

Zeitschrift: Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft
Herausgeber: Aargauische Naturforschende Gesellschaft
Band: 15 (1919)

Artikel: Ein Beitrag zur Kolonisationsfrage des Westens von Nordamerika
Autor: Hartmann, Ad.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-171928>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Ein Beitrag zur **Kolonisationsfrage des Westens von Nordamerika**

von Ad. Hartmann, Aarau.

A. Allgemeines über die Kolonisation.

Im Westen des nordamerikanischen Riesenkontinentes gibt es heute noch ausgedehnte Ländereien, die trotz guter Boden- und Klimaverhältnisse wenig oder gar nicht besiedelt sind. Solche Gebiete sind Gegenstand von Spekulationen für reiche Private oder Kolonisationsgesellschaften. Sie werden zu niedrigem Preise erworben und durch Bau von Straßen, Eisenbahnen und Schiffahrtseinrichtungen dem Verkehre erschlossen. Künstliche Bewässerungsanlagen, die oft Millionenunternehmungen sind, ersetzen die meist spärlichen Niederschläge und bringen den Boden zu äußerster Fruchtbarkeit. Durch diese Präparation des Landes steigt der Bodenwert auf das 10-, 100–500fache; Riesenvermögen werden in kürzester Zeit gewonnen. Mehrmals kann der Besitzer des Landes wechseln, bevor der Farmer mit seiner Arbeit beginnt und jeder Zwischenhändler verdient ein Vermögen. Solche Bodenspekulanten, dort „real Estate“ genannt, bilden in Kalifornien einen eigenen, großen und der hohen Renditen wegen geachteten Berufsstand. Auch die Farmer sind sehr geschätzte Leute, denn auch ihr Gewerbe rentiert zu 10 bis 30 %. Früher waren es die Goldfelder und großen Petroleumquellen, die den Einwandererstrom anlockten, heute sind es die hohen Renditen der kalifornischen Landwirtschaft.

Um einen Begriff der eigenartigen Entwicklung der kalifornischen Landwirtschaft zu geben, sei in kurzen Zügen die Geschichte des von uns besuchten *Imperial Valley*, einer der wichtigsten Siedlungen in Südkalifornien, erzählt. Dieses Tal liegt im Nordwesten des Golfes von Kalifornien an der Grenze zwischen Kalifornien und Mexiko¹ und ist eine 120 km lange

¹ Der kalifornische Teil einer hier liegenden Grenzstadt heißt Calexico (= Kalifornien-Mexiko), der mexikanische entsprechend Mexicali (= Mexiko-Californien); amerikanische Namengebung!

und 60 km breite, fast rings von Hügeln und Bergzügen umschlossene Ebene. Die Riesenfläche, etwa $\frac{2}{3}$ so groß wie das schweizerische Mittelland, ist eine 60 m unter dem Meeresspiegel gelegene Depression mit einem großen Salzsee in der Mitte. Der Boden ist vollkommen steinlos und besteht aus einem eingetrocknetem Tonschlamm, dem Nilschlamm vergleichbar, dessen unteres Ende ein 600 m tiefes Bohrloch noch nicht erreichte. In langen geologischen Zeiträumen hat der Coloradostrom aus den westlich des Felsengebirges gelegenen Tafelländern die Schlammassen herausgespült und in einem das jetzige Imperial-Valley ausfüllenden See abgelagert. In einer späteren geologischen Zeit verlegte sich der Coloradostrom selbst den Weg und nahm seinen Lauf in den benachbarten Golf von Kalifornien.

Das Land liegt unter dem 32. Breitengrad, etwa wie die Mündung des Niles und hat weniger als 25 cm Niederschläge pro Jahr. Die Temperatur des Sommers beträgt 25—50°, die des Winters 10—25. Fast das ganze Jahr strahlt die Sonne und die Luft ist meistens sehr trocken; die relative Feuchtigkeit kann bis auf 2% sinken.

Unter solchen klimatischen Bedingungen trocknete der Imperialsee ein. An der tiefsten Stelle blieb eine konzentrierte Salzlösung, der heutige Salzsee, liegen. Nur Steppengräser und Sträucher konnten ihr Dasein fristen; der größte Teil des Bodens blieb vollständig kahl; das Land wurde zur Steppe, zur Wüste. Der heiße Wind trieb die losen Staubmassen umher und formte Dünen. Nur Schlangen, Wölfe und anderes Getier belebten die ausgebrannte Ebene; sie blieb menschenleer bis im Anfang dieses Jahrhunderts.

1901 setzte die amerikanische Besiedlungstechnik ein, welche die Wüste in einen subtropischen Garten verwandelte. Alte, trockene Rinnen des einstigen Coloradostromes wurden in breite Wasserkanäle umgebaut, neue Kanäle geschaffen und das Wasser des Coloradostromes aus einer Entfernung von ca. 80 km neuerdings ins Imperial-Valley geleitet. Zur Zeit unseres Besuches flossen ca. 400 m^3 Wasser pro Sekunde (der Rhein bei Schaffhausen hat im Mittel 337) durch das ausgedehnte und reich verzweigte Kanalsystem und bewässerten ca. 400000 Jucharten des Landes. Das Wasser ist immer gelb gefärbt und führt ständig ca. 3% Schlamm mit sich, der dem Boden mehr Pflanzennahrung bringt, als die raffiniertesten Bewirtschaftung ihm zu entziehen vermag. Infolgedessen wird sich das Bedürfnis nach Düngung in diesem Tale nie einstellen. Die Hauptkanäle müssen

alle ein bestimmtes Gefälle haben, sodaß die Wassergeschwindigkeit pro Sekunde 110 cm beträgt. Ist das Gefälle größer, so werden die Dämme durchbrochen; ist es kleiner, so verschlammen die Kanäle. Jährlich muß für die Schlammbeseitigung eine halbe Million Dollars ausgegeben werden.

