

# Zur Frage des Anbaus von mexikanischen Weizensorten

## On the question of growing wheat varieties developed in Mexico

Von Nicolae Atanasiu \*)

### 1. Einleitung

Bekanntlich besteht in einer großen Anzahl von Ländern, in denen Weizen Grundnahrungsmittel der Bevölkerung ist, ein Weizendefizit der eigenen Produktion, so daß hier beträchtliche Importe notwendig sind. Diese Länder, wie z. B. Pakistan, Türkei, Tunesien, gehören zur Ländergruppe mit einem niedrigem Bruttosozialprodukt, so daß die Bezahlung des importierten Weizens ihre Finanzen besonders stark belastet. Diese Situation verschärft sich von Jahr zu Jahr durch den überall in diesen Gebieten vorhandenen starken Bevölkerungszuwachs. Es ist wiederum bekannt, daß gerade in diesen Ländern die Hektarerträge für Weizen sehr niedrig sind, sie liegen im allgemeinen unter dem Weltdurchschnitt und sehr weit unter den Erträgen westeuropäischer Länder.

Aus diesen Gründen werden hier große Anstrengungen unternommen, die landeseigene Weizenproduktion zu erhöhen. Diese Produktionssteigerung ist in den meisten Fällen nur über die Erhöhung des Hektarertrages zu erreichen, da die Möglichkeit einer Erweiterung der Anbaufläche nicht mehr gegeben ist. In vielen dieser Länder erwies sich die Intensivierung des Weizenanbaus über eine verstärkte Düngemittelanwendung als illusorisch, da entweder die Düngemittel unter den ariden Bedingungen wirkungslos blieben, oder — auch im Falle einer besseren Wasserversorgung — die dort angebauten „Sorten“ nur primitive Landpopulationen darstellen, die nicht intensivierungsfähig sind: die Pflanzen reagieren nämlich auf Düngung mit einer Verstärkung des Strohwachses, mit Lageranfälligkeit und damit u. U. mit einer Minderung des Korn-ertrages.

Dennoch ist die mineralische Düngung neben dem Wasser ein bedeutender Faktor der Ertragssteigerung. Aus diesem Grunde wurde schon lange nach einem Weg gesucht, wie eine effiziente, ertragswirksame Düngemittelanwendung möglich wäre. Ein derartiger Weg wurde durch die Züchtung von kurzhalbigen Weizensorten, welche heute unter dem Namen „mexikanische Weizen“ weltbekannt sind, beschritten. (Eine ähnliche Entwicklung geht auch im Reisanbau vor sich; die neuesten Züchtungen zielen ebenfalls auf Kurztypen ab, die hohe Düngergaben vertragen können.)

---

\*) Prof. Dr. N. Atanasiu, Leiter der Abt. Pflanzenbau u. Pflanzenzüchtung des Tropeninstituts der Universität Gießen.

Adresse: 6300 Gießen, Schottstraße 2—4.

## 2. Eigenschaften der mexikanischen Weizensorten

Die „mexikanischen“ Weizensorten sind alle auf japanische Kurzstrohvarietäten zurückzuführen, so daß man sie genauso gut auch „japanische“ Weizen nennen könnte. Die Stammlinie *Norin 10* (2) hatte zwei wichtige Eigenschaften: nur etwa 55 cm Pflanzenhöhe und eine starke Bestockungsfähigkeit. Nach 1954 begann die Rockefeller Foundation in Zusammenarbeit mit dem mexikanischen „Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas“ ein Züchtungsprogramm, bei dem die Kurzstrohsorten mit mexikanischen Varietäten gekreuzt wurden. Auf diesem Wege ist eine große Anzahl von neuen Sorten geschaffen worden, deren eigentümliches Merkmal in erster Linie die Kurzhalmigkeit ist. Ferner besitzen sie wie bereits erwähnt eine gute Bestockungsfähigkeit. Diese Eigenschaften ermöglichen die Anwendung von hohen Düngergaben, besonders von Stickstoff, und dadurch die Erzielung von beachtlichen Erträgen. Allerdings erfordern sie eine optimale Wasserversorgung, ohne die ihr Anbau erfolglos bleibt.

Im Rahmen einer Zusammenarbeit der Landwirtschaftlichen Fakultäten Izmir und Gießen wurden in den letzten Jahren 12 Sorten mexikanischer Weizen in Izmir-Bornova und Gießen zwecks einer näheren Untersuchung ihrer Eigenschaften und ihres Verhaltens unter verschiedenen ökologischen Bedingungen angebaut.

In Tab. 1 sind die erzielten Korn- und Stroherträge der 12 Sorten zusammengefaßt.

Tab. 1: Korn- u. Stroherträge der untersuchten 12 mexikanischen Weizensorten (dz/ha TM), 1968.

Sorte	Gießen *)		Izmir-Bornova *)	
	Korn	Stroh	Korn	Stroh
1 Inia 66	38,4	44,8	32,2	75,2
2 Jaral 66	31,1	39,3	32,1	73,0
3 Lerma Rojo 64	40,2	51,8	25,0	83,1
4 Nadadores 63	44,8	51,0	21,5	77,5
5 Noreste 66	48,9	54,4	32,7	72,4
6 Penjamo 62	43,8	52,3	30,0	73,4
7 Pitic 62	37,3	52,9	28,0	86,7
8 Sonora 63	31,8	30,4	25,1	66,5
9 Sonora 64	28,1	32,3	28,1	62,8
10 Tobari 66	32,9	45,7	30,4	68,4
11 Super X	40,0	45,1	25,9	70,1
12 Majo 64	37,1	44,3	25,7	72,0
GD <sub>5%</sub>	4,0		4,2	

\*) N-Düngung: 80 kg/ha.

Es fällt zunächst folgendes auf:

- die Kornerträge in Izmir-Bornova liegen unter denen in Gießen;
- die Stroherträge in Izmir-Bornova liegen weit über denen in Gießen;
- die Rangordnung der Sorten entsprechend ihren Kornerträgen ist zwischen den Standorten Izmir-Bornova und Gießen verschieden.

Um den letzten Punkt noch klarer darzustellen, haben wir die Sorten nach ihrem Kornertrag in drei Gruppen eingeteilt: überdurchschnittlich, durchschnittlich und unterdurchschnittlich (bezogen auf den jeweiligen Versuchsdurchschnitt).

Übersicht 1 Gruppierung der untersuchten mexikanischen Weizensorten aufgrund des Kornertrages

unter $\phi$	$\phi$	über $\phi$
<b>G i e ß e n 1968</b>		
Jaral 66	Inia 66	Nadadores 63
Sonora 63	Lerma Rojo 64	Noreste 66
Sonora 64	Pitic 62	Penjamo 62
Tobari 66	Super X	
	Majo 64	
<b>I z m i r - B o r n o v a 1968</b>		
Lerma Rojo 64	Jaral 66	Noreste 66
Nadadores 63	Penjamo 62	Inia 66
Sonora 63	Pitic 62	
	Sonora 64	
	Tobari 66	
	Super X	
	Majo 64	

Man entnimmt dieser Gruppeneinteilung noch besser die stark vorhandene Wechselwirkung zwischen dem Standort bzw. der Witterung und den Sorten. Man kann also von einer *sehr guten* Sorte unter den mexikanischen Weizen generell nicht sprechen.

