

2. Die Bodenverhältnisse Californiens.

Von Herrn E. W. HILGARD in Berkeley, Californien.

Ein kurzer Hinweis auf die orographischen, geologischen und meteorologischen Hauptzüge Californiens muss wohl der Besprechung der Bodenverhältnisse vorhergehen.

Der Staat erstreckt sich auf $9\frac{1}{2}$ Breitengrade südlich von dem 42° n. B. und ist nach SSO etwa 1100 km lang, und durchschnittlich ungefähr 330 km breit. Den grössten Theil der Ostgrenze entlang läuft die hohe, theilweise immer schneebedeckte, streng einfache Kette der Sierra Nevada, die von Westen her ganz allmählich, fast vom Meeresniveau aufsteigt, dann aber sehr steil an der Ostseite in die Hochebene von Nevada abfällt. Der Meeresküste entlang erstreckt sich das Küstengebirge, ein Complex von zwei bis drei vielfach unterbrochenen Parallelketten, deren Gipfel selten 1000 m wesentlich übersteigen; die Flussthäler in demselben laufen meist in nordwestlicher Richtung zum Meere, während nur ganz unbedeutende Bäche landwärts fliessen.

Zwischen dem Küstengebirge und der Sierra Nevada liegt, mit einer Länge von ungefähr 660 km und durchschnittlich etwa 100 km Breite, das grosse Centralthal, welches von Norden her von dem Sacramento, von Süden her von dem San Joaquin durchströmt wird. Diese beiden vereinigen sich nicht weit von der Längsmittle des Thales und fliessen zuerst westwärts, dann in weitem Bogen durch die drei seeartigen Erweiterungen der Bai von San Francisco und durch das Goldene Thor in das Meer.

Diese Hauptströme erhalten alle ihre wesentlichen Zuflüsse von der Sierra Nevada, welcher sie in tiefen Schluchten (Cañons) entfliessen. In dem Gebiet des San Joaquin durchkreuzen sie dieselbe fast bis an den Fuss der Küstenkette, bis zu der Hauptmulde des Thales, in welchem der San Joaquin selbst mit scharfer Biegung sich nach Norden wendet.

Südwärts wird das grosse Thal durch die Vereinigung des Küstengebirges mit der Sierra Nevada begrenzt, die sich dann nach Osten wendet. Jenseits der durch diese Vereinigung gebildeten Tehachipiberge liegt „Südcalifornien“, das semitropische Gebiet von Los Angeles, San Diego und San Bernardino.

Auch am Nordende des Thales fliessen die Sierra Nevada und das Küstengebirge gewissermaassen zusammen, und es liegen hier die interessanten Schichten, welche den anderswo stattfindenden Hiatus zwischen Kreide- und Tertiärformation auszufüllen scheinen. Dann endet die Sierra ganz plötzlich, noch weit von der Nordgrenze des Staates; die grossen Lavafelder im Nordosten, der isolirte Vulkankegel Shasta, und die Querkette der Siskiyouberge bilden den Uebergang zu dem eigenthümlichen grosser Eruptivgebiet Oregons und Washingtons.

Geologisch besteht die Sierra Nevada in der Regel aus zwei meist durch granitoide Gesteine getrennten Streifen blaugrauer Schiefer, auf welchen dann noch häufig die mit Laven und Tuffschichten bedeckten, Gold führenden Geröllablagerungen liegen. In dem äussern, das grosse Thal begrenzenden Schieferstreifen, der oft Kupfererze führt und der Juraperiode angehören soll, stehen die Schichten geradezu auf dem Kopf, so dass die scharfen Kanten oft lanzettartig ans dem Boden hervorstehen. In dem innern und ältern, jedenfalls bis zu der Silurformation reichenden Schiefergebiet ist die Neigung weniger steil und wird nach dem Ostabhang zu immer geringer, doch immer noch scharf nach Westen, sodass der natürliche Abfluss der Gewässer ganz vorwiegend nach dieser Richtung geht. Das granitoide Gestein welches im Süden die Hauptmasse des Gebirgszugs bildet, im Norden nur mehr oder weniger unterbrochene Areale darstellt, besteht wesentlich aus Quarz, Plagioklas und Hornblende, zu dem sich öfters noch Labrador, Orthoklas, sowie auch Glimmer gesellen.