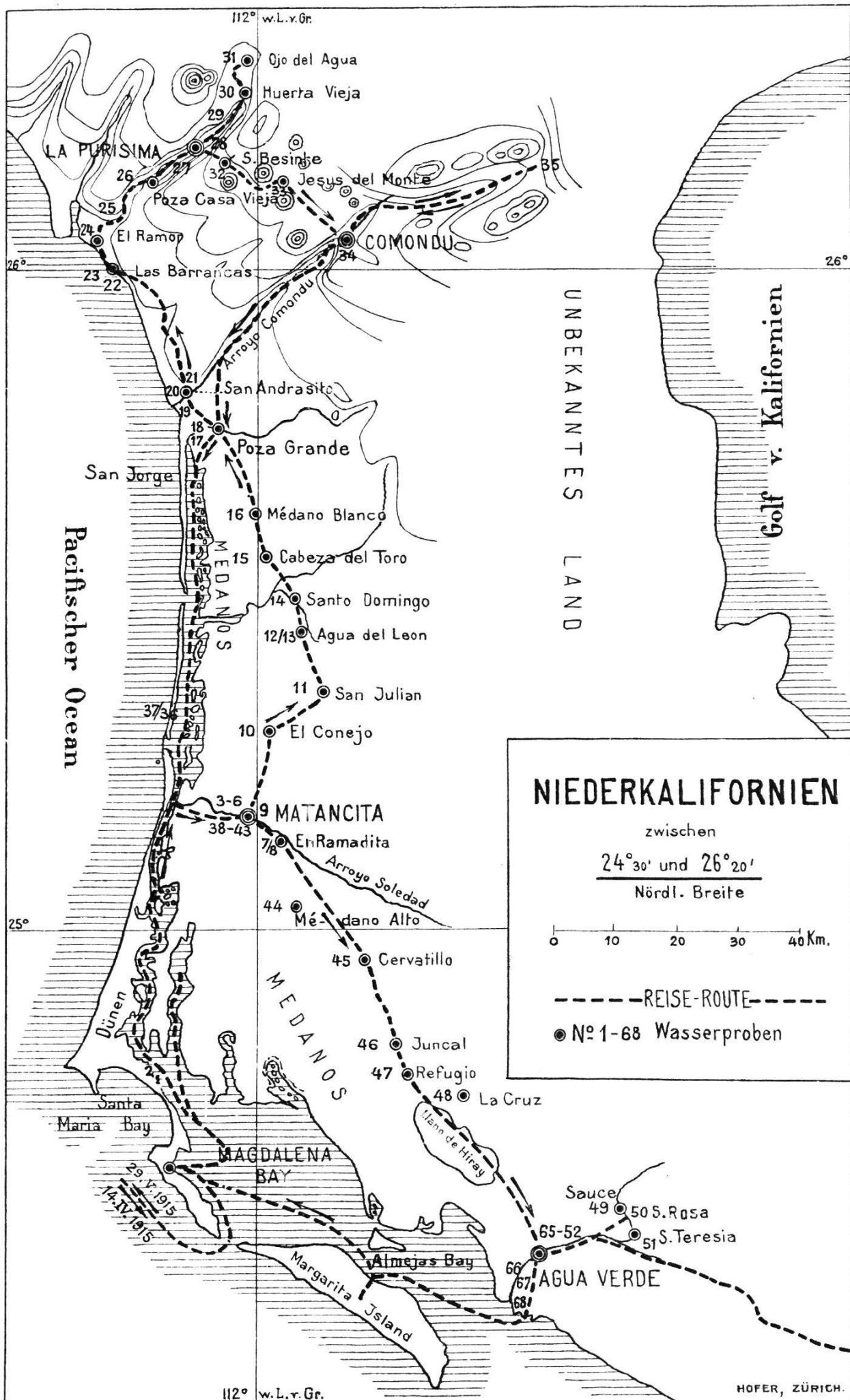
Der ständige Sonnenschein, das heiße Klima, das nährsalz- und schlammreiche Wasser und der unergründlich tiefe, gute Boden erzeugen nun Wunder der Vegetation, wie sie kaum anderswo zu finden sind. Je nach Pflanzenart reifen 2, 4 bis 6 Ernten pro Jahr; Alfalfa, die wichtigste amerikanische Futterpflanze, eine Verwandte unserer Luzerne, kann pro Jahr 6 Mal geschnitten werden und liefert jedesmal vortreffliches Heu. Die Hauptprodukte des Landes sind Orangen, Zitronen, Weintrauben, Dattelpalmen, Melonen, Spargeln, Baumwolle, Honig, Milchprodukte etc. Das 1901 noch menschenleere und wertlose Land war 1915 von ca. 50000 Menschen bewohnt und lieferte für ca. 15 Millionen Dollars landwirtschaftliche Produkte.

Andere Täler Kaliforniens haben eine ähnliche, wenn auch weniger rasche Entwicklung hinter sich und weitere werden in den kommenden Jahrzehnten noch folgen und die Verwandlung der Trockensteppe in die landwirtschaftliche Hochkultur erleben.

B. Unsere Reise.

Der erste Schritt für die Kolonisierung eines Landes ist die naturwissenschaftliche Untersuchung speziell auf Boden-, Wasser- und Klima-Verhältnisse. Eine aus Schweizern bestehenden Expedition, deren wissenschaftlicher Leiter Dr. Arnold Heim aus Zürich war und der auch der Verfasser angehörte, wurde mit der Erforschung eines zwischen dem 24. und 27. Breitengrad liegenden Teiles der Halbinsel Niederkalifornien betraut.

Wir schifften uns anfangs Februar 1915 in Genua ein, erreichten nach 17tägiger Fahrt über Neapel, Palermo, Gibraltar und die Azoren New York, benützten zu Vorstudien die großen Bibliotheken von Washington, durchquerten mit Abstechern zu den großen Ölfeldern von Oklahoma und zum Grand Cañon von Arizona den Kontinent in 12tägiger Fahrt, studierten in mehrwöchigem Aufenthalt in der prächtigen Stadt Los Angeles und ihrer Umgebung die Grundlagen der kalifornischen Landwirtschaft und lernten das kulturell und wirtschaftlich merkwürdige Land kennen.



Pacifischer Ozean

Golf v. Kalifornien

NIEDERKALIFORNIEN

zwischen

24°30' und 26°20'

Nördl. Breite

0 10 20 30 40 Km.

- - - REISE-ROUTE - - -

• № 1-68 Wasserproben

HOFER, ZÜRICH.

Ad. Hartmann, Aarau.



Arn. Heim, phot. 1. Mai 1915 5^h p. m.

La Purisima.

Oasendorf mit ca. 600 Einwohnern und 0,5 km² bewässertem Kulturland. In der Mitte der aus der Lavahochfläche herausmodellierte Berg Pilón, im Hintergrund die beiden aufgeschütteten Vulkankegel Los Gerritos.

Obwohl Niederkalifornien die Größe Italiens besitzt, ist es wenig bevölkert und neben der Arktis das am wenigsten bekannte Land Nordamerikas. Das Land kennt weder Straßen noch Eisenbahnen und ist vom Weltverkehr fast gänzlich abgeschlossen. Infolge der mexikanischen Revolution war der spärliche Schiffsverkehr auch eingestellt, und wir fürchteten, unverrichteter Dinge wieder heimkehren zu müssen, weil ein Durchreiten der ca. 1200 km langen Halbinsel wegen Futter- und Wassermangel unmöglich war. Zufällig nahm uns ein primitiver Warensegler mit, dessen Ladung aus Dynamit, Benzin und einem mächtigen Heuhaufen bestand und brachte uns nach 10tägiger Schaukelfahrt auf dem großen Ozean nach der *Magdalena-Bay*, unserem nach $2\frac{1}{2}$ monatlicher Reise erreichten Ziel. (Siehe beiliegendes Kärtchen.) Hier landeten wir in einem einsamen Fischerdorfchen unser zahlreiches Reisegepäck, ca. 40 Proviantkisten, die vielen Gebrauchsgegenstände für einen 3 monatlichen Aufenthalt in einem isolierten Lande, und einige Fässer mit Trinkwasser, da in ausgedehnten Gebieten der Halbinsel kein solches zu finden war.