Die niedrigen Korn- und die höheren Stroherträge in Izmir-Bornova mögen mehrere Gründe haben. Zunächst ist die Tatsache festzustellen, daß diese Weizen im Raum Izmir mehr im Winter und Frühjahr (November bis Juni), im Raum Gießen mehr im Frühjahr und Sommer (April bis August) gewachsen sind. Es herrschten dabei unterschiedliche Tageslängenbedingungen und im Raum Izmir scheint während der Winterzeit die Strohentwicklung stärker gefördert worden zu sein. Was die niedrigen Kornerträge anbelangt, so haben wir ein weiteres Ertragsmerkmal und zwar das Tausendkorngewicht näher untersucht. In Tab. 2 sind diese Werte enthalten.

Tab. 2: Tausendkorngewicht der untersuchten mexikanischen Weizensorten in g, Versuch 1968

Sorte	Gießen	Izmir-Bornova
1 Inia 66	36,5	27,7
2 Jaral 66	32,4	24,9
3 Lerma Rojo 64	39,3	21,8
4 Nadadores 63	39,6	21,0
5 Noreste 66	36,9	25,3
6 Penjamo 62	38,3	23,5
7 Pitic 62	33,9	20,9
8 Sonora 63	35,2	21,7
9 Sonora 64	32,7	26,3
10 Tobari 6	33,1	26,6
11 Super X	27,6	20,7
12 Majo 64	35,9	22,3

Man entnimmt diesen Zahlen, daß die Tausendkorngewichte in Izmir-Bornova über 30 % niedriger als in Gießen liegen. Wichtigste Ursache dafür ist die ungenügende Wasserversorgung in Izmir während der Reife gewesen. Die Niederschläge in den letzten Vegetationsmonaten betragen:

April = 1 mm gegenüber 108 mm  $\phi$  der vergangenen 5 Jahre

Mai = 18,6 mm gegenüber 38 mm  $\phi$  der vergangenen 5 Jahre

Juni = 7,3 mm gegenüber 11,3 mm  $\phi$  der vergangenen 5 Jahre

Man sieht, daß in dem Anbaujahr die letzten drei Vegetationsmonate sehr trocken gewesen sind und es ist hervorzuheben, daß der Niederschlag des gesamten Jahres mit 517 mm weit unter dem langjährigen Durchschnitt von 651 mm lag. Diese Verhältnisse haben eine Notreife und die Bildung von Schrumpfkörnern zur Folge gehabt. Bei Annahme einer Vollreife bei ausreichender Wasserversorgung hätte man auch um 30 % höhere Tausendkorngewichte und damit entsprechend höhere Erträge erreichen können. Hiermit sei auf die Notwendigkeit einer ausreichenden Wasserversorgung bei dem Anbau mexikanischer Weizensorten nachdrücklich hingewiesen.

Die untersuchten Weizensorten zeigten auch in anderer Hinsicht verschiedene Reaktionen. Zunächst sei auf die unterschiedliche Halmlänge hingewiesen (Tab. 3).

Man kann aus der Tabelle 3 entnehmen, daß die Sorten, ebenso wie bei den Erträgen, unter verschiedenen ökologischen Bedingungen verschiedene Rangordnungen einnehmen.

Bei der chemischen Analyse der Körner stellten wir in Gießen wesentliche Unterschiede fest, und zwar N-Gehalte von 2,2 % bis 2,9 % N in der Trockenmasse. Das bedeutet, daß sie verschiedene Qualitäten aufweisen, da ihr Eiweißgehalt so verschieden ist. Genauere Untersuchungen

Tab. 3: Halmlänge in cm u. Rangordnung der Sorten, Versuch 1968

Sorte	Gießen	Izmir-Bornova
1 Inia 66	63,7 (8)	91,2 (2)
2 Jaral 66	62,4 (10)	84,7 (8)
3 Lerma Rojo 64	81,5 (1)	94,5 (1)
4 Nadadores 63	63,6 (9)	87,8 (5)
5 Noreste 66	71,8 (4)	82,0 (10)
6 Penjamo 62	77,7 (2)	87,5 (6)
7 Pitic 62	66,5 (6)	91,0 (3)
8 Sonora	68,2 (5)	86,6 (7)
9 Sonora 64	54,1 (12)	74,8 (12)
10 Tobari 66	66,2 (7)	83,4 (9)
11 Super X	57,7 (11)	79,0 (11)
12 Majo 64	74,2 (3)	90,4 (4)

über die Eignung verschiedener Sorten (Brotweizen, Futterweizen) müßten noch durchgeführt werden. Aus den USA (Kalifornien) (3) liegen bereits einige Ergebnisse darüber vor.

Ebenso ließen sich unterschiedliche Verhaltensweisen der 12 Sorten bezüglich der Lagerneigung feststellen. Verschiedene Sorten zeigten trotz ihrer Kurzhalmigkeit eine Lagerneigung. Die anfälligsten in dieser Beziehung waren die Sorten Noreste 66 und Pitic 62.

Auch hinsichtlich der Resistenz gegen Krankheiten wie: Mehltau, Schwarz-, Gelb- und Braunrost verhielten sich die Sorten unterschiedlich.

### 3. Schlußfolgerungen für den praktischen Anbau

Die erste Erkenntnis für den praktischen Anbau wäre, daß man es bei den mexikanischen Weizensorten mit einer verhältnismäßig weiten Variationsskala von Sorten zu tun hat, die in ihrem Verhalten hinsichtlich der Ertragshöhe, der Qualität, Lageranfälligkeit, Krankheitsresistenz usf. stark variieren können. Sortenanbauversuche mit genauen Untersuchungen über alle diese Eigenschaften sind vor Einführung eines großflächigen Anbaus in neuen Gebieten unbedingt erforderlich. Zwar liegen aus den USA einige Ergebnisse darüber vor (3), sie können jedoch nicht verallgemeinert werden. Wesentlich scheint bei dem Anbau die Wasserversorgung zu sein, da von dieser die Anwendung hohen Gaben von Mineraldünger und somit schlechthin die Erzielung der erwarteten hohen Erträge abhängt. Dies wird auch von den Ergebnissen in Pakistan unterstrichen (1), wo in den Jahren 1967/68 schätzungsweise die in Tabelle 4 dargestellten Erträge bei bewässertem und bei unbewässertem Weizen erzielt wurden.

Tab. 4: Geschätzte Weizenerträge in West-Pakistan 1968, in dz/ha

Sorte	bewässert	unbewässert
mexikanische Weizen	27,3	7,9
landläufige Sorten	9,7	4,6

Man sieht hieraus, daß unter trockenen (= unbewässert) Bedingungen auch die mexikanischen Sorten keine hohen Erträge leisten können. Ihr Anbau in trockenen Gebieten sollte nur in Verbindung mit Bewässerung erfolgen. Wie wir am Beispiel aus der Türkei sahen, ist eine *Zusatzbewässerung* auch in Gebieten mit mittelhohen Niederschlägen u. U. notwendig, will man die hohe Leistungsfähigkeit dieser Sorten voll ausnutzen.

Aus diesen kurzen Schilderungen kann man folgern, daß die „mexikanischen“ (= Kurzstroh-) Weizensorten nicht als „Wunderweizen“ angesehen werden dürfen. Sie sind Sorten, die eine hohe Intensitätsstufe beim Anbau erlauben und dabei hohe Erträge liefern können. Es sei nebenbei bemerkt, daß in Europa solche Intensitätsstufen auch mit viel längeren Sorten erreicht worden sind, besonders bei Anwendung des längenwachstumshemmenden Mittels CCC. Die Einführung der mexikanischen Weizen unter Außerachtlassung der Forderung: intensiver Anbau, kann nicht den erhofften Erfolg bringen. Ihre Einführung müßte deshalb nicht nur einen Übergang von den herkömmlichen, „bisher wenig züchterisch bearbeiteten, anbauextensiven zu den hochgezüchteten Hohertragsorten bedeuten, sondern gleichzeitig — und das soll besonders unterstrichen werden — den Übergang vom Extensiv- zum Intensivanbau des Weizens schlechthin bilden.

