# Beiträge
zur
# Kenntnis der Wasserwirtschaft
in den
# Vereinigten Staaten von Amerika.

## Bericht
über eine Studienreise durch die Vereinigten Staaten von Amerika
im Sommer 1904

erstattet von

Regierungs- und Baurat **Krüger**
Meliorations-Baubeamter zu Bromberg.

Mit 48 Abbildungen.





**Berlin.**
**Verlagsbuchhandlung Paul Parey.**
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstraße 10.
1906.

# Inhaltsverzeichnis.

# Vorwort.

Durch den Herrn Minister für Landwirtschaft, Domänen und Forsten wurde ich beauftragt, als Sachverständiger die Weltausstellung zu St. Louis zu besuchen und, soweit ich dazu in der Lage sei, die Reise auf den trocknen Westen der Vereinigten Staaten von Amerika auszudehnen, um mich über die Einrichtungen des Meliorationswesens und der Kulturtechnik, insbesondere der Bewässerungswirtschaft, zu unterrichten. Ich mußte danach streben, die Reise zu einer Zeit zu machen, die es mir ermöglichte, die Bewässerungsanlagen im Betriebe zu sehen; außerdem hielt ich es für unerläßlich, aus der einschlägigen Literatur über Umfang und Einrichtungen der Meliorationen der Vereinigten Staaten mir einen Überblick zu verschaffen. Dabei sah ich bald ein, daß es notwendig sei, mich zu beschränken, um bei der ungeheuren Ausdehnung der Meliorationen selbst und des Gebietes, über welches sie zerstreut sind, Zeit und Beobachtungen nicht zu sehr zu zersplittern.

Die Eindrücke meiner Reise glaube ich am besten in der Form zum Ausdruck zu bringen, daß ich den Bericht in zwei Abschnitte trenne, und zwar in „Allgemeine Reiseeindrücke“ und in „Einzelheiten“.

Die am Schluß des Berichtes auf Tafeln angefügten Abbildungen, Skizzen aus der Bewässerungswirtschaft der Vereinigten Staaten, die ohne weitere textliche Erläuterungen verständlich sind, wurden den Bulletins des United States Department of Agriculture, office of experiment stations (irrigation investigations) entnommen. Die Verwaltung des Department, division of publications, hat in liebenswürdigster Weise die Erlaubnis zur Wiederveröffentlichung dieser Abbildungen gegeben und die Galvanos dafür an Ort und Stelle anfertigen lassen. Ich spreche dafür auch an dieser Stelle dem Ackerbauministerium der Vereinigten Staaten besten Dank aus. Auch dem Herrn Gouverneur des Staates Utah bin ich für Überlassung eines Galvanos zu Dank verpflichtet.

**Der Verfasser.**

# I. Allgemeine Reiseeindrücke.

Am 11. August trat ich in Kuxhaven die Ausreise an und landete am 21. August in New York, um am 23. August über Philadelphia und Baltimore nach Washington weiter zu reisen. Auf dieser Fahrt nahm ich zu meiner Überraschung wahr, daß selbst in diesen Gegenden der ältesten Besiedelung noch erhebliche Flächen in recht niedriger Kultur stehen, obwohl der Boden — sandiger bis kiesiger Lehm — durchaus kulturfähig zu sein scheint. Ich sah große versumpfte Gebiete, die nur Binsen und Schilf trugen, dazwischen Wälder, hauptsächlich aus Ahorn und Eichen bestehend, welche offenbar jeglicher Pflege entbehrten und einem Urwalde nicht unähnlich sahen. Die dazwischen liegenden kultivierten Äcker trugen fast ohne Ausnahme Mais; doch litt auch dieser unter übermäßiger Nässe. Die Häuser waren klein und einfach, als wenn die Farm erst in jüngster Zeit bezogen worden wäre. Mich überraschte dieser verhältnismäßig niedrige Stand der Kultur um so mehr, als ich ihn in einem Landesteile fand, der durch ein dichtes Eisenbahnnetz, die Nähe der Küste und eine ziemlich dichte Bevölkerung besonders begünstigt ist.

Am 24. und 25. August besuchte ich das Agricultural Department und insbesondere den Chef der Abteilung für Meliorationswesen, Professor Elwood Mead und dessen Assistenten Mr. Teele. Da ich schon von Deutschland aus Mr. Mead von meinem Kommen und dem Zweck meiner Reise verständigt hatte, war mein Reiseplan bereits vorbereitet. Mit Rücksicht auf die verhältnismäßig knappe Zeit, die ich für meine Reise in Aussicht nehmen konnte, wurde mir empfohlen, mich auf den Besuch von Colorado, Utah und Kalifornien zu beschränken. Aber bei dem ungeheuren Umfange der Meliorationen in diesen Staaten war noch eine weitere Einschränkung notwendig, und man bezeichnete mir daher bestimmte Anlagen, welche ich in erster, zweiter usw. Reihe besuchen sollte.