Von der Magdalena-Bay aus erfolgte die Untersuchung des auf der Kartenskizze angegebenen Gebietes, das etwa halb so groß ist wie die Schweiz. Für Fahrten innerhalb der Magdalena- und Almejas-Bay hatten wir ein 15 m langes Motorboot mitgenommen (Siehe Bild E. Kluth), das gleichzeitig als Proviantdepot für Landreisen diente. Mit diesem Boot gelangten wir zur Flutzeit durch die ca. 130 km langen, zwischen den Küstendünen und dem Festland sich hinziehenden, reich verzweigten und mit üppiger Mangrovevegetation umrandeten Lagunen nach Norden. Auf der zuerst getroffenen Vieh-Ranch *Matancita* am damals völlig ausgetrockneten Soledad-Fluß konnten wir 22 Pferde und Maultiere zum Reiten und Tragen des Gepäckes mieten und traten von dort aus eine dreiwöchige Landreise nach Norden an. Solange die Tiere leistungsfähig waren, kamen wir in der ausgedehnten Kaktusebene gut vorwärts, wurden aber dann durch ein rauhes Tafelland an die Küste gedrängt und erreichten nach 12 Tagen durch das tiefe, in Sandstein und eine Lava-hochfläche eingeschnittene Tal des Purisimaflusses die wunderbare *Oase Purisima* (Br. $26^{\circ} 11'$, W. L. Gr. $112^{\circ} 4'$). Diese bedeutendste Siedlung der Gegend, vor einigen Jahrhunderten in einer Erweiterung des Tales unterhalb großer Quellen¹ ge-

¹ Die Quellen heißen: *Ojos del Agua* = Augen des Wassers.

gründet, ist ein Dorf mit einer einzigen breiten Straße, einer zerfallenen spanischen Missionskirche, zählt heute ca. 600 Einwohner und besitzt ca. 50 ha schönstes, bewässertes Gartenland mit prächtigen, subtropischen Kulturen (s. Bild von Dr. A. Heim).

Nach einer Besteigung des höchsten Berges der Umgebung, des erloschenen Vulkanes Los Cerritos (ca. 700 m Höhe¹), setzten wir unsere Reise mit nur 7 Pferden und Maultieren unter Beschränkung der Ausrüstung auf das Allernotwendigste nach Westen fort. Wir gelangten über eine rauhe Hochfläche von mächtiger Basaltlava, deren spärliche Vegetation aus Kakteen, wenigen Agaven und Dornsträuchern bestand, neben einigen erloschenen Vulkanen vorbei nach der zweiten Oase der Gegend, dem Dorf *Comondu*, das in einem noch tieferen und engeren Tale liegt, und, wie Purisima, schönen Quellen seine Existenz verdankt. Ein zweitägiger Ritt in nordöstlicher Richtung führte uns bis an den Fuß des höchsten Berges La Gigantea (1765 m) und auf die Wasserscheide der Sierra, von wo aus man einen Teil der Ostküste der Insel und des Golfes von Kalifornien überblickte. Die Rückreise führte durch das Tal des Arroyo von Comondu nach der Lagune und per Motorboot wieder in die Nähe der Matancita.

Auf einer zweiten Reise nach dem Süden durchritten wir die weiten Ebenen hinter der Magdalena-Bay mit den ausgedehnten Kaktussteppen, die zu den größten der Erde gehören. Eine besonders auffallende Erscheinung waren die flachen vegetationslosen Depressionen hinter der Sandhügelzone, *Llanos* genannt, in denen häufig Luftspiegelungen Seebecken in den ausgebrannten Ebenen vortäuschten. Nach der Untersuchung der Umgebung von Agua verde kehrte ich nach der Magdalena-Bay und Los Angeles zurück, während Dr. Arnold Heim auf gefahrsvollen Touren noch den Süden der Halbinsel bereiste.

Das schönste Wetter hatte unsere Reise begünstigt. Während des zweimonatlichen Aufenthaltes in Niederkalifornien hatten wir nur einmal einen leichten aber nicht benetzenden Tauregen, sonst immer sonnige Tage. Trotz der geringen Breite und der großen Trockenheit hatten wir wenig unter der Hitze zu leiden, weil mit großer Regelmäßigkeit am Morgen um 9 Uhr ein kräftiger Nordwestmonsun einsetzte und den ganzen Tag bis Sonnenuntergang so stark blies, daß er selbst Windmotoren treiben konnte. Wir schliefen immer im Freien ohne Zelt in den auf Maultieren mitgeführten Feldbetten und freuten uns abends und morgens am frohen Gesang der Vögel.

Das Geheul der unser Lager umkreisenden Wölfe störte uns nicht mehr, nachdem wir uns überzeugt hatten, daß diese Tiere in dem weltabgeschiedenen Lande friedlicher waren als anderswo. Auch die wenigen Inlandbewohner waren ausnahmslos friedfertige Leute, die uns zu Gefallen taten, was sie nur konnten. Unter den Entbehrungen und Beschwerden der Reise war die Gewöhnung an das Salzwasser, das dazu oft noch sehr schmutzig war und verdünnter Jauche gleichkam, das Unangenehmste. Mehrmals fand man zwei Tage lang gar kein Wasser und bezog „Trockenkamp“, was die Tiere des Landes recht gut aushalten, da sie an die Trockenheit gewöhnt sind. Nach der Aussage von Eingeborenen gibt es Tiere, die nur alle paar Tage einmal eine Wasserstelle aufsuchen, ja solche, die sich das Trinken ganz abgewöhnt haben.

Es war ein Hochgenuß, längere Zeit in der vom Menschen unberührten Natur unter der herrlichen mexikanischen Sonne zu leben. Die ausgedehnten Kaktussteppen mit den eigenartigen Pflanzenformen, die den Kampf mit der extremen Trockenheit so siegreich bestehen, machten auf uns einen nachhaltigen Eindruck; man glaubte sich in eine Wunderwelt versetzt.