## Zusammenfassung

In vielen Entwicklungsländern wie Türkei, Pakistan, nordafrikanische Staaten u. a. spielt der Weizen eine große Rolle in der Ernährung der Bevölkerung. Die eigene Produktion ist jedoch nicht ausreichend, weil die Hektarerträge hier sehr niedrig sind. Diese Länder versuchen seit einigen Jahren, die eigene Produktion durch den Anbau von „mexikanischen Weizen“, welche hohe Erträge liefern sollen, zu steigern. Diese Weizensorten wurden von der Rockefeller Stiftung aus japanischen Linien in Mexiko gezüchtet und weisen als wichtigste Eigenschaft besonders kurze Halme auf. Dadurch können sie hohe N-Gaben ausnutzen und hohe Erträge bilden. Es gibt eine große Anzahl von solchen mexikanischen Weizen, die sich durch verschiedene Eigenschaften voneinander unterscheiden: Ertragsleistung, Halmlänge, Korngewicht, Lagerneigung, Resistenz gegen Krankheiten, Eiweißqualität u. a. m. Alle diese Sorten verlangen einen intensiven Anbau, sowie besonders gute Wasser- und Düngerversorgung. Bei einem Vergleichsanbau von 12 Sorten in der Türkei (Izmir-Bornova)

und Deutschland (Gießen) traten neben solchen Unterschieden auch starke Wechselwirkungen zwischen den Sorten und den Anbauorten auf. Aus diesem Grunde muß vor der Einführung der mexikanischen Weizen in neue Gebiete die Eignung dieser Sorte durch Versuche genau geprüft werden. Die mexikanischen Weizen müssen intensiv angebaut werden, d. h. bei guter Bodenbearbeitung, Düngung und ausreichender Wasserversorgung. In Ländern mit niedrigen Erträgen muß außer dem Wechsel von landläufigen, wenig gezüchteten zu neuen, gut gezüchteten Sorten auch ein Übergang von extensivem zu intensivem Anbau des Weizens erfolgen. Nur unter solchen Bedingungen können die mexikanischen Weizen hohe Erträge bringen.

### Summary

The production of wheat is of great importance for the nutrition of the population in many underdeveloped countries such as Turkey, Pakistan and countries in the North of Africa. Their own production is, however, not sufficient to cover their requirements because of the very low yields obtained. These countries have been trying for many years to increase their own yields by cultivating "Mexican wheats" which are said to be high yielding varieties. They have been bred in Mexico by the Rockefeller Foundation from Japanese strains and are distinguished by extremely short stalks. For this reason they are able to utilize high amounts of nitrogen and to produce high yields. There are numerous varieties of Mexican wheats which are distinguished by different characteristics: yields, length of stalk, grain weight, tendency to lodging, disease resistance, quality of protein etc. All these varieties require an intensive cultivation as well as an adequate water supply and fertilizer treatment. Besides the distinctions above mentioned, great interactions between the varieties and the locations were observed during parallel experiments with 12 varieties conducted in Turkey (Izmir-Bornova) and Germany (Giessen). This makes it essential to examine the suitability of the varieties before they are introduced into new areas. They must be cultivated intensively, viz. applying thorough tillage, fertilizer treatment and sufficient water supply. In countries with low yields this fact includes the change from extensive to intensive methods of cultivation as well as the change from local varieties to highly cultivated ones. Only under these conditions can Mexican wheats show their high efficiency.

Mexican wheat varieties were compared by growing them in Germany and in Turkey. From the results it is concluded that the Mexican varieties should not be looked upon as 'miracle wheat'. They allow however a high grade of intensity and can therefore give high yields. The introduction of Mexican wheat varieties should be coupled with a change from extensive to a more intensive wheat cultivation.

## Literaturverzeichnis

1. ANNUAL Technical Report, 1968: Accelerated Wheat Improvement Program West-Pakistan 1967—68, Lahore, Agriculture Dep.
2. REITZ, L. P. and S. C. SOLMON: Origin, History and Use of Norin 10 Wheat. (unveröffentl. Manuskript).
3. RODRIGUES, R., QUINONES, M., NARVEZ, I., BORLAUG, N. E., 1966: Hybrid Wheat, Powerful Weapon against World. World Farming, March, April, May, June 1966.
4. TAYSI, V., DEMIR, I., BOSTANCIOGLU, H., 1969: Tarım Bakanligi ve Meksika Bugday Varyeteleri Multi-Lokal Cesit Verim Denemelerinden Bor-nova Sartlarinda Yapilan Calismalar. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt, 6, Sayı: 1, 1969, Ayri Baski.

*Arbeit aus dem Institut für Agrikulturchemie der Universität Göttingen  
Direktor: Professor Dr. E. Welte*

## Zur Entstehung und Verbreitung der Aschenböden in Südchile

### Formation and areas of the volcanic ash soils in Southern Chile

Von P. Weinberger and R. Binsack \*)

#### 1. Einleitung

Schon eine flüchtige Kenntnis des südlichen Chile vermittelt die Einsicht, daß hier sehr verschiedene Böden verbreitet sind. Am Fuß der Küsten-kordillere herrschen relativ schwere und bindige Lehm Böden vor. Auf der Ostseite des Längstales dagegen liegen leichte, durchlässige und sehr humusreiche Aschenböden, die als „trumaos“ bekannt sind.

Vor allem die Aschenböden weisen nur wenig differenzierte Horizontierungen auf, die auf pedogenetische Prozesse innerhalb des ruhenden Profils zurückgehen. Dagegen finden sich häufig Schichtungen, die ihre Ursachen in Sedimentationsvorgängen vorwiegend äolischer Art haben. Unter dem rezenten lassen sich stellenweise mehrere fossile A-Horizonte nachweisen. Solche Befunde zeigen, daß die Bodenbildungen des Gebietes stark durch die Aktivität der zahlreichen Vulkane und durch vielfache Um-lagerungen bestimmt worden sind.

Die Hauptbodengruppen des Gebietes unterscheiden sich schon im Naturzustand durch die Zusammensetzung ihrer Vegetationsdecken. Wegen

\*) Dr. Peter Weinberger, Leiter des Instituto de Botanica Valdivia/Chile.  
Anschrift: c/o Instituto de Botanica, Cas., 567, Valdivia/Chile.

Dr. R. Binsack, Diplomlandwirt.  
Anschrift: 3440 Reichensachsen, Hinter den Höfen 4.

ihrer ungleichen Eigenschaften unterliegen sie ferner verschiedenen Formen der Bodenkultur. Aus solchen Gründen wurde für Zwecke der landwirtschaftlichen Beratung eine großräumige Kartierung durchgeführt. Beide Verfasser hatten während mehrerer Jahre Gelegenheit, das Gebiet kennenzulernen. Die gesammelten Erfahrungen und erarbeiteten Ergebnisse werden benutzt, um die Verbreitung und Entstehungsgeschichte der jüngeren (holozänen und pleistozänen) vulkanischen Bodenformen hier zu erörtern.

## 2. Allgemeines zur südchilenischen Landschaft

Südkhile besteht aus drei tektonischen Einheiten, die in nord-südlicher Richtung parallel verlaufen. Die niedrige Küstenkordillere säumt den Pazifischen Ozean. Glimmerschiefer, Arkosen und Quarzite des Jungalgonkiums sind hier die ältesten Gesteine (11). Im Landesinnern schließt sich das Längstal als eine Senke an, die von Moränen und gewaltigen Mengen pleistozäner Schotter erfüllt ist. Östlich davon liegt die Andenkordillere, deren Auffaltung erst im Tertiär ihren Abschluß fand. Als Tiefengesteine herrschen hier Diorite vor, die vielfach von andesitischen Laven und Tuffen überdeckt sind.

