den Vögeln gefressen wurden. Die Magensäfte der Vögel enthalten neben Pepsin große Mengen von H Cl (Salzsäure), die aus dem Salzgenuß resultieren. Die Darmsäfte reagieren dagegen leicht alkalisch.

Salzsäure löst beim Verdauungsprozeß das dreibasische Kalzium- phosphat auf, das in den von den Vögeln gefressenen Fischgräten enthalten ist.

Gelangt das Magenprodukt in den Darmtraktus, so wird infolge der alkalischen Reaktion der Darmsäfte $\text{Ca H} (\text{P O}_4)$ niedergeschlagen. Neben dem z. T. ungelöst durchgehenden $\text{Ca}_3 (\text{P O}_4)_2$ bildet sich auch $\text{Ca H}_4 (\text{P O}_4)_2$. Da die Lagunenwässer an organischen Verbindungen reich sind, so sind sie ein ausgezeichnetes Lösungsmittel für $\text{Ca H} (\text{P O}_4)$.

¹⁾ Den Nauruphosphaten ist ein Überschuß an Ca O eigen, der aus der Auf- nahmefähigkeit des $\text{Ca}_3 (\text{P O}_4)_2$ für Ca Cl_2 , Ca Fl_2 , Ca O resultiert. Dieser Überschuß von Ca O ist bei der späteren Verarbeitung des Phosphates sehr nützlich; obwohl mehr Schwefelsäure zum Aufschließen gebraucht wird, fallen andererseits jedoch auch die häßlichen Nebenwirkungen beim Heraustreiben der Flußsäure fort.

Die abgestorbenen Korallen, die gesteinsbildenden Elemente eines Atolls bestehen aus CaCO_3 (kohlsaurer Kalk). Als anstehendes Gestein, lockeres, mehr oder weniger grobes Geröll und feiner Korallensand findet er sich auf den Inseln.

Das ausgelaugte und wassergelöste CaHPO_4 infiltriert nun das poröse Korallengestein; die schwache H_2CO_3 (Kohlensäure) wird dabei durch die $\text{H}_3(\text{PO}_4)$ verdrängt, ausgetrieben und entweicht als CO_2 . Es entsteht dabei $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.



Die durch das Wasser absorbierte CO_2 erhöht die Löslichkeit des $\text{CaH}(\text{PO}_4)$. Diese Eigenschaft birgt in sich ein wichtiges morphologisches Moment. Bei dem Abbau des Phosphats in einem alten Lagunenteile fällt dem Beschauer die Spärlichkeit und geringe Höhe der Korallenkalkpfeiler auf, während andererseits Phosphatpfeiler in solchen Lagunen häufiger anzutreffen sind. Elschners Theorie hat daher allerlei für sich, wenn er die lösende, fressende, forträumende Tätigkeit des gelösten $\text{CaH}(\text{PO}_4)$ als Ursache der geringen Häufigkeit von Korallenkalkpfeilern annimmt und der gleichen Ursache die Bildung eines Teiles der Phosphatpfeiler zuschreibt.

Der oben auseinandergesetzte Umwandlungsprozeß hält auch heute noch an. Bei den Gängen unter der Insel, den Wanderungen durch die unterirdischen, z. T. mit Wasser erfüllten Höhlenwindungen trifft man häufig freie CO_2 am Boden an. Mehrfach erlosch die mitgenommene Lampe am Boden, und einmal wäre mir beinahe ein Junge bei solchem Ausfluge erstickt.

Bei Bohrungen und Ausschachten von Gruben über 4 m Tiefe sammeln sich am Boden rasch CO_2 Gase an, die in zwei Fällen für die Arbeiter verhängnisvoll geworden sind.

An einer systematisch gesammelten Reihe von Phosphatstücken, die sich jetzt im Mineralogisch-Geologischen Institut in Hamburg befinden, kann man die Metamorphose des Korallenkalkes deutlich verfolgen. Der ursprünglich weiße Kalk, der vielfach noch seine ursprüngliche Struktur beibehält, überzieht sich oberflächlich zunächst mit einer zarten gelben Phosphatschicht; je tiefer dann das $\text{CaH}(\text{PO}_4)$ in den Kalk eindringt, wandelt er ihn in Phosphat um, ohne zunächst die Struktur zu verändern; so daß ein unbefangener Betrachter Phosphat und Koralle nicht auseinander zu halten vermag. Ist das gesamte Korallenstück in Phosphat umgesetzt, so beginnt allmählich die Ausfüllung der porösen Koralle mit Phosphat. Das Endresultat ist ein homogenes Gebilde, dem keinerlei Struktur mehr anhaftet. In der gleichen Weise wird das Geröll und der Sand zu Phosphat umgewandelt und intensiv zu einem festen Gestein verkittet.

Große Riffe, Bänke und Pfeiler wurden in derselben Weise aus Korallenkalk zu Phosphat umgebildet.

An der Ostseite der Insel im Gau Anibari liegt eine solche Stelle offen zutage. Hier wurde eine Lagune völlig mit Geröll ausgefüllt, das zu Phosphat umgebildet, damit verkittet wurde und heute ein weites Plateau bildet. Dort, wo der Weg auf das Plateau hinaufführt, kann man interessante Lagerungsverhältnisse beobachten, denn hier sind Phosphat und alte Koralle von junger Koralle überwachsen. Stauchungen des Bodens, Verwerfungen machen es wahrscheinlich, daß das erwähnte Plateau, die alte Lagune, lokal, eine besonders starke Hebung erfahren hat.