In fünftägigem Schaukeln brachte uns das kleine Boot nach Los Angeles. Noch 14 Tage konnte ich das amerikanische Kalifornien genießen und die grandiose Weltausstellung in San Franzisco besichtigen; dann gings in der Pacific-Bahn ostwärts über die Sierra Nevada, den großen Salzsee, das Felsengebirge und mit kurzen Aufenthalten in Denver, Kansas, St. Louis, Cleveland und an den Niagara-Fällen nach New York. Auf dem norwegischen Dampfer Kristianiafjord, den ein englischer Kreuzer unterwegs anhielt und zur Inspektion nach Kirkwall beorderte, reiste ich nach Bergen, mit der Bahn über das Hochland nach Kristiania und erreichte über Südschweden, Kopenhagen und Berlin am 31. Juli die Heimat.

C. Klima- und Bodenverhältnisse des untersuchten Gebietes.

Über die bisher erschienenen wissenschaftlichen Resultate der Expedition sei auf folgende Publikationen verwiesen:

Dr. Arnold Heim: Reisen im südlichen Teil der Halbinsel Niederkalifornien, Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, Jahrgang 1916 Nr. 1.

Dr. Arnold Heim: Charakterpflanzen der Halbinsel Niederkalifornien in Vegetationsbildern, herausgegeben von Karsten und Schenck, 13. Reihe, 1916, Heft 3/4.

„ „ „ Sur la Geologie de la Partie méridionale de la basse Californie: Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences.

Dr. Ad. Hartmann: Wasseruntersuchungen im Gebiete der Magdalena-Bay in Niederkalifornien, Heimfestschrift, Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft Zürich. 1919.

In der folgenden Mitteilung soll kurz über die Bodenverhältnisse von Niederkalifornien und die sie beeinflussenden klimatischen Faktoren berichtet werden.

Die Bodenbildung eines Landes ist in erster Linie abhängig von den *Großwerten des Klimas*: Temperatur, Niederschläge und Verdunstung. Es seien diese klimatischen Faktoren kurz besprochen.¹

Die Temperatur.

Die auf unserer Reise im Gebiete der Magdalena-Bay von Purisima bis Agua verde an 54 Tagen von Mitte April bis anfangs Juni 1915 gemachten Messungen ergaben als

Mittel der Morgentemperatur ca. 6 Uhr 15,42 Grad Celsius.

„ „ Mittagtemperatur „ 1 „ 24,68 „ „

„ „ Abendtemperatur „ 6 „ 19,30 „ „

Somit betrug die Mitteltemperatur der zweiten Frühlingshälfte 1915 19,80 °.

Die Temperaturschwankungen waren außergewöhnlich gering; die Morgentemperatur war meistens 12—18 °, die Mittags temperatur 22—29 ° und die Abendtemperatur 18—21 °. Der Mittelwert der Temperatur von 53 in derselben Zeit gemessenen Wasserproben betrug 22,71 °; die großen Quellen von Purisima und Comondu zeigten 24 und 25 °. Die Sommertemperatur besonders des Südens und der Golfseite wird bedeutend höher sein und 40 ° im Schatten oft überschreiten. Fröste sind im Lande nicht bekannt.

Die Niederschläge.

Diese beschränken sich im nördlichen Teil von Niederkalifornien auf Winterregen und betragen nach einer Regenkarte der Vereinigten Staaten im nordöstlichen Teil der Halbinsel unter 250 mm pro Jahr. Die in den Jahren 1894 bis 1910 in *San Diego*, der südlichsten Hafenstadt in amerikanisch Kalifornien, gemessene Regenmenge schwankt von 112—333 mm

¹ E. Ramann: Bodenkunde 1911. Bodenbildung und Bodeneinteilung 1918.

und beträgt im Mittel 227 mm. Die Regenmenge von *Ensenada*, der 100 km südlich San Diego gelegenen, etwa 800 Bewohner zählenden Hauptstadt des nördlichen Distriktes von Niederkalifornien, schwankt von 127 bis 523 mm und beträgt im Mittel von 1894 bis 1911 261 mm. Die Regenmenge ist infolge der höheren Küstengebirge etwas größer als im benachbarten San Diego. In *S. Quintin*, das ca. 300 km südlich San Diego liegt, ist die mittlere Regenmenge in den Jahren 1907 bis 1911 nur 130 mm.

Der Süden der Halbinsel hat Sommerregen von etwas größerer Ergiebigkeit und weist in den höheren Lagen schon spärliche Nadelwälder auf, die im mittleren und nördlichen Teil fehlen, auch zeigen sich hier schon Anklänge an tropische Vegetation.

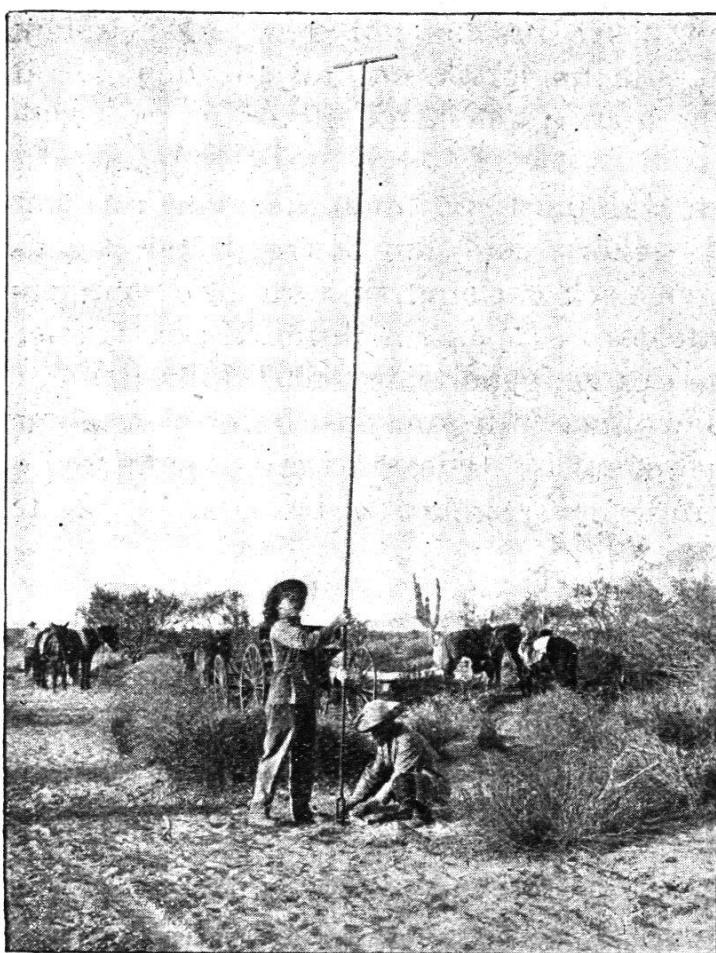
Der mittlere Teil der Halbinsel, zu dem das von uns genauer untersuchte Gebiet gehört, ist ohne Zweifel der regenärmste, weil die Winterregen noch geringer sind und die Sommerregen nur ab und zu eintreten. In einem durchreisten Gebiet hatte es nach der Aussage der Eingeborenen seit 4 Jahren nicht mehr geregnet. (Die Bewohner pflegen das Jahr von einer Regenzeit zur andern zu rechnen.) Die mittlere Regenmenge dürfte hier nach dem Stande der Vegetation 100 mm pro Jahr nicht übersteigen.