Nach diesen Vorbereitungen und ausgestattet mit einer großen Zahl sehr freundlich gehaltener Empfehlungsschreiben des Mr. Mead an die Hauptbeamten der Einzelstaaten, ausgestattet ferner mit einer Anzahl einschlägiger Bücher, die mir kostenlos verabfolgt wurden, konnte ich am 27. August nach St. Louis übersiedeln. Es erwies sich als durchaus zweckmäßig, die Empfehlungsschreiben mit einer Anmeldung über den Zweck der Reise einige Tage der Ankunft vorauszuschicken. Ich fand dann alles zu den Besichtigungen in liebenswürdigster Weise vorbereitet und erlitt an keiner Stelle Zeitverlust.



U. 508. 4000. 06.

Die Fahrt nach St. Louis führte mich über das Alleghany-Gebirge, Cincinnati und Indianapolis. Abgesehen vom Alleghany-Gebirge, das ich leider größtenteils bei Nacht durchfuhr, ist die Landschaft auf dieser Reise ungemein eintönig. Nur baumlose Ebene und Maisfelder und einige Viehweiden im Gemenge damit. Einzeln liegende, hölzerne Farmhäuser längs der ganzen Bahnstrecke, die sich ab und an — an Stellen älterer Siedelung — zu einer Gruppe verdichten und dann den Namen einer Stadt führen. Der gute Boden wird vielfach von Früchten nur mäßiger Beschaffenheit bestanden. Oft zeigten die Maisfelder fast völligen Mißwuchs. Meistens scheint dies an mangelhafter Entwässerung und darin begründeter ebensolcher Bestellung zu liegen. Die Wirtschaft ist aber auch durch starke Niederschläge erschwert, deren Spuren in tiefen Ausspülungen, selbst in ganz flachem Hügellande, deutlich vor Augen treten. Doch werden die landwirtschaftlichen Verhältnisse westlich von Cincinnati wesentlich besser, wo besonders prächtiges Rindvieh auf guten Weiden auffällt.

Der 28. August, der Tag meiner Ankunft in St. Louis, war ein Sonntag; die Ausstellung hatte daher ihre Pforten geschlossen. Die folgenden vier Tage waren ganz dem Besuche der Ausstellung gewidmet. Die Mitteilung der Herren in Washington fand ich vollkommen bestätigt: es waren sehr wenig das Meliorationswesen betreffende Ausstellungsgegenstände vorhanden. Doch gab es auf anderen Gebieten genug des Interessanten zu sehen. Vor allem im Government Building, dessen Ausstellungsgegenstände einen lehrreichen Überblick über die vielseitige Tätigkeit der Regierung der Vereinigten Staaten boten. Zu erwähnen sind hier besonders die Ausstellungen des Geological Survey und des Weather Bureau, weil deren Tätigkeit mit dem Meliorationswesen in ziemlich enger Berührung steht. Auch das eigentliche Meliorationswesen war in diesem Gebäude vertreten. Ich behalte mir vor, weiter unten näher auf diese Ausstellung einzugehen. Ferner befanden sich in dem Education Building Ausstellungsgegenstände über Landesmeliorationen in Modell und Zeichnung. Nicht in letzter Linie fesselte das eine Fläche von rund 6,5 ha überdachende Agricultural Building das Interesse eines Meliorationstechnikers, insofern sich hier Gelegenheit bot, die Wirkung der Bewässerung in den ausgestellten landwirtschaftlichen Produkten, Bildern und statistischen Darstellungen kennen und bewundern zu lernen. Die Erzeugnisse der Einzelstaaten von Nordamerika waren zu Sonderausstellungen in dem großen Gebäude zusammengefaßt. Am glänzendsten von den landwirtschaftlichen Ausstellungen der Einzelstaaten war die von Kalifornien. Der Reichtum dieses Landes an Früchten von selten üppiger Entwicklung war in reizvollen und großartigen Gruppen in sehr geschickter Weise zur Darstellung gebracht, gehoben durch Bilder und Panoramen charakteristischer Gebietsteile, wie des durch Bewässerung zu so berühmter Fruchtbarkeit gelangten Tals bei Riverside.

Wenn hier mit einigen Worten die deutsche Ausstellung gestreift werden darf, so fesselte in der landwirtschaftlichen Ausstellung besonders das sehr hübsch dargestellte Moorwesen, vielleicht wegen seiner Fremdartigkeit für viele andere Nationen. Die Torfindustrie, die Bauten auf dem Moore, die Holzschuhe der Pferde und andere Gegenstände gaben zu vielen Bemerkungen und Fragen Anlaß. Ich hörte auf meiner ferneren Reise von Amerikanern, welche die Ausstellung offenbar eingehend studiert hatten, das lebhafte Bedauern, daß alle Erläuterungen, die in dieser Abteilung mit ausgestellt waren, in deutscher Sprache abgefaßt und die Aufseher nicht

in der Lage gewesen seien, in englischer Sprache gestellte Fragen zu beantworten. Einen ebenfalls vorzüglichen Eindruck machte die Ausstellung der deutschen Wasserbauverwaltung. Hier fand ich aber auch Gelegenheit zu bewundern, mit welchem Interesse und Verständnis komplizierte Werke der Wasserbaukunst in Zeichnung oder Modell auch von Nichtfachleuten studiert und verstanden wurden. Ich erinnere mich besonders, wie eine Gruppe von Frauen, die dem Farmerstande anzugehören schienen, das Modell des Schiffshebewerkes bei Henrichenburg umstand und bewunderte, wie sie sich im Erklären gegenseitig zu Hülfe kamen, um schließlich die Wirkungsweise des Werkes in den Grundzügen richtig zu erfassen.