Gletscher und fließendes Wasser lagerten im Pleistozän die Materialien ab, aus denen sich besonders die Böden des westlichen Längstals entwickelt haben. Es werden drei Vereisungsstadien unterschieden, die wahrscheinlich mit Mindel-, Riß- und Würmeiszeit parallelisiert werden können (*Illies*, 11). Während der ältesten Vereisung erreichte das Inlandeis stellenweise fast die Küste. Es erfüllte das Längstal, und seine Endmoränen finden sich heute überall in beträchtlicher Höhe am Osthang der Küstenkordillere. Auch die Moränen der mittleren Vereisung liegen am Fuß dieses alten Gebirges.

In der letzten Eiszeit drangen die Gletscher nur wenig ins Längstal vor. Dessen wellige Hügellandschaft wird stellenweise von flachen Ebenen unterbrochen, in denen fluvioglaziale Schotter liegen. Sie sind im südlichen Teil jungeszeitlicher Herkunft. Nördlich von Temuco bis zum Rio Bio-Bio liegen an der Oberfläche die Sedimente der mittleren Vereisung. Wegen des größeren Alters erscheinen sie vielfach als zementierte und undurchlässige Konglomerate. Sie sind als „tosca“ bekannt und bieten der Bodenkultur erhebliche Schwierigkeiten. In dieser nördlicheren Zone liegen junge Aufschotterungen nur in den tief eingeschnittenen Flußtäälern.

Als zweite geologische Erscheinung bestimmte der Vulkanismus die Bodenbildungen der Region. Verschiedene Eruptionszentren, die im Tertiär tätig waren, sind heute erloschen und teilweise verschüttet. Von den vulkanischen Aschen jener Epoche leiten sich Böden her, die nur in Küstennähe zu finden sind. Sie zeigen ein reifes Entwicklungsstadium und werden mit den Verwitterungsböden der Küstenkordillere zur Gruppe der Lehm Böden („arcillosos“) zusammengefaßt.

Eine dichte Reihe von jungen Vulkanen liegt an der Westflanke der Hauptkordillere. Sie waren im zweiten Interglazial besonders tätig. Die Aktivität dauert aber mit zahlreichen schwächeren Ausbrüchen bis in die Gegenwart an. Mindestens in jüngerer Zeit herrschten dabei explosive Eruptionen gegenüber Lavaflässen vor.

Östlich des Mocho, der zu den nacheiszeitlich tätigen Vulkanen gehört (10), wurden von *Auer* (2) Moorprofile aufgenommen. Er identifizierte drei Eruptionsschichten und schreibt der unteren ein Alter von 9000 bis 10 000 Jahren zu. Die darüberliegende Eruption II hat nach *Auer* (2) vor ca. 4700 Jahren und die Eruption III um die Zeitenwende stattgefunden. Diese Ergebnisse sind für uns in Verbindung mit anderen Befunden (*Salmi*, 23) interessant. Danach sind die Ausbrüche in der gesamten feuerländisch-nordpatagonischen Vulkankette zu jeweils gleichen Zeiten aufgetreten. Man darf also annehmen, daß die holozänen und pleistozänen Bodenbildungen im gesamten Gebiet auf Aschenschüttungen gleichen Alters zurückgehen, obgleich mindestens 25 Vulkane daran beteiligt waren.

Südhile liegt im Bereich der steten pazifischen Westwinde und hat ein gemäßigttes Küstenklima, für das zwei Züge besonders bezeichnend sind. Zunächst bedingen sehr hohe Niederschlagsmengen eine intensive Auswaschung der Böden und in einigen Gebietsteilen ausgedehnte Erosionsschäden. Die Jahresmittel erhöhen sich im allgemeinen südwärts (vgl. Tabelle 1). Wo am Kordillerefuß die Kondensation besonders begünstigt ist, werden bis zu 5000 mm gemessen. Die Niederschläge fallen überwiegend während des Winters. Sommerliche Dürrezeiten sind keine Seltenheit.

Tabelle 1. Klimadaten für Südhile nach *Almeyda* (1)

Klimastation	mm Niederschlag (Jahresmittel)	Temperaturmittel in °C		
		jährlich	Juli	Dezember
Angol	1140	13.0	7.8	19.2
Temuco	1345	12.0	7.8	17.0
Valdivia	2510	11.9	7.8	17.1
Osorno	1330	11.8	8.3	17.6
Puerto Montt	1960	11.1	7.6	15.3

Ein zweites Charakteristikum des Klimas ist in den geringen jährlichen Änderungen der Temperatur zu sehen, denen große tägliche Schwankungen gegenüberstehen. Die Juli-Temperaturmittel der Tabelle 1 zeigen an, daß Schneedecken und gefrorene Böden im südhilenischen Längstal unbekannt sind.

Das Klima des gesamten Gebietes muß als humid gelten. Überall dürfte ein erheblicher Niederschlagsüberschuß gegenüber der Verdunstung gewahrt bleiben. Meßwerte für die Evaporation sind zwar kaum vorhanden. Die Verdunstung wurde jedoch nach den Angaben trockener und feuchter Thermometer berechnet (*Knoche*, 14). Es zeigte sich, daß die

0-mm-Linie, die das Gleichgewicht zwischen Niederschlag und Verdunstung anzeigt, etwa 100 km nördlich der Grenze unseres Untersuchungsgebietes verläuft. Auch in einer Karte von *Lauer* (18) erscheinen die größeren Teile der Region als humid bzw. perhumid. Der nördlichste Teil wird hier als semihumid gekennzeichnet.

Für den Vergleich mit europäischen Klimaten können die typologischen Gruppen von *Walter* und *Lieth* (27) herangezogen werden. Diese stellen den Ort Traiguén (bei Angól, siehe Karte) in eine Kategorie mit Gibraltar und Tanger. Temuco und Valdivia werden mit den nordiberischen Städten Oporto und Pamplona verglichen. Puerto Montt endlich erscheint in einer Gruppe mit Irland und Westschottland.

Als Folge des Klimas war fast das gesamte Gebiet bis zur Kolonisation von Urwäldern aus immergrünen Gehölzen bedeckt. Noch um 1800 gab es südlich von Valdivia gerodetes Land nur in sehr geringer Ausdehnung zwischen den Siedlungen Osorno und La Unión (*Lauer* 18).

### 3. Ausgangsmaterial der Bodenbildung und Verwitterungsvorgänge

Vulkanische Aschen sind das wichtigste Material, aus dem die südchilenischen Böden entstanden. Nur auf der Westseite des Längstals gibt es Lehmböden, die teilweise als verschieden stark umgelagerte Verwitterungsprodukte kristalliner Gesteine der Küstenkordillere anzusehen sind. Sie enthalten in der Sandfraktion erhebliche Mengen der verwitterungsbeständigeren Minerale Quarz und Glimmer. In der Hauptkordillere herrschen quarzarme bzw. quarzlose Gesteine vor.

Die vulkanischen Aschen haben andesitischen Charakter. Wegen der Eigenart des Klimas unterliegen sie sehr rasch verlaufenden Verwitterungsvorgängen. Unter den physikalischen Einflüssen können dabei häufige und schroffe Temperaturwechsel zur Geltung kommen. Die Daten von *Kunkel* (16) zeigen, welche Extreme in kontinentaleren Teilen des Längstals kurzfristig aufeinander folgen. In Mininco (im nördlichen Teil des Gebietes) wurden im Verlaufe eines Sommertages in 1 cm Bodentiefe morgens (5 h) 11,2° C und mittags (14 h) 54,4° C gemessen.