Die Wasserverdunstung und die Luftfeuchtigkeit.

Für die Bodenbildung und das Pflanzenleben ist die Verdunstung von fundamentaler Bedeutung. Da man meistens die Größe der Verdunstung gar nicht kennt und keine sicheren Methoden zu ihrer Bestimmung besitzt, so begnügt man sich mit der Ermittlung der relativen Feuchtigkeit. Messungen mit einem *Haarhygrometer* haben sich bei den vielen Erschütterungen auf der Tour als unzuverlässig erwiesen; bessere Resultate lieferte ein auf der Reise hergestelltes *Psychrometer*, das aus einem trockenen und einem durch Baumwolltuch befeuchteten Thermometer bestand. Die im Mai und anfangs Juni meistens von *Emil Kluth*, aus Zürich, unserem Ingenieurtopographen, ausgeführten Messungen ergaben nach Umrechnungen:

Küstenzone (San Jorge)		Mittel	Zahl der Beobachtungs- tage	Morgen	Mittag	Abend
			5	98,7	72	88
	Minimum			96	67	81

		Zahl der Beobachtungs- tage	Morgen	Mittag	Abend
<i>Agua Verde</i> , 10 km von der Küste entfernt .	Mittel	20	80,8	42,1	60,8
	Minimum		63	28	43
<i>Oase Purisima</i> , ca. 30 km von der Küste ent- fernt	Mittel	3	70,75	36,5	61,5
	Minimum		61	23	59



**Handbohrer zur Entnahme von Bodenproben
aus 6 m Tiefe.**

valley stehen den 100000 ha präparierten Landes 400 m^3 Coloradowasser pro Sekunde zur Verfügung, also pro m^2 ca. 12 m^3 Wasser. Das Wasser wird zur Zeit nicht vollständig gebraucht und man rechnet noch weitere 100000 ha des guten Bodens bewässern zu können. Die jährliche Verdunstung würde dann im Imperialvalley ca. 6 m^3 pro m^2 betragen.

Die Resultate sind überraschend. Während in der Küstenzone sich häufig Nebel und schwere Taue bilden, ist die Luft nur wenige km landeinwärts trotz fast ständiger Meerwinde außerordentlich trocken. In den heißen Sommermonaten wird der Feuchtigkeitsgehalt noch weit geringer sein. (Im Imperialvalley sind schon Feuchtigkeitsminima von nur 2% gemessen worden.)

Diese geringe Luftfeuchtigkeit bedingt eine große Verdunstung des Bodenwassers. Genaue Angaben kennt man nicht. Im Imperial-

Zur Zeit unseres Besuches im Oasendorf Purisima lieferte der Hauptbewässerungskanal ca. 6000 Minutenliter Wasser, die von der ca. 50 ha großen Kulturfläche aufgeschluckt wurden. Die Verdunstung beträgt somit auch hier pro m^2 6,5 m^3 im Jahr und könnte bei vermehrter Wasserzufuhr noch weit größer sein.

Für die außergewöhnlich große Verdunstung sprechen ferner die Feststellungen, daß der Boden 2, 4 und 6 m tief unter der Oberfläche noch vollkommen trocken war. Wir konnten mit einem amerikanischen Handbohrer bis 6 m tiefe Löcher bohren und so den Bodenuntergrund noch untersuchen. Sogar in einem ca. 30 m tiefen Schacht in der Llano de San Pedro war der Tonboden unten vollkommen trocken.

Diese klimatischen Faktoren, hohe Temperatur, wenig und oft jahrelang fehlende Niederschläge, sehr geringe Luftfeuchtigkeit und meistens bewegte Luft stellen an *das Leben der Pflanzen* die höchsten Anforderungen. Nur Xerophyten mit extremsten Einrichtungen zum Schutze gegen Trockenheit können in diesem Lande leben, so vor allem *Kakteen*, die in zahlreichen Arten vorkommen und hier die ausgedehntesten Kaktussteppen der Erde bilden. (2 Bilder mit der Kaktussteppe.)

Auffallend ist der **Einfluss des Klimas auf die Bodenbildung**. Mit Ausnahme der Umgebung von Wasserstellen gehören alle Böden des Landes zu den *Trockenböden* oder *ariden* Böden. Sie sind ausgezeichnet gekrümelt und zeigen auch bei hohem Tongehalt äußerlich feinsandigen Charakter, wobei die einzelnen scheinbaren Sandkörner wieder gekrümelt sind. Alle Böden haben wenig Bindung und viele zeigen das Aussehen von Staubböden.

Das trockene Klima macht sich auch in der *Farbe des Bodens*, dieser auffallendsten Bodeneigenschaft, bemerkbar; es herrschen rote und gelbe Bodentöne vor, doch fehlen intensive Farben. Von den 58 mitgenommenen Bodenproben sind 30 graugelb bis rötlichgelb, 16 rot, doch nicht intensiv, 7 gelb und nur 5 braun, diese letzten stammen aus Gegenden in Oberkalifornien, die schon längere Zeit kultiviert und bewässert sind. Die vorherrschend graugelbroten Bodenfarben sind charakteristisch für Trockenböden der warmen Zone.

Auffallend hoher Alkaligehalt, ein weiteres Merkmal von Trockenböden, konnte nur in zwei Proben festgestellt werden. Eine Probe bestand direkt aus Alkaliausblühungen, wie sie von Hilgard vielfach untersucht wurden.

Einteilung nach bodenkundlichen Zonen.