Am 3. September setzte ich meine Reise fort, mit Denver, der Hauptstadt Colorados, als nächstem Ziele. Die Fahrt ging durch Iowa und Nebraska, zunächst dem Laufe des Mississippi folgend, um sodann nach Westen umzubiegen und bei Lincoln den Missouri zu kreuzen. Das landschaftliche und landwirtschaftliche Bild ist dem der Staaten östlich vom Mississippi sehr ähnlich: Ebene und Maisfelder, kein Wald, kaum ein Baum. Allmählich nimmt die Dichtigkeit der Farmen und Siedelungen ab, Zweigbahnen werden immer seltener, und sobald wir in der Nähe des 100. Meridians das Tal des Republican River erreichen, verändert sich dort das Bild fast plötzlich. Ringsum Prärie, soweit das Auge reicht, mit kurzem, gänzlich verdorrtem Grase bestanden, in leicht gewellten Hügeln, ohne hervorragende Punkte, sich bis an den Horizont ausdehnend. Wie mit einem Zauberschlag sind wir in die trockene Hochebene versetzt, und die typische, mehrere Monate anhaltende, völlige Regenlosigkeit hat ihre Wirkung getan und alles pflanzliche Leben vernichtet. Nur die schmale Niederung des Republican River zeigt Leben. Die geringe Wassermenge des Flusses ist in einfachster Weise zu Bewässerungen ausgenutzt, und zerstreute Farmen sind in dem Tale angesiedelt. Ohne die Anlage umfangreicher Staubecken wird es nicht möglich sein, einen nennenswerten Teil der Prärie zu bewässern. Ihre wellige Gestaltung bereitet einer Bewässerung ohnehin nicht unerhebliche Schwierigkeiten.

Am 6. September ging es von Denver nach Greely, um die bereits ausgedehnte, aber immer noch in lebhafter Entwicklung begriffene Bewässerung aus dem Cache la Poudre River, einem Nebenfluß des Platte River, der im Felsengebirge am Fuße des Longs Peak entspringt, zu besichtigen. Von der Eisenbahn aus bemerkte ich vor den Toren der Stadt Denver, daß mit Schutt und Müll zusammen auch Stalldünger in großen Mengen abgeladen wird, ein eigenartiger Anblick für einen Reisenden, der einem Lande mit alter Bodenkultur entstammt. Das durchfahrene Land besteht entweder aus völlig wüster Prärie oder fruchtbaren Feldern, je nachdem es ohne Bewässerung oder mit solcher ausgestattet ist. Auf bewässertem Lande bilden Zuckerrüben, Luzerne, Kartoffeln und Weizen die Hauptfrüchte in gutem Bestande. Der Anbau von Mais verbietet sich wegen der noch spät eintretenden Nachtfröste der Hochebene. In diesem Jahre war bereits vor einigen Tagen, also Anfang September, der erste Nachtfrost zu verzeichnen gewesen.

Die Prärie trat immer mehr in den Hintergrund, um in der Nähe von Greely einer geschlossenen Bewässerungswirtschaft Platz zu machen. Noch am Nachmittag dieses Tages hatte ich Gelegenheit, auf einer Automobilfahrt die Bewässerung näher kennen zu lernen; ich sah dabei auch die Zuckerfabriken von Greely und

Eaton, die für eine tägliche Leistung von 500 t und 700 t Rübenverarbeitung eingerichtet sind; die Ausbeute an Zucker soll 12—15 % betragen. Der gesamte Bedarf an Rübensamen wird aus Deutschland gedeckt.

Am 7. September ging es auf dem „buggy“ (amerikanischer Einspänner; vgl. Buchausgabe 6 der Berichte über Land- und Forstw. im Auslande: Brutschke, Die landwirtschaftlichen Maschinen in den Vereinigten Staaten) mitten durch das Bewässerungsgebiet weiter nach Fort Collins. Ich nahm auf dieser Fahrt Gelegenheit, besonders die Reservoirs, Zuleiter mit ihren Bauwerken und den Betrieb der Bewässerung kennen zu lernen.

Die Gründung der im Bewässerungsgebiet gelegenen Städtchen Greely und Fort Collins gehört erst der neuesten Zeit an, und mit ihrer Gründung ging Hand in Hand der Beginn der Bewässerungswirtschaft, ohne welche eine Städtegründung hier überhaupt undenkbar gewesen wäre. Jetzt, wo der Ausbau der Bewässerung systematisch und in größerem Umfange betrieben wird, seit sie durch eine neue Wassergesetzgebung (vgl. Bericht des Landwirtschaftlichen Sachverständigen, Beilage zu den „Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft“ 1906, Nr. 1) auch auf sicherere Grundlage gestellt ist, befinden sich beide Städtchen in schnellem Aufblühen. Trotz der geringen Bevölkerung von 3000 bis 5000 Einwohnern, hat jede Stadt mehrere Banken, ein Opernhaus, vorzügliche Schulen, und die Villenviertel zeugen von behäbigem Wohlstande.