Die Küstenkette besteht zumeist aus mehr oder weniger gefalteten, oft stark gequetschten Tertiär- und Kreidegebilden; die letztern in der Regel sandige Mergel, die erstern theils Schieferthone, theils weiche Sandsteine, oder auch kaum verhärtete Sand-schichten. Nordwärts von San Francisco wird das Gebirge vielfach von Eruptivgesteinen verschiedener Art durchsetzt; südwärts sind es meist wieder granitoide Gesteine verschiedener Zusammensetzung, die dann in dem Tehachipigebirge ganz vorherrschend werden. Petroleum und Asphalt wird im Küstengebirge in grossen Mengen gewonnen, auch Quecksilber und Steinkohle.

Das grosse Thal — ursprünglich ein Süsswasserseebecken, das sich in älterer Zeit durch die Bai von San Francisco und den Pajarofluss in die Bai von Monterey entleerte, bis das Goldene Thor zum Durchbruch kam — theilt sich naturgemäss in zwei Abtheilungen; das Tularebecken im Süden, und das grosse nördliche oder Sacramentobecken. Zwischen diesen liegt als Wasserscheide zwischen dem Kings River und San Joaquin das Plateau von Fresno, etwa 50 km breit, welches den Kings River süd-

wärts in den Tularesee wirft; bei Hochwasser indessen ergiesst sich der Kings River durch ein Netzwerk von Deltakanälen direct auch in den San Joaquin. Der Tularesee — jetzt durch Verdunstung auf ein Viertel seiner ursprünglichen Grösse zusammengeschrumpft und stark mit Alkalisalzen geschwängert — wird nebst zwei andern, kleinern, jetzt auch theilweise ausgetrockneten Seen hauptsächlich von dem Kern-Fluss gespeist.

Was nun die Bodenbildung in diesen verschiedenen Gebieten betrifft, so ist nächst der Gesteinszusammensetzung die jährliche Regenmenge besonders massgebend.

Es wechselt nun diese in dem grossen Thal selbst von etwa 150 mm am Südende bis zu 760 am Nordende. Nach Westen — dem Küstengebirge zu — verringert sich dieselbe im Allgemeinen, wird aber dann an der Küste selbst wieder grösser; am Westabhang der Sierra steigt sie um ungefähr 25 mm auf je 25 m Meereshöhe. Um die Bai von San Francisco fällt ungefähr 600 mm; der Niederschlag nimmt der Küste entlang nach Norden zuerst ziemlich langsam zu, dann aber vom Kap Mendocino nordwärts sehr rasch und steigt an der Grenze von Oregon bis auf 1500 mm und örtlich noch viel höher.

Ich habe in einem vor kurzem an das amerikanische Landwirtschaftsministerium gerichteten Bericht den Einfluss spärlichen Regenfalles auf die Bodenbildung ausführlich erörtert, und da jene Abhandlung binnen kurzer Zeit auch in deutscher Sprache erscheinen wird, so will ich hier nur bemerken, dass in den ariden Klimaten gegenüber den humiden ganz charakteristische Unterschiede sich kundgeben, die in physikalischer Hinsicht besonders auf der Verlangsamung des Kaolinisierungsprocesses beruhen, die ja in Bezug z. B. auf Egypten durch die unversehrte Oberfläche der in den Steinbrüchen von Syene vor Jahrtausenden ausgebrochenen Monolithe sich schlagend zeigt. Das Gegenstück hiezu bietet jetzt leider der vor wenigen Jahren nach New York gebrachte Obelisk (Kleopatra's Nadel), der in kurzer Zeit in diesem Klima durch Temperaturwechsel und Kaolinisierung so gelitten hat, dass von den ursprünglichen Hieroglyphen kaum mehr etwas übrig ist und der ganze Monolith wohl in weniger als einem Jahrhundert zu einer wirklichen „Nadel“ zusammenschrumpfen wird.