Im Gebiete der Magdalena-Bay lassen sich folgende bodenkundliche Zonen unterscheiden:

1. Zone der heutigen *Küstendünen*, reine, weiße, fast vegetationslose Sande (im Vordergrund Bild von E. Kluth mit Boot).
2. Zone der *Lagunen* mit reicher Mangrovevegetation und moorigen Salzböden. Ohne Bedeutung für Kolonisation.
3. Zone der „*Medanos*“ oder Sandhügel. 5 bis 25 km breit, mit unzähligen 10 bis 50 m hohen, meistens längsgestreckten, 30 bis 1000 m langen Sandhügeln und dazwischen abflußlosen Wannen oder Mulden. Hügel und Mulden mit Kakteen und Trockensträuchern bewachsen und diese meistens mit einer Roccella oder Orchilla-Flechte, die früher wichtiges Rohmaterial für Farbenfabrikation war, besetzt. Ohne Zweifel sind die „*Medanos*“ verwaschene und verwehte Dünen, die durch Hebung des Landes aus dem Bereich des Wassers gekommen sind. Die Hügel bestehen aus reinem Sand; die Mulden enthalten auch etwas Ton.
4. Zone der „*Llanos*“ oder sehr flachen Depressionen, die 10 bis 30 m tiefer liegen als die Medanos. Nach starkem Regen sammelt sich hier das Wasser, um dann wieder in den Untergrund zu sinken oder zu verdunsten. Die Böden der „*Llanos*“ sind alle tonreich und in der Mitte der Depression zur Zeit unserer Anwesenheit ganz vegetationslos, weil die Kakteen wohl die größte Trockenheit, nicht aber zeitweilige Wasseranwesenheit ertragen.
5. Östlich der Llanos breitet sich die große *Kaktusebene* aus, die dann in ein Tafelland übergeht mit verschiedenen Bodentypen.
6. *Aluvialböden* in den Flussläufen, die mit Ausnahme des Purisimatales nur zeitweilig Wasser führen. (Bild mit Agna-Leon.)

Chemische Untersuchung der Böden.

Von den 58 mitgenommenen Bodenproben, von denen 39 aus Niederkalifornien und 19 aus Oberkalifornien (in der Tab. als Cal. bez.) stammen, wurden nur 20 einer weiteren Analyse unterzogen. Dabei wurde durch Schlämmanalyse der Körnungsgrad, dann der Gehalt an Karbonaten und an Humussubstanzen bestimmt.



Phot. Arn. Heim, 23. April 1915 7³⁰ a. m.

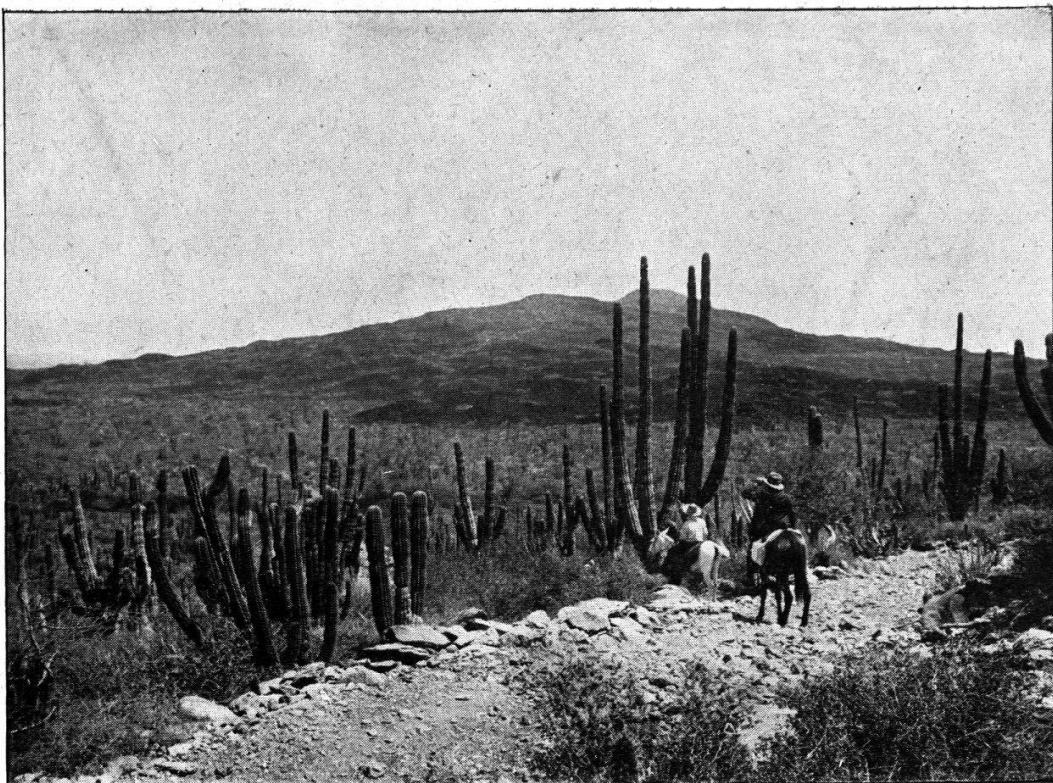
Aqua del Leon.

Tümpel im ausgetrockneten Schlamsand-Flussbett des Arroyo Santo Domingo;
ein wichtiges Lebenszentrum.



Phot. E. Kluth, 13. Mai 1915.

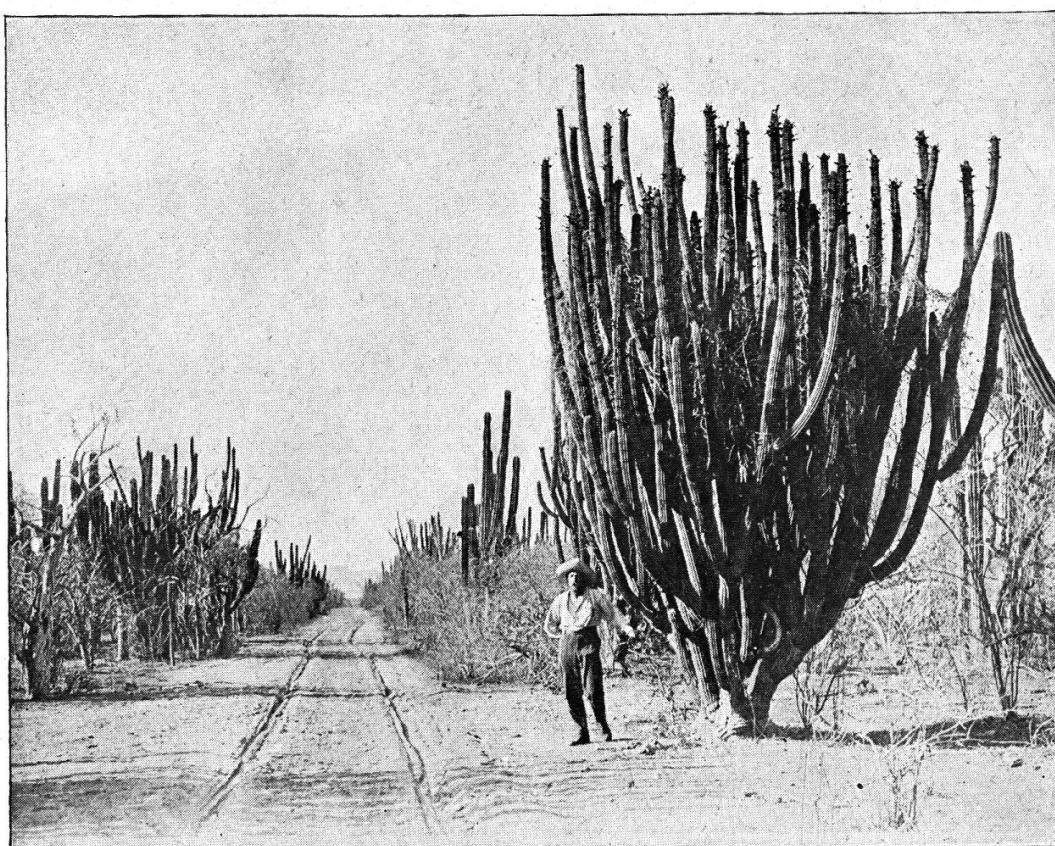
Künstliches Wasserloch im Dünensand an der Lagune nördlich der Mündung des
Arroyo Soledad, nahe gegenüber dem pazifischen Ozean.