Am 8. September unternahm ich, geführt von dem Ingenieur der Irrigation Company, eine Buggyfahrt durch den nördlichen Teil der Cache la Poudre Irrigation, besichtigte hauptsächlich verschiedene Staubecken und drang vor bis in die unermeßliche Prärie, um hier einen im Bau befindlichen großen Zuleiter mit einer Länge von etwa 50 km kennen zu lernen. Der Bau des Kanals wurde fast ausschließlich mit den ungemein praktischen „scrapers“ (vgl. Brutschke, a. a. O.) betrieben, einem Muldenblech, auf dessen Verwendung ich später noch zurückkommen werde. Bei all diesen Fahrten trat in untrüglicher Deutlichkeit hervor, daß nur Feuchtigkeit dem Boden fehlt, und daß allein diese in der Lage ist, die Wüste in ein Land von wunderbarer Fruchtbarkeit zu verwandeln. Zwar sind die Farmer verständig genug, ihren Viehdünger auf ihren Feldern zu verwenden; doch ist die Düngererzeugung der geringen Viehhaltung wegen nur sehr unbedeutend; künstlicher Dünger wird überhaupt nicht angewandt. Die verhältnismäßig geringen Wassermengen, welche aufgeleitet werden, können große Nährstoffmengen nicht zuführen; also ist es nur der natürliche Bodenreichtum dieses glücklichen Landes, der nur erschlossen zu werden braucht, um dem Farmer so günstige Wirtschaftsbedingungen zu gewähren. Der Wert der Bewässerung wird dadurch gekennzeichnet, daß nach den mir gewordenen Mitteilungen 1 acre Land ohne Bewässerung 2—3 Dollar kostet, während der Wert nach Herstellung der allgemeinen Bewässerungsanlagen auf 100—200 Dollar ansteigen soll.

Auf meinen Fahrten traf ich zahlreiche Scharen von Farmern, die hier ein neues Heim zu gewinnen suchten. Der Farmer ist überhaupt sehr beweglich, unternimmt oft weite Reisen, um sich über eine neue Wirtschaftsmethode zu unterrichten und sich eine neue Heimstätte zu gründen. Die bei unsern Bauern so sehr ins Gewicht fallende Seßhaftigkeit tritt hier ganz in den Hintergrund; die Land-

wirtschaft ist hier vielmehr lediglich ein Mittel zum Erwerb, wie jede andere Beschäftigung.

Am 9. September verließ ich Fort Collins, um nach Colorado Springs überzusiedeln. Hier war mir empfohlen, durch Vermittlung des City Engineer die Wasserwerke zu besuchen, welche nicht nur den Hauswasserbedarf zu decken, sondern auch die städtischen Anlagen und Privatgärten mit Rieselwasser zu versorgen haben. Um den interessantesten Teil der Werke kennen zu lernen, fuhr ich in der Frühe des 11. September mit der Zahnradbahn auf den Gipfel des 4300 m hohen Pikes Peak. Der Abstieg erfolgte zu Fuß, und ich hatte Gelegenheit auf dieser unvergeßlich schönen Wanderung die teilweise großartigen, meistens in malerischer Umgebung belegenen Sammelbecken der Wasserwerke kennen zu lernen, von denen das oberste in 3600 m Meereshöhe liegt. Obwohl das Wasserwerk nur die Städte Colorado Springs und Colorado City mit zusammen 25 000 Einwohnern zu versorgen hat, müssen die Sammelbecken von ungewöhnlichem Umfange sein, weil der Verbrauch für Tag und Kopf der Bevölkerung zu 1400 l ermittelt worden ist. Dieser für unsere Verhältnisse ganz unverständliche Wasserverbrauch ist teils darauf zurückzuführen, daß das Wasser nicht nach dem Verbrauch, sondern nach Haustaxe abgegeben und, wie bereits erwähnt, auch zur Rieselung der Hausgärten verwendet wird.

Es war von großem Interesse, im Gebirge zwei größere im Bau begriffene Staudämme zu sehen und dabei wieder die Vorzüge der Scraper kennen zu lernen. Bei dem Bau waren 300 Arbeiter gegen 2 Dollar Tagelohn und 200 Pferde zur Bespannung der Scraper beschäftigt.

Der 12. September war der Besichtigung der in der Ebene und der Nähe der Stadt belegenen Sammelbecken gewidmet, unterFührung des Mr. Waltmann.

Am 13. September trat ich über Pueblo und Leadville die Weiterreise nach Utah an. Wenn ich bei meinem Aufenthalte auf der Hochebene von Colorado geneigt war, den Anblick der europäischen Alpen dem des Felsengebirges vorzuziehen, weil dort die Formationen schroffer und hier der Schmuck des ewigen Schnees gänzlich fehlt, so muß ich nach Durchquerung des Felsengebirges mit den himmelanstrebenden Wänden des engen Royal Cannyon, der von Bergriesen umgebenen Hochebene von Leadville und weiter mit den Schluchten bei Glenwood doch gestehen, eine derartig großartige und wilde Gebirgslandschaft noch niemals zuvor gesehen zu haben.