Ganz analoge Unterschiede finden sich nun natürlich auch zwischen denselben Gesteinen in den ariden und humiden Regionen Californiens; und es werden dadurch Unterschiede in der Natur der gebildeten Böden bedingt, die auf deren landwirthschaftliche Benutzung von dem grössten Einfluss sind. Ganz allgemein gesprochen kann man diese Unterschiede schon erkennen, wenn man

den nordamerikanischen Kontinent von der atlantischen nach der pacifischen Küste durchkreuzt. Oestlich von dem Mississippistrom sieht man als Regel Lehm- und Thonböden, von welchen auch bei heftigen Stürmen nur da Staub aufgewirbelt wird, wo Landstrassen oder bebautes Land sich finden. Sobald man aber die Felsengebirge übersteigt, beginnt der Staub, der schon bei leichtem Wind die Luft erfüllt, auch dort, wo weder Strassen noch bebautes Land in Sicht sind. Abgesehen von den Fällen in welchen der Thon von aus früheren geologischen Perioden stammenden Ablagerungen herrührt, ist der Mangel an bindender Thonsubstanz ganz allgemein in den ariden Regionen der Erde, die vielfach noch mit Unrecht als „Wüsten“ auf den Karten angegeben sind.

Von dem chemischen Standpunkt aus müssen sich dieselben Böden auch dadurch characterisiren, dass sie wenig oder keine Auslaugung erfahren haben. Dies bedingt nicht nur die Zurückhaltung der alkalischen Salze, die sich vielfach als Auswitterung kundgeben; sondern auch die Anhäufung des Kalkcarbonats, welches ausnahmslos in den Böden der ariden Länder im Ueberschuss zugegen ist und denselben durchweg die günstigen Eigenschaften kalkhaltiger Böden sichert. Mit Festhaltung dieser Gesichtspunkte wird die Betrachtung der Bodenverhältnisse Californiens sowohl verständlich als lehrreich.

Dem Reisenden auffallend und wegen ihres Goldgehalts weithin bekannt sind die „rothen“, d. h. hoch ockerfarbigen Böden der Fussberge der Sierra Nevada, welche in der trocknen Jahreszeit Menschen und Bäume mit dem charakteristischen rothen Staub bedecken, der den Goldwäschern älterer Zeit so wohl bekannt war. Dieser Boden bildet sich hauptsächlich durch die Verwitterung der bläulichen Thonschiefer (des sprüchwörtlichen „bedrock“ der Goldwäscher), besonders der ältern; und je nach der Höhe, aus welcher der Boden kommt — also z. B. in den Mulden der grössern Ströme — ist derselbe mehr oder weniger thonhaltig und bindig: aus geringeren Höhen leichter und zum Stäuben geneigt, aber zumeist auch bedeutend fruchtbarer, augenscheinlich weil keine Auslaugung stattgefunden hat. Das Verwaschen dieser Böden auf Gold hat jetzt so ziemlich aufgehört, weil es sich kaum mehr lohnt; und die Stätten der Goldwäschen haben sich grossentheils schon wieder mit Föhrenwald bedeckt, der zur Grubenzimmerung geschlagen wird. Diese rasche Wiederbewaldung steht in genauem Zusammenhang mit der Eigenthümlichkeit der ariden Böden, dass der Unterschied zwischen Untergrund und Obergrund zum grossen Theil verwischt ist, so dass die Erde aus der Tiefe von mehreren Metern ebensogut als der Obergrund dem Pflanzenwuchs dient.