Lavahochfläche zwischen Purisima und Comondu.

Phot. A. Hartmann 7. V. 1915.

Im Hintergrund ein erloschener Vulkan, von dem aus mächtige Ströme von brauner Blocklava geflossen sind. Die Kakteen gedeihen auch in dem fast nur aus Lavablöcken bestehenden, wenig Verwitterungsboden enthaltenden Terrain.



Kaktussteppe nördlich Todos Santos.

Phot. A. Heim 29. VI. 1915.

Typische Kaktusvegetation, wie sie im Flachlande des südl. Teiles der Halbinsel Niederkalifornien vorkommt. Im Vordergrund neben Dr. A. Heim ein schöner blühender Kaktus; die kleinen Auswüchse an den obern Astenden sind Blüten.

Prof. Wiegner hat bei 9 Proben die *Schlämmanalyse* im agrikulturchemischen Laboratorium der technischen Hochschule Zürich mit Hilfe der Spülmethode von Schöne durchführen lassen, die andern Proben wurden im Laboratorium der Kantonschule Aarau vom Verfasser mit dem Kühn'schen Schlämm-Zylinder untersucht.

Den Gehalt an *Karbonaten* ergab sich durch Erhitzen von je 10 Gramm mit einem abgemessenen Quantum $\frac{1}{1}$ normaler Salzsäure und Rücktitration mit n-Natronlauge. Das Resultat ist als CaCO_3 ausgedrückt. Die Bestimmung der *Humussubstanzen* ist durch die Chromsäuremethode erfolgt, obwohl die Resultate dieser Methode immer etwas zu niedrig sind, dabei wurde die Kohlensäure zuerst durch Erhitzen mit Schwefelsäure ausgetrieben, dann Chromsäure zugesetzt und die Kohlensäure in einem Kaliapparat absorbiert und gewogen.

Bei den Bodenanalysen haben die Kantonsschüler Karl Frey, Ernst Stirnemann und Hans Schaller in verdankenswerter Weise mitgeholfen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Resultate der Bestimmungen zusammengestellt und die Böden nach dem Ergebnis der Schlämmanalyse in 3 Gruppen aufgezählt.

- I. Tonböden mit 50 bis 99 % Rohton
- II. Mischböden mit 20 bis 36 % Rohton
- III. Sandböden mit 88 bis 97 % Sand.

Die meisten Lokalnamen über Entnahme von Bodenproben sind auf der Kartenskizze unserer Landreise angegeben, die als Beilage zu der Arbeit über die Wasseruntersuchungen des Gebietes in der Heimfestschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich publiziert ist. Die Nummern auf der Karte entsprechen Wasserproben und sind nicht identisch mit den Bodenproben. Das Festschriftkomitee hatte die Freundlichkeit, mir die Reproduktion der Karte und zweier Tafeln zu gestatten.

I. Gruppe, Tonböden.

Nr. der Probe	Ort der Probeentnahme	Bodenfarbe	Rohton %	Sand %	CaCO_3 %	Humus %
14	Imperial Valley, Cal.	rot	99,27	0,73	8,70	0,76
12	" "	gelbrot	95,32	4,65	12,87	0,134
36	San Julian	rot	49,52	50,48	3,00	0,705
49	Llano b. Poza Grande	gelb	59,48	40,53	0,63	0,39
59	Llano de Hiray	rot	65,68	34,52	0,37	0,37
67	Agua verde	graugelb	54,18	45,82	3,75	0,70

II. Gruppe, Mischböden.

Nr. der Probe	Ort der Probeentnahme	Bodenfarbe	Rohton %	Sand %	CaCO ₃ %	Humus %
7	S.Bernardino Valley, Cal.	gelb	24,28	75,72	0,00	0,48
17	Cochella Valley, Cal.	graugelb	34,87	65,13	4,00	0,35
45	Purisima, Oase	graugelb	36,00	64,00	8,30	3,00
47	Llano de San Julio	rot	32,92	67,08	1,58	0,63
48	Comondu, Oase	graugelb	31,48	68,52	15,0	2,23
58	Refugio	rot	23,80	76,20	1,93	0,28
61	Rand der Llano Hiray	graugelb	28,08	71,92	8,44	0,10
68	Agua verde	graugelb	34,74	65,26	0,94	2,35
69	Santa Rosa	gelb	29,90	70,10	6,50	0,57

3. Gruppe, Sandböden.

9	Moro-Bay, Cal.	braun	7,19	92,81	0,00	0,28
35	Matancita-Ranch	gelb	9,40	90,60	1,00	0,30
38	Medano in Poza Grande	graugelb	18,45	81,55	0,68	1,05
40	Poza Grande 2 m tief	graugelb	23,22	76,78	12,75	1,52
64	Medano bei agua verde	graugelb	6,47	93,53	0,00	0,14

Die folgenden zwei Tabellen geben Aufschluß über die physikalische Bodenzusammensetzung obiger Proben. Die erste enthält die Resultate der im Laboratorium von Prof. Wiegner ausgeführten Schlämmanalysen.

Die Korngröße unter	0,01 mm bedeutet Rohton
" "	von 0,01—0,05 " " Staub
" "	" 0,05—0,1 " " Staubsand
" "	" 0,1—0,2 " " Feinsand
" "	" 0,2—2,0 " " Grobsand

Die beiden ersten Fraktionen zusammen repräsentieren den Gesamtton in der obigen Tabelle; ist dessen Gehalt mehr als 50 %, so spricht man von einem Tonboden.