Am Morgen des 14. September erwachte ich in Utah, dem Staate der Mormonen. Eine unbevölkerte Wüste, Hochebene und Sandsteingebirge, bis nach Überschreitung des Wahsatchgebirges in der Nähe des Utah Lake die ersten Spuren von der Kultur der Mormonen in Form von Bewässerungsanlagen erscheinen, die uns bis zur Hauptstadt Salt Lake City begleiten. Auf meiner Fahrt zum Großen Salzsee, am Nachmittag des 14. September, sah ich eine natürliche Salzfabrik, wie sie großartiger kaum gedacht werden kann. Auf dem ungemein flachen Vorlande des Sees waren durch kleine Erddämme Becken gebildet, die im ganzen mehrere 100 ha umfassen mochten. In diese Becken wird entweder bei höherem Wasserstande im See Wasser eingelassen oder auch mit Pumpen gehoben. Das trockene, heiße Klima besorgt die Verdunstung des Wassers in verhältnismäßig kurzer Zeit, und der 26%ige Salzgehalt des Seewassers stellt eine reiche Ausbeute sicher. Ich sah

die fertige Salzmasse. Die Becken waren mit Eisenbahngleisen versehen, und die mächtige Salzmasse wurde mit Schaufeln in die Güterwagen verladen. Ein Bad in dem Salzsee mit seinem Wasser vom spezifischen Gewichte 1,27 gehört zu den unvergeßlichen Erinnerungen.

Nachdem ich am 15. September den State Engineer aufgesucht hatte, unternahm ich auf dessen Rat am folgenden Tage einen Ausflug nach der bei Ogden belegenen Weber Creek Irrigation. Ich lernte hier auch die sogenannten „dry farmings“ kennen, das sind Farmen, die ohne Bewässerung bewirtschaftet werden, eine Art, die ich auf der Hochebene von Colorada ganz vermißt hatte.

Die auf bewässertem Lande angebauten Früchte sind die gleichen wie in Colorado, doch tritt Luzerne mehr in den Vordergrund. Sie zeigt nicht so guten Bestand wie in Colorado, weil die Verjüngung in zu langen Zwischenräumen erfolgt, oft erst nach 10 und mehr Jahren. Die bewässerten Obstgärten nehmen einen erheblichen Teil der Kulturen ein. Daneben findet sich Zuckerrohr (grün als Futter gebraucht) und Gemüse: Kartoffel, Zwiebel und in besonders ausgedehntem Maße Tomaten.

Hier besteht eine genossenschaftliche Fabrik für Konservierung von Tomaten. Der Betrieb, in dem etwa 50 Personen, darunter auch viele Mädchen und Knaben, gegen Stücklohn beschäftigt werden, ist sehr praktisch eingerichtet, so daß täglich 14 000 Büchsen zu je $2^1/_2$ Pfund Inhalt fertiggestellt werden zu einem Verkaufswerte von 15—20 Cents für eine Büchse. Die Tagesleistung beträgt also 175 dz im Werte von 8500 *M*. Die mittlere Erntemenge wurde zu 90 dz von 1 acre angegeben. Als besonders sinnreich ist mir die Verlötung der Konservenbüchsen in Erinnerung geblieben. 12 Büchsen werden gleichzeitig unter den Lötkolben geschoben, der, mit Gas geheizt, aus 12 ringförmigen Stücken besteht, welche der Form des Deckels genau entsprechen. Nachdem maschinell Lötwasser auf die zu lötende Naht gespritzt ist, wird der Lötkolben durch einen Fußhebel gesenkt und so alle 12 Büchsen gleichzeitig gelötet. Ein ganz kleines Loch in der Mitte des Deckels, das der erwärmten Luft Abzug gestattet, wird danach von Hand mit Lötzinn geschlossen. Auch das Aufkleben der Etiketten wird mit einer Maschine besorgt. Bei einer anderen Konservenfabrik für Tomaten mit einer Tagesleistung von 15 000 Büchsen, die ich später in Kalifornien nahe bei San José besichtigte, nahm ich eine andere, nicht minder praktische Löteinrichtung wahr. Die zu lötenden Büchsen werden auf eine um eine vertikale Achse drehbare Scheibe gesetzt, die etwa 20 Büchsen faßt. Durch Fußhebel dreht der Löter die Scheibe nach Bedarf. Die vor ihm stehende Büchse wird durch ein anderes Pedal und Friktionskupplung in Umdrehung versetzt. Dabei wird der nach einem Kreisausschnitt geformte, mit der Hand zu führende Lötkolben und das fadenförmige, von einer Rolle abzuhaspelnde Lötzinn angehalten und der Lötprozeß vollzogen. Die Leistung von 15000 Büchsen täglich für einen Löter mit zwei Handlangern spricht ohne weiteres für die Vorzüglichkeit der Maschine. Die in die Fabrik gelangenden Tomaten werden in einer kreisenden Trommel gewaschen und leicht gebrüht, dann mit Hand von der Schale befreit und teils mit der Maschine, teils mit Hand in die Büchsen gefüllt. Das eigentliche Kochen der Konserven geschieht in der Büchse.

Der Stücklohn der Arbeiter in diesen Fabriken soll bis zu 4 Dollar täglich betragen.

Am 17. September besuchte ich unter der Führung von Mr. Wilcken die Zuckerfabrik von Lehi und das am Utah Lake befindliche Schöpfwerk, das Bewässerungszwecken dient. Mr. Wilcken, ein geborener Lübecker, ging 1857 nach Salt Lake City, das erst 1847 gegründet war. Er hat also die Hauptentwicklung von Stadt und Staat miterlebt, hat mitgeholfen, die Überfälle der Indianer abzuweisen und die ursprüngliche Wüste am Fuße des Wahsatchgebirges durch Bewässerungsanlagen in Kulturland umzuwandeln; so konnte ich schwerlich einen achkundigeren und aufopfernderen Führer finden.