Oft freilich ist hier der Boden nicht tiefgründig; aber die Wurzeln der Weinreben und Obstbäume, zu deren Kultur diese Ländereien jetzt besonders herangezogen werden, dringen ohne Schwierigkeit tief in die senkrechten Schiefer ein und finden da zum mindesten die nöthige Feuchtigkeit. In dem nördlichen Theil des Staates, wo mehr Regen fällt, sind die rothen Böden keineswegs so fruchtbar, und die aus den sog. Graniten gebildeten sind überall weniger geschätzt als die der Schiefer.

In der Küstenkette sind die Böden viel weniger gleichförmig als in den Fussbergen der Sierra; es giebt da viele Areale schwerer und sehr bindiger, doch auch sehr fruchtbarer Thonböden („adobe“), besonderes in den Thälern und um die Bai von San Francisco. Nordwärts bilden die vulkanischen Böden der Thäler von Sonoma und Napa die beliebtesten Ländereien für die Rebenkultur; südwärts sind die Böden, die nicht direct von Thonlagern abstammen, zunehmend leichter, resp. thonärmer, je weiter südlich und je ferner von dem feuchtern Klima der unmittelbaren Küste. — an welcher nicht nur mehr Regen fällt, sondern auch die Sommernebel, welche der kalte Alaskastrom bedingt, die Luft immer feucht erhalten.

In Bezug auf den Regenfall ist nicht zu vergessen, dass die ganze Menge in dem „Franciscanischen Klima“ des mittleren Californiens vom November bis zum Mai fällt, während welcher Zeit also die jährigen Feldfrüchte ihr Wachsthum vollenden müssen. Zwischen Mai und November regnet es nur ganz ansahmsweise, und solche Regen sind äusserst unwillkommen, weil das ganze System der Landwirthschaft, soweit dieselbe ohne Bewässerung sich vollzieht, auf der Erwartung von wenigstens fünf Monaten gänzlicher Regenlosigkeit beruht.

Ogleich in der Küstenkette noch grosse Strecken vortrefflichen Kulturlandes nur als Weide benutzt werden, so ist der Ackerbau dort doch viel mehr entwickelt als in den Fussbergen der Sierra, wo wesentlich nur Hügelland existirt, während in der Küstenkette überall weite, fruchtbare Thäler sich finden.

Abgesehen indessen von dem Querthale Südcaliforniens ist doch unstreitig das grosse Centralthal von Natur aus landwirthschaftlich der wichtigste Theil Californiens, wenn auch bis jetzt wegen Mangel an Bewässerung ein grosser Theil desselben noch als „Wüste“ daliegt. Sobald das Wasser allgemein zugeführt wird, wird sich hier ein ungeheurer Garten entwickeln, wie er in der Welt kaum wiederzufinden ist. Denn es giebt hier nur ganz geringe Strecken, wo nicht Böden von hohem, sehr grosse, wo nur solche von dem höchsten Werth zu finden sind.