Den Vorrang dürften aber chemische Zersetzungsvorgänge haben. Dafür sind die Andesitgeschiebe der ersten Eiszeit ein anschauliches Beispiel. Sie pflegen so weit verwittert zu sein, daß man sie mit den Fingern zerdrücken kann. Das ist um so bemerkenswerter, als es sich um feinkörnige und daher relativ stabile Ergußgesteine handelt. *Illies* (11) berichtet, daß in Plutonen der Küstenkordillere, die aus dem grobkörnigeren Granodiorit bestehen, bis zu 60 m Tiefe eine völlige Zersetzung der Feldspäte stattgefunden hat.

Ältere Untersuchungen haben gezeigt, in welcher Weise diese Vorgänge verlaufen. *Blanck* u. a. (6) analysierten ein unzersetztes Andesitgestein aus der Gegend von Temuco und verschiedene seiner Verwitterungsstadien. Die Ergebnisse der Bauschanalysen belegen eine beträchtliche Ab-

nahme der Kieselsäure mit dem Fortgang der Zersetzung, aber kaum eine prozentuale Zunahme der Sesquioxide. Besonders auffallend ist die starke Verminderung der Alkalien und Erdalkalien (CaO von 6.46 auf 0.41 %, MgO von 1.82 auf 0.31 %) und die Vermehrung des Hydratwassers (von 0.02 auf 10.10 %).

Allgemein sind die Verwitterungsvorgänge im südchilenischen Klima dadurch gekennzeichnet, daß die hydrolytische Zersetzung der Silikate sehr rasch erfolgt. Die freigesetzten Ionen werden mit den hohen Niederschlägen schnell weggeführt. Die steigende H-Ionenkonzentration der Bodenlösung verstärkt die hydrolytischen Wirkungen. Im Zusammenhang hiermit wird Kieselsäure zunehmend hydratisiert und freigesetzt, je mehr die Versauerung voranschreitet.

#### 4. Zur Kartierung

Das dargestellte Gebiet umfaßt mit den Gebirgen etwa die doppelte Fläche der Schweiz, nämlich 85 000 qkm. Viele seiner Teile sind nur schwer zugänglich. Deshalb beschränkt sich die Kartierung auf Gebiete unterhalb 500 m Höhe. Sie geschah in der Weise, daß möglichst alle erreichbaren Teile besucht und dort mit dem Schlagbohrer zahlreiche Stichproben genommen wurden. Zusätzlich dienten die Auskünfte im Gebiet tätiger Agraringenieure dazu, das Bild zu ergänzen<sup>1)</sup>. Das Ziel der Untersuchung bestand primär in der Erfassung der land- und forstwirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten der verschiedenen Gebietsteile.

Diese Voraussetzungen bedingen, daß unsere Übersichtskarte nur vorläufigen Charakter haben kann. Sie soll einen grundlegenden Überblick zur Verbreitung der Hauptbodengruppen vermitteln. Innerhalb der einheitlich kartierten Kategorien variieren manche Bodenmerkmale erheblich. So weisen die Trumaoböden Gehalte an organischer Substanz zwischen 12 und 24 % auf. Als Gesamtgruppe junger Aschenböden sind sie jedoch gut charakterisiert und leicht ansprechbar (*Weinberger*, 28).

Bei der Kartierung wurden zunächst auch die Übergänge zwischen den Kategorien, die als Folge der erwähnten Umlagerungsvorgänge nicht selten sind, mit eigenen Signaturen ausgeschieden. Im Interesse der Übersichtlichkeit werden solche Differenzierungen hier vernachlässigt. Soweit es sich um Übergänge von den rezenten zu den diluvialen Aschenböden handelt, erscheinen sie in der Karte mit derselben Kennzeichnung wie letztere. Solche Mischformen kommen besonders nördlich der Stadt Temuco vor. Stärker verbreitet sind Zwischenstadien, die von den diluvialen Aschenböden zu den Lehm Böden vermitteln. Sie erscheinen in der Karte mit letzteren zusammengefaßt und sind durch ein weißes Feld gekennzeichnet. Dieses Vorgehen erscheint berechtigt, weil so gut wie alle als Lehm Böden (*Arcillosos*) bezeichneten Formen gewisse Anteile angewehten vulkanischen Materials enthalten.

<sup>1)</sup> Insbesondere den Herren Pablo Alister (Angol), Carlos Greve (Temuco) und Enrique Ruf (Valdivia) danken wir herzlich für ihre Unterstützung.

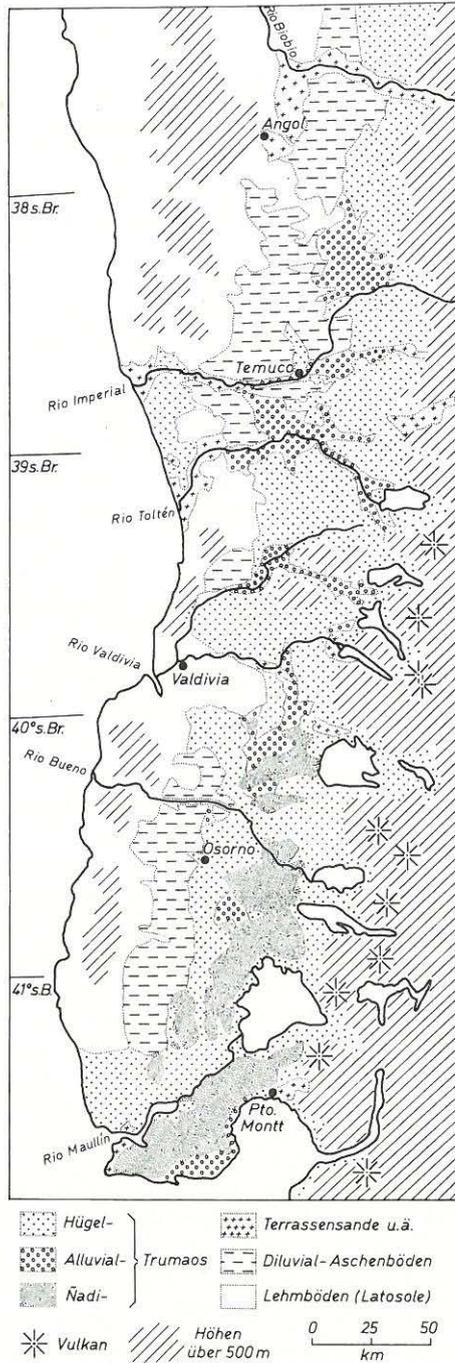


Abb. 1. Die wichtigsten Bodeneinheiten des südlichen Chile.

## 5. Die Aschenböden

### 5.1. Die jungen Aschenböden (Trumaos)

Die erwähnten Verwitterungsprozesse verlaufen in vulkanischen Aschen u. a. deshalb sehr schnell, weil diese extrem durchlässig sind. Aus japanischen Untersuchungen (*Kanno*, 13) ist bekannt, daß Flüsse aus vulkanischen Einzugsgebieten als Folge der intensiven Auswaschung übermäßige Mengen von Basen und Kieselsäure enthalten. Der schnelle Verlauf der Kieselsäureabfuhr erklärt, warum Trumaos trotz ihres geringen Alters relativ geringe  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ -Verhältnisse zeigen. Aus den bei *Blanck* u. a. (6) vorhandenen Analysendaten können für sieben aufeinander liegende Schichten eines Trumaoprofils bei Chillán von oben nach unten die folgenden Quotienten berechnet werden: 1.96 (schwarzer Humusboden), 0.95 (humose, braune Schicht), 1.23, 1.34, 1.87, 1.62 und 2.01 (verschiedene Schichten von gelblicher Farbe).