Am 18. September mittags setzte ich meine Reise fort, um über Ogden nach San Franzisko zu fahren. Bald hinter Ogden verläßt der Zug die auf den Landkarten vorgezeichnete Linie und schlägt einen neuen Weg quer durch den See ein. Mein Zug war der zweite, der diesen neuen, interessanten Weg benutzte. Der erste Teil des neuen Schienenweges liegt auf einem Erddamm, der mit einer Schüttung aus mächtigen Felsblöcken gegen den Wellenschlag gesichert ist. Die Schüttung des Dammes hat große Überraschungen und Schwierigkeiten bereitet. Während nämlich der Untergrund des Sees einen sehr festen Eindruck macht — wie ich beim Baden erfahren hatte —, erwies er sich als überaus wenig tragfähig, so daß die Dammschüttung stark versackte, vielleicht eine Folge des starken Salzgehalts. Zu beiden Seiten der Schüttung war der mineralische Boden aufgetrieben und in große Schollen gebrochen, wie das bei Schüttungen durch tiefes Moor eine bekannte Erscheinung ist. Diese trüben Erfahrungen haben die Bahnverwaltung veranlaßt, in tieferen Strecken der Seekreuzung das System der Dammschüttung zu verlassen. Man hat hier eine hölzerne Brücke eingeschaltet, die eine Länge von 41 km hat. Um die Brücke gegen Flugfeuer zu sichern, ist die ganze Fahrbahn zwischen und neben den Schienen mit Kies bedeckt. Im allgemeinen betrachtet man drüben die Aufstellung einiger Wassertonnen auf hölzerner Brücke als ausreichenden Schutz gegen Feuersgefahr.

Nach Kreuzung des Sees tritt der Zug in die große Wüste, die mit einer starken Salzschicht bedeckt ist, soweit der früher höhere Seespiegel gereicht hatte. Der Boden ist infolge des Salzes frei von jeglicher Vegetation, ein Bild der vollständigen Wüste, doch von reizvoller Eigenart. Im Osten grüßt die unabsehbare Fläche des Sees mit unzähligen Inseln aus schroffen, vollkommen nackten Felsen und im Hintergrunde des Sees das Massiv der Wahsatchberge, dessen Schatten bei der untergehenden Sonne in intensivem Violett erscheinen. Es ist ein Bild des Todes ringsumher, doch von ergreifender Großartigkeit und Schönheit. Wüste, mit kümmerlichem Grase oder Büschen von wildem Salbei (sage brush) bestanden, oft auch jeglicher Vegetation bar und mit einer Kruste weißer Salze bedeckt, begleitet die Fahrt zu beiden Seiten fast auf der ganzen, langen Fahrt durch Nevada. Frei von aller Besiedlung, nur unbedeutende Häuser zur Unterbringung der Bahnarbeiter in den großen Abständen der Ausweichen für die durchweg eingleisige Bahn. War es möglich, hier einen Brunnen für die Wasserversorgung der Eisenbahn anzulegen, so ist das Haus umgeben mit einigen schattenspendenden Cottonwoodbäumen, die unserer Schwarzpappel zum Verwechseln ähnlich sehen; doch findet man bei größerer Ergiebigkeit des Brunnens wohl auch den Luxus einer kleinen Grasfläche bei dem Hause, ein schlagender Beweis, daß auch hier nur das Wasser fehlt, um die Wüste in Kulturland zu wandeln. Sonst kein Baum oder Strauch,

kein Grün; soweit das Auge reicht, auch nicht ein lebendes Wesen. Und doch fehlt es dieser Wüste nicht an Reizen, die ihr durch fortlaufende Gebirgsstöcke verliehen werden, teilweise von erhabener Schroffheit und Höhe. Bei dem Durchfahren dieser Landstrecken begreift man, weshalb Nevada der am schwächsten bevölkerte Staat der Vereinigten Staaten ist; hatte er doch 1890 nur rund 46 000 Einwohner bei 287 000 qkm Größe, die 53 % des Deutschen Reichs ausmacht. Freundlicher wird der Anblick, wenn der Zug das schmale Tal des Humboldtriver erreicht. Die wunderwirkende Kraft des Wassers, das zu Bewässerungen ausgenutzt wird, hat hier Wiesen und üppige Luzernefelder, sowie als Folge davon einige blühende Siedelungen hervorgezaubert.

Östlich von Reno ist das Government damit beschäftigt, auf Grund des Reclamation Law eine Bewässerung in anscheinend sehr großem Stile zur Ausführung zu bringen. Der Grundgedanke dieses erst seit einigen Jahren geschaffenen Gesetzes besteht darin, Bewässerungsanlagen nach einheitlichen und großen Gesichtspunkten anzulegen, insbesondere auch den Landbesitz der Regierung der Vereinigten Staaten durch Bewässerung zu verbessern und zu veräußern und den dadurch erzielten Gewinn lediglich wieder auf Meliorationen zu verwenden. Es sind Geldquellen von beneidenswerter Höhe, die auf diese Weise flüssig gemacht werden. Betrugen doch die Einnahmen nach einer Mitteilung in dem „American Monthly Review of Reviews" 8 000 000 Dollar im Jahre 1903, und für 1904 werden sie auf 10 000 000 Dollar geschätzt.