In der Nähe finden sich auf dem heutigen Riffe hohe, völlig aus Phosphat bestehende Pfeiler neben den hohen Korallenkalkpfeilern. Power sieht diese Phosphatpfeiler als die Füllmasse vieler gehobener Spritzlöcher an, deren Mantel vom Seewasser aufgelöst wurde, während das unlösliche Phosphat übrig blieb. In manchen Fällen mag das der Fall sein; meistens wird jedoch dafür der oben beschriebene Prozeß der umgestaltenden Wirkung des $\text{CaH}(\text{PO}_4)$ verantwortlich zu machen sein. Das Vorkommen dieser z. T. 7 m hohen Phosphatpfeiler auf dem heutigen Riffe läßt es vermuten, daß die Anibari-Bucht eine alte Lagune ist, deren größten Teil die See im Osten fortnahm; ergaben doch Bohrungen auf dem Riffe bei Jangor, daß auch unter dem heutigen Riffe noch Phosphatschichten anzutreffen sind.

Die Kalkpfeiler zeigen deutliche Strandlinien, von denen sich zwei, sehr gut abheben. Die eine liegt $3\frac{1}{2}$ m, die andere 5 m über dem Riffplateau. Diese Erscheinung stimmt völlig mit den Strandlinien überein, die an dem hohen alten Riffende zwischen Jangor und Meneng zu beobachten sind; auch korrespondieren sie mit den doppelten Terrassen, welche man im Innern um die Buadalague herum findet.

Phosphat- und Kalkpfeiler haben gleiche Formen, doch verschiedenes Aussehen. Die ersten sind mit einer grünen Moos-, gelben Algen- oder weißen Flechtenflora überzogen. Das kundige Auge unterscheidet daher schon von weitem die rötlich-violettbraunen Phosphatblöcke und Pfeiler von den schwarzen, grauen, scharfkantigen und zackigen Kalkpfeilern, die eine Flora tragen. Auch besitzt ein Phosphatpfeiler nie schneidende, spitze Kanten und Flächen.

Besonders eigentümlich ist Nauru der von Elschner entdeckte und von ihm benannte „Nauruit“, ein Mineral, das Power noch als Silikat ansprach. Elschner teilte mir darüber folgendes mit:

„Das Bindematerial zwischen Phosphatstücken sandiger, körniger, auch ehemals suspendierter und abgesetzter Phosphatschichten entsteht durch das Einwirken von $\text{CaH}(\text{PO}_4)$ auf CaCO_3 . Gleichzeitig oder abwechselnd durchtränken sie Phosphate oder Korallenkalk. Geht dies nun

unter starkem Druck von CO_2 vor sich und hört dieser Druck aus irgendwelchen Ursachen später auf, so scheidet sich eine spröde, harte, glasige, durchscheinende Masse, der Nauruit $3(\text{Ca}_3 + (\text{PO}_4)_2) + (\text{CaO} + \text{CaCO}_3 + \text{CaFl}_2)$ aus. Äußerlich sieht es wie Harz aus, hat einen klingenden Ton, ist gelblichweiß bis braun und leicht fluoreszierend.¹⁾

Die Entstehung der *a c h a t g e b ä n d e r t e n*, sedimentären, mit „Nauruit“ zementierten Phosphate, die nach ihrer Ablagerung durch mannigfache äußere Ursachen, mechanisch, die verschiedensten Veränderungen erfuhren, erklärt sich folgendermaßen:

Alles Wasser, das unter Druck steht, sei er durch Luft, Wasser oder vor allem CO_2 Druck veranlaßt, hält einen bedeutenderen Prozentsatz Phosphate in Lösung, als es im normalen Zustande der Fall ist. Läßt denn dieser Druck aus irgendwelchen Ursachen nach oder hört er ganz auf, so schlägt sich der Überschuß an gelösten Phosphaten als ein fein verteilter Niederschlag zu Boden. Hier erhärtet er zu einem festen Gestein. Der Vorgang wird beschleunigt, wenn das Lösungsmittel allmählich verschwindet.

In A i u o bohrte man z. B. einen Brunnen. Die oberen Schichten wurden abgegraben und hernach mit Steinbohrern ein Schacht durch den festen Korallenkalk hindurch getrieben. Dabei wurde ein Wasserbecken angeschlagen, das unter starkem CO_2 -Druck stand. Wie in einer Fontäne wurde das Wasser hell und klar hoch in die Luft geworfen. Rasch verringerte es seine Fallhöhe, trübte sich, wurde milchig und schließlich ganz weiß. Die Untersuchung ergab nachher, daß im Springquell unter starkem Druck $\text{Ca}_3 (\text{PO}_4)_2$ gelöst gewesen war. Der Ausgleich zwischen dem äußeren Luftdruck und der über dem Wasserbecken angesammelten CO_2 führte zur Ausscheidung des Phosphates.

Die Phosphatlösungen ($\text{Ca}_3 (\text{PO}_4)_2$ und CO_2 in H_2O) wirken auf das Phosphat oder CaCO_3 nicht ein; sie sickern durch das Gestein hindurch und treten in große Hohlräume ein, wo sie Gebilde formen, welche die unterirdischen Räume als *Tropfsteinhöhlen* erscheinen lassen.

Analysen des Nauruphosphates.

Probennummer	51 a	51 b	104	286
Feuchtigkeit	3,59%	2,95%	1,94%	0,96%
Verbrennungsverlust	3,95%	3,74%	2,90%	—
Kohlensäure (CO_2)	1,65%	1,91%	1,74%	0,50%
Phosphorsäure	38,36%	38,46%	38,79%	40,33%
Calciumoxyd (CaO)	51,16%	51,39%	52,46%	53,57%
Überschuß von CaO über CaCO_3 und $\text{Ca}_3 (\text{PO}_4)_2$	3,08%	3,46%	4,38%	5,22%

¹⁾ Eine ausführliche Beschreibung Elschners hierüber steht noch aus.