Nr. der Probe	Gruppe der ersten Tabelle	Ton %	Staub %	Staubsand %	Feinsand %	Grobsand %
7	II	10,38	13,90	10,62	19,72	45,38
9	III	3,18	4,01	1,06	30,07	61,68
12	I	51,79	43,53	2,65	1,61	0,42
17	II	11,65	23,22	54,54	9,74	0,85
38	III	8,06	10,39	6,67	43,70	31,18
40	III	8,89	14,33	14,78	33,18	28,82

Nr. der Probe	Gruppe der ersten Tabelle	Ton %	Staub %	Staubsand %	Feinsand %	Grobsand %
45	II	9,96	26,04	14,35	26,90	22,75
59	I	52,37	13,31	6,74	24,63	2,95
67	I	20,64	33,54	8,12	23,88	13,82

Die folgende Serie wurde im Kühne'schen Schlämmzylinder geschlämmt. Der Materialverlust ist als Rohton bezeichnet, der Rückstand wurde mit einem Siebsatz in Fraktionen geteilt.

Die Korngröße von 0,15—0,5 mm ist Feinsand

"	"	0,5 — 1,0	"	als feiner Mittelsand
"	"	1,0 — 1,5	"	grober Mittelsand
"	"	1,5 — 2,0	"	Grobsand

Nr. der Probe	Gruppe der ersten Tabelle	Rohton %	Feinsand %	Mittelsand		Grobsand %
				fein %	grob %	
14	I	99,27	0,64	0,09	—	—
35	III	9,40	37,95	52,60	0,05	—
36	I	49,52	48,98	1,03	0,27	0,20
47	II	32,92	41,08	23,29	1,86	0,85
48	II	31,48	51,53	16,87	0,12	—
49	I	59,48	33,16	5,43	1,47	0,46
58	II	23,80	75,10	1,10	—	—
61	II	28,08	58,75	7,95	2,92	2,30
64	III	6,47	92,73	0,80	—	—
68	II	34,74	27,88	35,04	2,34	—
69	II	29,90	58,40	11,29	0,28	0,13

Bemerkungen zu den einzelnen Bodenproben.

I. Tonböden.

Die obigen *Tonböden* sind ausnahmslos nicht Verwitterungs-, sondern aluviale Böden und haben sich im ruhenden oder wenig fließenden Wasser abgelagert. Die extremste Form ist eine Probe Nr. 14 aus dem Imperial-Valley, die fast nur aus Ton besteht und wohl einen der schwersten Böden der Erde darstellt. Die Proben 36, 49 und 59 stammen aus den „Llanos“ hinter Magdalena-Bay, die Probe Nr. 59 aus der größten der Depressionen, der *Llano de Hiray* oder *Big Meadow*, die 20 km lang und über 5 km breit ist. Die Mitte der Depression liegt nur wenige Meter über dem Meer und nach starkem Regen — der letzte war vor 4 Jahren gefallen — bildet sich vorüber-

gehend ein ca. 100 km² großer, seichter See, der aber bald ein trocknet und einer üppigen Vegetation Platz macht. Aber auch diese ist nur von kurzer Dauer; die große Wiese verschwindet auch bald wieder, verwandelt sich in eine Fläche mit stehendem Heu, das bald auch noch weggeblasen wird. Der ganze Boden wird durch ein System von 10 bis 30 cm breiten und 1 bis 3 m tiefen Rissen in unzählige vieleckige Tafeln aufgelöst von $\frac{1}{2}$ bis 1 m Durchmesser. In diesem Zustande sahen wir die „Llano“. Häufige Wirbelwinde tragen Staub und dürres Gras in großen Windhosen in die Luft, die bei Sonnenaufgang und Untergang besonders schöne Farbeneffekte zeigt; tagsüber sahen wir hier häufig die schönsten Luftspiegelungen, die den temporären, doch so seltenen See täglich vortäuschten.

Die Probe Nr. 67 ist einer seitlichen Flußterasse entnommen, wo die geringe Stoßkraft des Wassers Schlamm deponieren konnte.

Die *Mischböden der zweiten Gruppe* stammen ausnahmslos aus Flußtälern, die zeitweise Wasser führen. Die Proben Nr. 7 und 17 sind aus Oberkalifornien, die andern aus dem Gebiete der Magdalena-Bay. Die Proben 45, 48 und 68 entstammen künstlich bewässerten und infolgedessen auch humusreicheren Böden. Die durch Proben Nr. 45 und 48 repräsentierten Böden tragen die Kulturen tropischer und subtropischer Gewächse in den Oasen von Purisima und Comondu mit je ca. 50 ha Ausdehnung und 5000 bis 10000 Minutenlitern Quellwasser zur Bewässerung. Die wichtigsten Kulturen sind: Weinreben, Dattelpalmen, Bananen, Zuckerrohr, Orangen, Citronen, Feigen, Granatäpfel, Oliven, Mais, Weizen, Erbsen, Bohnen und Sojabohnen.

Die Probe Nr. 47 entstammt jenen vollkommen ebenen, 10 bis 15 km langen und 0,1 bis 0,5 km breiten Becken „Llano de San Pedro“, das fjordartig in die wilde Basalthochfläche eingesetzt ist. Offenbar handelt es sich um einen mit Ton-schlamm gefüllten, diluvialen Seeboden. Der Boden war hier bis auf eine Tiefe von 30 m vollkommen trocken und so hart, daß ein tiefer Schacht ohne Aussperrung nicht einstürzte. Die Proben Nr. 58 und 61 am Rande der Llano stellen Übergänge zwischen Ton- und Sandboden dar. Der Boden mit Probe Nr. 69 trägt im Tal des Arroyo Salada schöne unbewässerte Maiskulturen.

Die *dritte Gruppe* repräsentiert 5 Sandböden, wie sie wohl in allen Dünengebieten vorkommen. Der tonärmste aus der Moro-Bay in Oberkalifornien mit nur 3,18 % Ton trägt noch

gute Bohnenkulturen. Die andern Proben sind aus der Zone der „Medanos“. Auch diese überaus leichten Böden zeichnen sich durch große Fruchtbarkeit aus, wenn sie genügend und häufig bewässert werden, wie die Erfahrungen in der Matancita-Ranch lehrten, wo eine Zeit lang Grundwasser vermittelst einer Dampfmaschine gepumpt wurde.

Die Böden von Niederkalifornien sind, mit Ausnahme der künstlich bewässerten und seit langer Zeit bepflanzten, sehr humusarm. Die Kakteen liefern wenig oder keinen Humus, weil sie zum größten Teil nur aus Wasser bestehen, nach dem Umfallen eintrocknen, sodaß alles bis auf die holzigen Gefäßbündel zerfällt und sich langsam in Staub umwandelt. Die dürren Gefäßbündel dienen als einziges Brennmaterial.

Aus den Untersuchungen geht hervor, daß die Böden des Gebietes der Magdalena-Bay gut und sehr gut sind und bei genügender und häufiger künstlicher Bewässerung ohne Düngung die schönsten Kulturen tragen könnten.