Bald hinter Reno beginnt der Aufstieg zur Sierra Nevada, einem Gebirge arm an Wasser und Bäumen. Es waren zwar die ersten „Bestände", die ich seit dem Verlassen des Alleghanygebirges erblickte, doch weit entfernt von Beständen in unserm Sinn; zwar achtunggebietende Riesen unter ihnen, doch schien es mir, als wenn die Verjüngung viel zu wünschen übrig läßt. Der Scheitel wird ohne größere Tunnel überwunden; um so kühner sind die Windungen der Eisenbahn, welche sich dem Gelände ganz anpassen muß. Die Scheitelstrecke liegt auf 2100 m Meereshöhe und muß daher gegen Winterschnee geschützt werden. Zu diesem Zwecke ist in der Scheitelstrecke eine Gallerie aus schwerster Holzkonstruktion errichtet, die vom Zuge tunnelartig durchfahren wird. Dem Vernehmen nach hat diese Gallerie eine Länge von 42 Meilen = 68 km.

Beim Verlassen der Gallerie empfangen uns dichte Rauchwolken, und wir fahren in vielfachen Windungen, teils über, teils durch das Gebiet eines im Erlöschen begriffenen Waldbrandes von erheblicher Ausdehnung, der auch eine Strecke der Gallerie in Mitleidenschaft gezogen hatte. Die Waldbrände gehören nicht zu den Seltenheiten, wie ich aus älteren Spuren auf der weiteren Fahrt wahrnahm. Ich sah später im Coast Range zwischen San Franzisko und Sta. Cruz ein großes Waldgebiet, das vor 1—2 Jahren abgebrannt sein mochte. Die jüngeren davon betroffenen Bäume (Nadelhölzer) waren endgültig vernichtet, während die älteren neue Zweige getrieben hatten und grünten. Das mag mit zur Erklärung der obengedachten Erscheinung beitragen, daß es an Nachwuchs fehlt, auch wenn große Bäume mit leidlichem Bestande noch vorhanden sind.

Westlich der Wasserscheide umgibt den Reisenden sofort eine ganz andere Vegetation; es kommt in ihr bereits das milde Klima der pazifischen Küste zum Ausdruck. Der Zug eilt vorbei an einem von Chinesen bewohnten, großen Gold-

wäscherdorf. Die tiefen, ausgewaschenen Gruben geben noch Zeugnis von dem ehemaligen ungeheuren Umfange des Betriebes. Doch jetzt ist Ruhe eingetreten. Durch die rücksichtslosen Abschwemmungen aus den Wäschereien ist die Vorflut des Sacramento River und seiner Nebenflüsse arg geschädigt, und dies hat die Regierung veranlaßt, einschränkende Vorschriften zu erlassen.

Erst gegen Mitternacht des 19. September erreichte ich das zur Feier der den Westen — in Scharen, die an eine Völkerwanderung erinnern — besuchenden Freimaurer festlich erleuchtete San Franzisko.

Am 20. September besuchte ich, meinem Empfehlungsschreiben entsprechend, die Professoren Fortier und Hillgard in der Berkley University. Ersterer hat in einer Art Nebenamt die Stellung eines Chefingenieurs für die Meliorationen in Kalifornien. Auf das liebenswürdigste von dem Lehrerkollegium aufgenommen, folgte ich der Einladung, einer Vortragsstunde des Professor Hillgard beizuwohnen. Er las über angewandte Chemie, und mehr als die Hälfte seiner Zuhörerschaft bestand aus Damen. Professor Hillgard informierte mich an der Hand seiner Sammlungen über die Bodenverhältnisse Kaliforniens, deren hervorragende Eigentümlichkeit darin besteht, daß der Boden in weiten Bezirken im Untergrunde bis zu einer Tiefe von 10 m und mehr dieselbe Zusammensetzung besitzt wie an der Oberfläche. Dagegen ist der Boden meistens arm an Humus, weil das trockne, heiße Klima Kaliforniens eine Humifizierung der Pflanzenreste verhindert, vielmehr eine Art Verbrennung herbeiführt. Professor Fortier gab mir erwünschte Aufklärungen über das Meliorationswesen Kaliforniens und dessen klimatische Verhältnisse. Von ihm erhielt ich auch Empfehlungsschreiben, die mir den Weg für die Besichtigung besonders interessanter Meliorationen bahnten.

In der Nähe der Berkley University begegnete ich zum ersten Male dem mächtigen Eucalyptusbaum in malerischen Gruppen; es war mir neu, daß der Baum auf trockenem Standort und in trockenem Klima so vorzüglich und schnell wachsend gedeiht.