Aber der Neuling würde es dem Ansehen nach kaum glauben,

dass dem so ist, denn ein grosser Theil würde ihm nur als hoffnungslose Sandwüste gelten. Untersucht man aber diesen Sand mikroskopisch, so findet man nicht nur Quarzkörner, sondern verwitterte Gesteine aller Art, je nach dem Flussgebiet, dem sie entstammen; und diese Gebiete sind in der Regel so deutlich abgegrenzt, dass man mit einiger Erfahrung ein jedes ohne Schwierigkeit unterscheiden kann. Hier wechseln röthliche Absätze der Schiefer mit granitischen Sandschichten und Abkömmlingen der Lavatuffe, dann wieder sind sie mehr oder weniger gemischt, und solche Gemische bilden im Ganzen die vorzüglichsten Böden. Anderwärts haben solche Böden auch wässerige Maceration erfahren und sind eigentliche Anschwemmungsgebilde älterer oder neuerer Zeit. In der Hauptmulde des Thals, am San Joaquin und Sacramento, und besonders in deren gemeinsamem Delta, liegen schwere schwarze Thonböden („black adobe“), theilweise noch mit der grossen Binse (*Scirpus lacustris*, californice „tule“) bedeckt und der Drainirung bedürftig, theilweise über dem Hochwasserstand liegend und (in dem Thal das San Joaquin) auch mehr oder weniger mit Auswitterungssalzen geschwängert. Im grossen Ganzen sind all diese Böden ausserordentlich tiefgründig und fruchtbar; und doch wird ein Theil derselben, die „Alkaliböden“, noch jetzt als kulturunfähig betrachtet. Der Grund hievon liegt in der schon berührten häufigen Gegenwart von Auswitterungssalzen in solchem Ueberschuss, dass im wilden Zustand nur Salzpflanzen darauf wachsen. Aber diese Salze sind nicht etwa die des Meeres; etwas Kochsalz ist zwar in der Regel vorhanden, meist aber ist das Glaubersalz bei weitem überwiegend; ausser in dem Fall dass statt dessen sich Soda — kohlen-saures Natron — gebildet hat¹⁾. Ausser diesen Hauptbestandtheilen aber finden sich fast immer in bedeutender Menge Kalisalze, sage 5 bis 10 pCt. des Sulfats, oft viel mehr. Salpeter ist fast immer gegenwärtig, oft in hohen Procentsätzen, wie das in dem ariden Klima nicht anders zu erwarten ist. Nur wo die Soda stark vorherrscht, ist die Salpeterbildung stark unterdrückt; statt dessen bilden sich dann aus dem aufgelöstem Humus Ammoniaksalze, die sich oft in den Ausblühungen finden. Endlich ist Natriumphosphat fast ausnahmslos zu mehreren Procenten ein Bestandtheil aller stark sodahaltigen Auswitterungssalze.

Es sind sonach die letzteren durchaus nicht an sich als unbedingt schädlich zu betrachten, da sie alle zur Pflanzenernährung

¹⁾ Hinsichtlich der Bildung dieses Salzes unter Mitwirkung von Kalkcarbonat und freier Kohlensäure vergleiche man die Verhandlungen der D. Chem. Gesellschaft, December 1892.

nöthigen Stoffe in reichlichem Maasse enthalten; nur muss dem Uebermaass der mindestens unnützen Natronsalze gesteuert werden.

Aber die in diesen Salzen enthaltenen Nährstoffe sind noch keineswegs das volle Maass der Fruchtbarkeit dieser Landstrecken. Man muss sich erinnern, dass unter den hier stattfindenden Bedingungen die Bildung der Bodenzeolithe, die ja bekanntermaassen zur Aufspeicherung besonders des Kali's und Kalkes dienen, ausserordentlich befördert wird. So findet man denn in diesen Böden bei dem Ausziehen mit Salzsäure ganz ungewöhnliche Gehalte an Kali, bisweilen bis fast zwei Procent. Es liegt auf der Hand, dass hier von der Nothwendigkeit einer künstlichen Kalidüngung auf absehbare Zeiten hin keine Rede sein kann. Ebenso sind Böden in welchen Alkaliphosphate in der Bodenflüssigkeit circuliren, sicherlich mit leicht lösbarer Phosphorsäure auf lange Zeit gesättigt; auch zeigen sie bei der Analyse hohe Gehalte derselben.

Was das Thal Südcaliforniens betrifft, welches sich von Los Angeles etwa 120 km südöstlich erstreckt, so sind die Bodenverhältnisse im allgemeinen ähnlicher denen des Sacramentothales als denen des Tularebeckens, sofern der Regenfall mehr dem des ersteren entspricht.

Werfen wir nun einen Blick auf die Nachtheile welche der Salzgehalt dieser reichen Böden mit sich bringt, und auf die Mittel zu deren Beseitigung. Es versteht sich dass unter allen Umständen Drainirung diesen Zweck vollständig erreichen kann; aber abgesehen von den hohen Kosten, ist es auch klar, dass in diesem Fall die grosse Menge löslicher Pflanzennährstoffe welche in den Salzen enthalten ist, verloren gehen würde. Der natürlichen Voraussetzung entgegen zeigt noch dazu die Erfahrung, dass Bewässerung ohne Drainirung fast ausnahmslos die Menge der sich ansammelnden Salze wesentlich vermehrt.