Nach *Kanno* (12) haben pedogenetische Prozesse, welche in dieser Weise in Aschenböden verlaufen, weder mit einer Lateritisierung noch mit einer Podsolierung etwas zu tun. Es handelt sich um einen eigenen Vorgang, der durch die intensive Auswaschung der Kieselsäure und der Basen sowie durch eine starke Anreicherung von Humusstoffen bestimmt ist. Besonders charakteristisch sind die auftretenden Tonminerale. Von *Besoain/Garcia-Vicente* (4) ist gezeigt worden, daß in südchilenischen Trumaos Allophane vorherrschen. Bei diesen handelt es sich um amorphe Gele, die in jungvulkanischen Böden als Zwischenprodukte der Tonmineralbildung auftreten (*Kanno*, 13, *Birrell/Fieldes*, 5). Mit der Eigenschaft, große Mengen von Phosphaten festzulegen, beeinflussen Allophane den Fruchtbarkeitszustand der Aschenböden in ungünstiger Weise. Sie bilden ferner mit den organischen Substanzen des Bodens stabile Komplexe noch unbekannter Natur (*Broadbent* u. a. 7) und führen dadurch zu der auffallenden Humosität.

Junge Aschenböden werden in der eigenen Ordnung der Andosole zusammengefaßt (*Thorp/Smith* 26). Hierher gehörige Böden wurden besonders aus Japan und Neuseeland beschrieben. Aus der Literatur läßt sich erschließen, daß die südchilenischen besonders zu den neuseeländischen Formen eine nahe Verwandtschaft zeigen.

Trumaoböden sind mit drei Haupttypen verbreitet. Sie haben wegen unterschiedlicher Tief- oder Flachgründigkeit und wegen der teilweisen Ausbildung undurchlässiger Schichten ungleichen landwirtschaftlichen Nutzungswert.

#### 5.1.1. Hügel-Trumaos (Trumaos en lomajes)

Als *Hügel-Trumaos* werden von uns solche bezeichnet, die aus Staubanwehungen auf den jungeszeitlichen Moränen und Sanderterrassen hervorgegangen sind. Sie sind meistens tiefgründig. Pollenanalytische Untersuchungen patagonischer Moorprofile (*Auer*, 2) geben Hinweise dafür,

daß diese Verwehungen in zwei postglazialen Perioden stattgefunden haben. Und zwar gab es eine erste trockene und gleichzeitig kühle Zeit vor etwa 10 000 Jahren am Ende der letzten Vereisung. Nach einem längeren humiden Zeitraum begann vor ca. 5000 Jahren eine trocken-warme Klimaperiode. Gleichzeitig erfolgte eine neue Serie vulkanischer Ausbrüche. Seither wurde es wieder feuchter, und in nicht lange zurückliegender Zeit herrschte nach *Auer* (2) in diesen Gebieten ein ausgesprochenes Pluvialklima.

Trumaos liegen vorwiegend auf der Ostseite des Längstals. Für diese Verteilung dürften weniger die Entfernungen von den Eruptionszentren als in erster Linie die herrschenden Windrichtungen verantwortlich sein. Von *Larsson* (17) wurde untersucht, wohin die Aschen gelangten, die 1932 beim Ausbruch des chilenischen Vulkans Quizapú ausgeworfen wurden. Die pazifischen Winde trugen den Staub bis zum 1200 km entfernten Montevideo, wo noch Schichten bis zu 50 mm sedimentiert wurden. In Chile selbst erreichten dagegen nur geringe Mengen die Küste bei Valparaiso, nachdem sie zunächst durch das Längstal weit nach Norden getrieben waren. Aus orographischen Ursachen dürften hier schon immer nördliche und südliche Winde vorgeherrscht haben. Ostwinde erreichen z. B. in Puerto Montt nur eine mittlere Häufigkeit von 6 % (*Martin*, 22). So erklärt sich, warum das Ausgangsmaterial für die jungen Trumaobildungen kaum auf die andere Talseite gelangte. Wo es dennoch in westlicher Richtung umgelagert wurde, wie im Gebiet der Unterläufe des Rio Imperial und des Rio Toltén, hat offenbar ein Transport durch fließendes Wasser stattgefunden (vgl. Karte).

#### 5.1.2. Alluvial-Trumaos (Trumaos planos).

In den Beckenlandschaften gibt es flachgründige Aschenböden, die auf den fluvioglazialen Sedimenten der beiden letzten Vereisungen liegen. Offenbar hat es häufig Naturkatastrophen gegeben, die zu ihrer Ablagerung führten. Die Gefahr der Vulkanausbrüche besteht in Südchile vor allem in plötzlichem Auftreten großer Schmelzwassermengen, wie es 1908 bei der Eruption des Vulkans Villarica beobachtet wurde (*Lütgens* 19). Erdbeben können ferner Bergrutsche auslösen und dadurch zum Aufstau von Gewässern führen. So etwas geschah 1960, als der Abfluß des Lago Riñihue verschlossen wurde und dieser See mit seinen angeschwollenen Wassermassen die Stadt Valdivia bedrohte. Beim Durchbruch solcher natürlicher Stauseen sind aus den Gebirgsrandzonen sicherlich oft Tuffe oder Aschenböden in die Talbecken transportiert und dort sedimentiert worden. Sie haben sich dann zu den Alluvial-Trumaos der Gegenwart entwickelt.

Daneben gibt es an Seeufern und in aufgeschlickten Flußauen Alluvialböden im eigentlichen Sinne. Sie sind jedoch grundsätzlich verschieden von den Alluvial-Trumaos, obgleich sich ebenfalls Übergänge finden lassen. Neben dem andersartigen Ausgangsmaterial der letzteren ist wohl

entscheidend, daß sie nicht wie die Alluvialböden in langen Zeiträumen allmählich sedimentiert, sondern im Verlauf kurzfristiger Ereignisse abgelagert und dann dem Einfluß des Wassers wieder entzogen wurden.

### 5.1.3. Ñadi-Trumaos

Alluvial-Trumaos, die auf durchlässigen Deckenschottern liegen, besitzen auch während der Regenzeit eine gute natürliche Entwässerung. Auf undurchlässigem Untergrund haben sich jedoch im südlichen, humideren Teil des Gebietes hydromorphe Böden von besonderem Charakter entwickelt. Sie tragen wegen der ökologischen Bedingungen eigene Vegetationsformen. Diese Landschaften sind als Ñadis bekannt. Im Naturzustand stockt hier kein dichter Wald, sondern zerstreutes, niedriges Buschwerk (Martin, 20). Während der Regenzeit sind sie überflutet und im Sommer ausgetrocknet, weil die Bodenauflage auf dem Staukörper wenig mächtig ist.

Als undurchlässige Schichten treten zementierte Tuffdecken auf, die als „cancagua“ bezeichnet werden. Nach Illies (11) sind diese Tuffite als limnische und z. T. auch marine Sedimente des letzten Interglazials anzusehen. Sie erinnern an sehr weiche Sandsteine. Als Kittmaterial wirkt Kieselsäure, die durch die Niederschläge nach unten gebracht worden ist.