Die Untersuchung zeigt, dass im Untergrund der Alkaliböden der Salzgehalt selten so hoch steigt, dass die Wurzeln dadurch geschädigt würden; auch stark geschwängerte Böden enthalten selten mehr als etwa 0,25 pCt. in 300 mm Tiefe. Die Schädigung findet fast ausschliesslich nahe oder an der Oberfläche statt, wo durch die Verdunstung die Salze sich anhäufen und (besonders im Fall der Soda) die Wurzelkrone zerfressen, wie das eine dort gebildete bräunliche Zone nur zu deutlich anzeigt. Es kommt also vor allem darauf an, diese Anhäufung zu verhindern, und dies kann durch fleissige Tiefkultur oft so vollständig geschehen, dass alle wesentlichen Schwierigkeiten beseitigt sind, besonders wenn es sich nur um neutrale Salze handelt.

Anders gestaltet sich freilich die Sache, wenn ein wesentlicher Theil der Salze aus Natroncarbonat besteht; denn dann wird nicht

nur die Pflanze direct durch einen viel geringeren Salzgehalt schon wesentlich geschädigt, sondern der Einfluss erstreckt sich auch auf den Boden selbst. Es wird dann nicht nur die Humussubstanz ganz oder theilweise aufgelöst, sondern im Fall bindiger Böden wird, wegen der Verpuddelung der Thonsubstanz durch das alkalische Salz, selbst die Beackerung schwierig oder ganz unmöglich, und dies gerade bei den reichhaltigsten Böden.

Ich habe als Gegenmittel für diesen Fall schon seit längerer Zeit die Anwendung des Gypses empfohlen. Es wird durch diesen das Natroncarbonat in das bei weitem weniger schädliche Glaubersalz umgewandelt, während zugleich Kalkcarbonat sich bildet. Ueberdies wird auch dadurch nicht nur die Verpuddelung der Thonsubstanz aufgehoben, sondern es wird auch die aufgelöste Humussubstanz unlöslich gemacht und ihren normalen Funktionen zurückgegeben; zugleich wird auch etwa gegenwärtiges Alkaliphosphat zersetzt, sodass statt dessen höchst fein vertheiltes Tricalciumphosphat in dem Boden zurückbleibt. Sollte es dann nach der Abstumpfung der Soda doch zur Drainirung kommen, so sind all diese werthvollen Bestandtheile gerettet. In der Regel aber wird die Verbindung der Tiefkultur mit dem Gypsen das Land für fast alle Zwecke der Landwirthschaft nutzbar machen, wie dies die Anwendung dieses Verfahrens im Grossen in Californien schon praktisch bewiesen hat.

Es ist schwer verständlich warum diese einfache Methode der Melioration nicht schon längst auf die Soda- oder Szikböden der Ungarischen Tiefebene Anwendung gefunden hat; ebenso scheint man bis jetzt in Indien in dieser Hinsicht noch wenig Fortschritte gemacht zu haben. Es ist zu hoffen, dass wenn einmal der Bodenreichtum, der den Böden der ariden Regionen nothwendig innewohnt, in weiteren Kreisen Anerkennung findet, nicht nur in den genannten Ländern, sondern auch in andern sogenannten Wüstengegenden der Kultur weite Strecken eröffnet werden, die jetzt als kulturunfähig angegeben sind. Denn was in den californischen Thal als wahr befunden worden ist, muss grundsätzlich unter gleichen Umständen auch anderswo sich bewähren.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [45](#)

Autor(en)/Author(s): Hilgard Eugen Woldemar

Artikel/Article: [Die Bodenverhältnisse Californiens. 15-22](#)