Unter dem extremen jahreszeitlichen Wechsel zwischen Staunässe und Austrocknung sind die Ñadi-Trumaos als Böden entstanden, die den Pseudogleyen ähneln. Eine deutliche Verschiedenheit besteht aber darin, daß die Fe- und Mn-Verlagerung im Profil hier nicht zur Ausbildung von Marmorierungen, sondern zu rostroten Anreicherungszone führt, die dem Staukörper unmittelbar aufliegen. Diese Anreicherungszone werden von den Landleuten „fierillos“ genannt.

Der Oberboden ist oft völlig gebleicht. Wenn die Humusstoffe durch eine Veraschung zerstört werden, erscheint er im Gegensatz zu den übrigen Trumaos, die dann gelb bis ockerbraun sind, zuweilen fast reinweiß.

Es ist vorstellbar, daß die scharfe Sonderung der Horizonte, die den erwähnten Unterschied zu den Pseudogleyen bedingt, mit der extremen Durchlässigkeit der Tuffe zusammenhängt. Anders als in dichteren Böden, in denen sich Wasserführung und Redoxverhältnisse auf kürzeste Entfernung sehr ändern, dürfte hier bei der sommerlichen Abtrocknung ein besonders gleichmäßiges Sinken des Wasserspiegels im Boden möglich sein. Infolgedessen werden die löslichen Fe(II)-Verbindungen möglicherweise ebenfalls sehr gleichmäßig vertikal verlagert, was die erwähnte Ausbildung des fierillo-Horizontes erklären kann.

### 5.2. Diluviale Aschenböden (*Rojos arcillosos*)

Diese Böden erscheinen in der Karte zonenweise zwischen die östlich verbreiteten Trumaos und die westlichen Lehm Böden eingeschoben. Aber

nicht nur geographisch, sondern auch hinsichtlich ihrer Eigenschaften stehen sie zwischen diesen beiden Gruppen (*Weinberger*, 28).

Da die Höhe der Niederschläge mit der Annäherung an die Hänge der Andenkordillere sehr erheblich ansteigt, könnte zunächst an eine klimatisch verursachte Zonierung der Aschenböden gedacht werden. Aus Java wird über eine solche Entwicklungsfolge von roten Latosolen bis zu humusreichen Andosolen berichtet, die sich von der Küste bis zum Gipfel eines Vulkans aus gleichaltrigem andesitischem Material bildete (*Dudal/Soepraptohardjo*, 9). Derartige Überlegungen dürfen hier jedoch ausgeschlossen werden. Die Areale der drei Kategorien grenzen in der ganzen Nord-Süd-Erstreckung des Gebietes aneinander, und die vorher erwähnten Zwischenformen sind in den Grenzzonen keineswegs immer vorhanden. Im allgemeinen sind die als „rojos arcillosos“ bezeichneten Böden in markanter Weise von den Trumaos verschieden. Auch die Landbewohner bewerten sie anders und geben ihnen Namen, die mit der roten Farbe zusammenhängen.

Böden dieser Gruppe zeigen nach der Veraschung regelmäßig ziegelrote Töne. Die vorherrschenden Fe-Oxide sind also von anderer Art als bei den Trumaos.

Zur Erklärung der Herkunft wird auf die Karte verwiesen. Es fällt auf, daß diese Böden die Westgrenze der Trumaos nur im Norden und Süden des Gebietes als durchgehende Streifen begleiten. In der mittleren Zone ist dieser Bodentyp spärlich vorhanden. Das ergibt einen Hinweis für sein Alter. Verschiedene Öffnungen der Küstenkordillere in diesem mittleren Gebietsteil dienten schon den abfließenden Schmelzwässern der zweiten Andeneiszeit als Ausgänge. Der nördlichere Durchbruch des heutigen Rio Bio-Bio bestand nach *Brüggen* (8) zu jener Zeit noch nicht. Wo diese Böden gegenwärtig vorhanden sind, entsprechen sie den Moränen der mittleren Vereisung. Es handelt sich bei ihnen offenbar um „Geschiebeaschen“. Dort wo sie fehlen, sind sie vermutlich durch die Schmelzwasserströme zu Beginn des zweiten Interglazials beseitigt worden. Denn mit der Zerstörung der Landoberflächen wurden in den Abflußbecken die Moränen verschwemmt oder verschüttet. Anderwärts blieben sie erhalten und führten zur Entstehung der in Frage stehenden Böden, die wir aus den angeführten Gründen als Reliktaschenböden diluvialer Herkunft ansprechen. Der Beginn ihrer Entwicklung liegt etwa 25 000 Jahre zurück, wenn für die Datierung die Angaben von *Auer* (3) benutzt werden,

Sicherlich haben auch bei diesen Böden mehrfache äolische Umlagerungen mitgewirkt. Die Hügelformen erinnern häufig mehr an Dünen als an typische Moränen. Außerdem fehlt — wie bei den Trumaos — den oberen Schichten regelmäßig ein gröberes Bodenskelett.

Den zahlreichen deutschsprachigen Landwirten des Gebietes sind diese Böden als „Rotlehme“ bekannt. Es handelt sich aber keineswegs um Böden, die den europäischen Rotlehmen im Sinne *Kubienas* (15) ähnlich sind. Denn sie haben ein leichtes und relativ lockeres Gefüge und eine nur geringe Plastizität. Die Gehalte an Kieselsäure sind gering. Bei der

Befeuchtung zeigen sie keine erhebliche Volumenvergrößerung und die Bildung von Rissen bei der sommerlichen Austrocknung wird nur stellenweise beobachtet. Diese Böden gehören wegen ihrer Eigenschaften eher zu einem Typus, für den *Wohltmann* (29) früher den Namen "Roterden" vorgeschlagen hat, und in dem man eine Vorstufe zum Laterit sieht.

Die systematische Einordnung der diluvialen Aschenböden ist schwierig, weil sie zuwenig bekannt sind. Einerseits zeigen sie mit vielen Eigenschaften noch Ähnlichkeit mit den jungvulkanischen Andosolen. Andererseits neigen sie mit ihrem Roterdecharakter zu den Latosolen. Dort wo regelmäßig Tonanreicherungshorizonte angetroffen werden, könnte wegen der relativ hohen Humusgehalte (durchschnittlich 9 %) an eine Verwandtschaft mit den „Rubrozemen“ gedacht werden, die in anderen Teilen Südamerikas verbreitet sind.

## 6. Zusammenfassung

Im südchilenischen Längstal gibt es mehrere zu Bodengruppen zusammengefaßte Bodentypen, die sich von vulkanischen Aschen herleiten. Durch eine Kartierung wurden deren Areale aufgenommen. Auf Grund der Ergebnisse werden Herkunft und Entstehung der verschiedenen Böden erörtert.

In der Küstenzone sind Böden verbreitet, die auf einen tertiären und heute erloschenen Vulkanismus zurückgehen. Ihre Entwicklung ist so weit vorgeschritten, daß sie mit den Verwitterungsböden der Küstenkordillere gemeinsam zur Gruppe der Lehm Böden („arcillosos“) zusammengefaßt werden können.

Als „rojos arcillosos“ (Rotlehme) bekannte Böden sind auf der westlichen Seite des Längstals verbreitet. Sie werden auf die aschenreichen Moränen der mittleren Andeneiszeit zurückgeführt. Für diese diluvialen Reliktaschenböden, die ihren Ursprung wie die folgende Gruppe in den noch heute tätigen Eruptionszentren haben, kann somit ein Alter von 25 000 Jahren vermutet werden. Sie stehen mit ihren Eigenschaften zwischen Andosolen und Latosolen.

In den 10 000 Jahren seit der letzten Andeneiszeit sind ferner junge Aschenböden entstanden, die als „trumaos“ bezeichnet werden. Sie treten mit drei Haupttypen auf. Infolge der orographischen Verhältnisse sind diese Andosole im wesentlichen auf die östliche Seite des Längstals beschränkt. Hügel-Trumaos (trumaos en lomajes) entwickelten sich ähnlich dem Löß aus äolischen Sedimenten. Ihr wirtschaftlicher Wert ist gewöhnlich größer als derjenige der flachgründigen Alluvial-Trumaos (trumaos planos). Diese entstanden aus Gewässerablagerungen, die wahrscheinlich teilweise im Verlauf kurzfristiger, katastrophenhafter Überschwemmungen (als Folgen von Erdbeben oder Vulkanausbrüchen) sedimentiert wurden.

Einen eigenen Typus hydromorpher Böden stellen die Ñadi-Trumaos dar, die nur im südlichen Teil der untersuchten Region Bedeutung haben.

Sie bildeten sich auf undurchlässigen Schichten als Folge des jahreszeitlichen Wechsels zwischen Staunässe und extremer Trockenheit und zeigen damit eine typologische Verwandtschaft zu den Pseudogleyen. Von diesen unterscheiden sie sich durch das Auftreten eines ausgeprägten, Fe-reichen Horizontes unmittelbar auf dem Staukörper.

## Summary

In the South Chilean Longitudinal Valley several categories of volcanic ash soils are known. They have been mapped up and their origin and evolution are discussed. The soils distributed along the coast are partly derived from the ashes erupted from tertiary volcano which is today inactive. At present they have developed so far that they can be integrated within the order of latosols.

Soils known as "Rojos arcillosos" (Red loams) are distributed on the west side of the valley. Their origin could be dated back to the ash-rich moraines of the middle glacial period. Therefore these pleistocene volcanic ash soils are presumed to be 25,000 years old. Like the following group, their parent materials are derived from the still active volcanic centres. According to their properties, they must be ranged between the orders of latosols and andosols.

Holocene volcanic ash soils, called "Trumaos", began their evolution about 10,000 years ago. According to the orographical circumstances, they are generally spread on the eastern side of the Longitudinal Valley. These andosols have three main types: Hillock, Alluvial and Ñadi-Trumao soils. Like the loess soils, the Hillock-Trumao soil group has developed from aeolian sediments. Usually the economic value of this group is higher than that of the shallow Alluvial-Trumao soils at least partly derived from ash sediments which were deposited by short-term catastrophic floods (as a result of earthquakes or volcanic eruptions).

Ñadi-Trumao soils are of a particular hydromorphic type. They are characterized by the presence of an impervious layer, which causes stagnation of water in the winter and extreme dryness in the summer. As a result this latter group of volcanic ash soils show a certain relationship with the pseudogley soils. Nevertheless they differ from them in that they have a distinct Fe-rich horizon above the impervious layer.

In Southern Chile exist several soil types of volcanic ashes which are described in particulars. Their areas have been mapped and their origin and formation are described.

## Literaturverzeichnis

1. ALMEYDA, E., 1958: Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos. Santiago.
2. AUER, V., 1950: Las capas volcánicas como base de la cronología postglacial de FuegoPATAGONIA. *Revista Invest. Agric.* 3, 49—208.

3. AUER, V., 1956: The pleistocene of Fuegopatagonia. I. The ice and interglacial ages. *Ann. Acad. Scient. Fennicae Ser. A.*
4. BESOAIN, E. M., and GARCIA-VICENTE, 1962: Clay mineralogy of some volcanic ash soils of Chile. *Neues Jahrb. Miner. (Abh.)* **98**, 349—366.
5. BIRRELL, K. S., and FIELDES, M. 1952: Allophane in volcanic ash soils. *J. soil Sci.* **3**, 156—166.
6. BLANCK, E., RIESER, A., und OLDERSHAUSEN, E. von, 1933: Beiträge zur chemischen Verwitterung und Bodenbildung Chiles. *Chemie der Erde* **8**, 339—439.
7. BROADBENT, F. E., JACKMAN, R. H. und McNICOLL, J., 1964: Mineralization of carbon and nitrogen in some New Zealand allophanic soils. *Soil Sci.* **98**, 118—128.
8. BRÜGGEN, J., 1950: Fundamentos de la geología de Chile. Santiago.
9. DUDAL, R., und SOEPRAPTOHARDJO, M., 1960: Some considerations on the genetic relationship between latosols and andosols in Java. *Transact. 7th Internat. Congr. Soil Sci.* **4**, 229—237.
10. ILLIES, H., 1959: Die Entstehungsgeschichte eines Maares in Südpole. *Geol. Rdsch.* **48**, 233—247.
11. ILLIES, H., 1960: Geologie der Gegend von Valdivia/Chile. *Neues Jahrb. Geol. Paläontol.* **11**, 30—110.
12. KANNO, I., 1956: A pedological investigation of Japanese volcanic ash soils. *VI<sup>e</sup> Congr. Internat. Science du Sol*, Vol. E, 105—109.
13. KANNO, I., 1962: Genesis and classification of humic allophane soil in Japan. *Transact. Joint Meet. Comm. IV and V. Wellington.*
14. KNOCHE, W., 1923: Verteilung des Niederschlagsüberschusses bzw. Defizits in Chile. *Meteor. Z.*, 343—345.
15. KUBIENA, W. L., 1953: *Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas.* Stuttgart.
16. KUNKEL, G., 1955: Beobachtungen über Klima und Vegetation in Südpole. *Abhandl. Deutsch. Akad. Wiss. Berlin, Jahrgang 1955, Nr. 9.*
17. LARSSON, W., 1937: Vulkanische Asche vom Ausbruch des chilenischen Vulkans Quizapú in Argentinien gesammelt. *Bull. Geol. Inst. Univ. Upsala* **26**, 27—52.
18. LAUER, W., 1961: Wandlungen im Landschaftsbild des südpoleischen Seengebietes. *Schriften Geogr. Inst. Univ. Kiel* **20**.
19. LÜTGENS, R., 1909: Über den Ausbruch des Vulkans Villarica in Südpole. *Z. Gesellsch. Erdk., Berlin.*
20. MARTIN, K., 1899: Sümpfe und Nadis. *Verhandl. Dtsch. Wiss. Verein Santiago* **4**, 55—62.
21. MARTIN, K., 1899: Der Regen in Südpole. *Ebdort*, **4**, 63—74.
22. MARTIN, K., 1902: Wärme, Wind und Bewölkung in Llanquihue. *Ebdort* **6**, 485—507.
23. SALMI, M., 1941: Die postglazialen Eruptionsschichten Patagoniens und Feuerlands. *Ann. Acad. Scient. Fennicae, Ser. A, III: 2.*
24. SCHEFFER, F. und SCHACHTSCHABEL, P., 1966: *Lehrbuch der Bodenkunde.* Stuttgart.
25. TAYLOR, N. H., und COX, J. E., 1956: *Proc. New Zealand Inst. Agric. Sci.*, 28—44.
26. THORP, J. und SMITH, G. D., 1949: Higher categories of soil classification: Order, suborder, and great soil groups. *Soil Sci.* **67**, 117—126.
27. WALTER, H., und LIETH, H., 1960: *Klimadiagramm-Weltatlas.* Jena.
28. WEINBERGER, P., 1968: Charakteristische Eigenschaften und die Fruchtbarkeit von südpoleischen Graslandböden auf vulkanischen Aschen. Zum Druck eingereicht.
29. WOHLTMANN, F., 1892: *Handbuch der tropischen Agrikultur, Bd. 1.* Leipzig.