Am 21. September wurde ich von Mr. Tibbet, einem Assistenten von Mr. Fortier, nach San José und dem durch seine bewässerten Obstgärten so berühmten Santa Clara-Distrikt geführt. Zur Bewässerung werden einige kleine Flüsse benutzt, die in der Sierra del Monte Diablo entspringen. Da dies Gebirge indes nur niedrig ist und deshalb erhebliche Schneemengen nicht ansammelt, so führen die Flüsse nur während des Frühlings, Februar bis April, Wasser; während der übrigen Zeit, Mai bis August, wird das Wasser aus Röhrenbrunnen mit Dampfmaschinen und Zentrifugalpumpen künstlich gehoben. Fast jede Farm hat ihre eigene Pumpenanlage. Die Pumpe ist in einem gemauerten Kesselbrunnen montiert, in den ein Röhrenbrunnen mündet.

Jährlich werden 4—7 Bewässerungen gegeben, die zusammen eine Wasserhöhe von 0,5—0,6 m ausmachen. Es werden also für 1 ha jährlich 5000—6000 cbm Wasser gebraucht. Die Betriebskosten sind demnach recht erheblich und können nur durch die hohen Erträge aus den Obstgärten gedeckt werden. Von Jahr zu Jahr wird die Hubhöhe größer, weil das Grundwasser sinkt; das legt die Vermutung nahe, daß man den Vorrat des Grundwassers durch die Bewässerung angegriffen hat. Gegenwärtig ist das Wasser etwa 10 m hoch zu heben. Das Wasser wird zunächst in ein — meist hölzernes — Reservoir gehoben und von

hier aus mit Röhren zu den Gärten geleitet, um dort aus Hydranten entnommen und den Rieselrinnen zugeleitet zu werden. Angebaut werden Pfirsiche, Birnen, Äpfel, Nüsse, Mandeln und besonders Pflaumen. Der Wert eines Obstgartens mit Bäumen im besten Alter wird im Mittel zu 650 Dollar für 1 acre angegeben, doch soll er auch bis auf 1000 Dollar steigen. Die laufenden Kosten für Wässerung und Ernte bis zum Konservieren werden auf 100 Dollar geschätzt. Diesem sehr hohen Grundstückpreise stehen Erträge von 10—15 t Pfirsiche zu 50 Dollar für die Tonne gegenüber. Eine Fläche mit Kirschen bestanden brachte 800 D/ac (Dollar für 1 acre). Die Obstfarmen sind in der Regel 10—15 acres (4—6 ha) groß, und der Farmer besorgt mit seiner Familie alle Arbeiten ohne fremde Hülfe. Schädigungen durch die San José-Schildlaus wurden ganz in Abrede gestellt.

Um den reichen Segen an Früchten, die dieses Land hervorbringt, vorteilhaft zu verwerten, sind zahlreiche Dauerwarenfabriken im Betriebe. Ich sah den großartigen Betrieb einer Pflaumen-Konservenfabrik. Dank dem trocknen und heißen Klima wird das Trocknen allein von der Sonne besorgt. Die Pflaumen werden auf flache Rahmen gebreitet und unter günstigen Verhältnissen ist das Trocknen innerhalb vier Tagen erledigt. Sie gehen dann in den Lagerraum, werden durch Paternosterwerke auf die Sortiersiebe gehoben, um danach durch Schächte in andere Lagerräume herabzufallen. Nach einer Wäsche mit warmem Wasser werden sie in Kisten verpackt und in diese leicht eingepreßt. Die erste Sorte wird halb gebrüht und mit Hand hübsch ansehnlich geknetet und dann ebenfalls in Kisten — doch von feinerer Ausstattung — verpackt. Die verschiedenen Sorten werden durch die Anzahl, die ein Pfund ausmacht, charakterisiert. Der Verkaufspreis beträgt 2 bis $2^1/_2$ Cent im Durchschnitt und 4 Cent für ein Pfund erster Sorte.

Die zahlreichen in solcher Fabrik gebrauchten Kisten werden ebendaselbst leicht und gut mit einer sehr zweckmäßigen Kistennagelmaschine hergestellt. Die fünf eine Kiste bildenden Bretter werden von Hand unter die Maschine gehalten und durch eine Hebelauslösung werden Nägel an die richtigen Stellen zugeleitet und eingetrieben. Die Nagelung einer Kiste vollzieht sich auf diese Art in wenigen Sekunden.

Alle Wege werden hier wie in den anderen Staaten von der County unterhalten. Sie begrenzen das bekanntlich überall gleiche Quadrat einer „Sektion" von 640 acres Flächeninhalt. Niemals sind sie mit Steinen befestigt, Ausnahmen hiervon findet man ab und zu nur im Innern der Städte. Das trockne Klima hält die Wege in gutem Zustande. Hier in Kalifornien begegnete ich der folgenden originellen Art der Wegbefestigung. Das Land ist reich an Erdölen, die mit Asphalt gemengt aus dem Boden fließen. Mit diesem schwerflüssigen Öle wird der Weg besprengt, und es gibt demselben eine Oberflächenbeschaffenheit, die entfernt an unsere Asphaltstraßen erinnert. Die so befestigten Wege sind nicht nur widerstandsfähig gegen Lasten, sondern auch gegen die aufweichende Wirkung des Regens; vor allen Dingen aber dämpfen sie den Staub, der sonst in der trocknen Jahreszeit Landreisen im höchsten Grade lästig macht. Das Besprengen wird alle zwei Jahre wiederholt und erfordert etwa 6 gallons (27 l) für 1 m Weglänge. Es ist leider nur da verwendbar, wo das Öl so billig ist wie in Kalifornien und

die gleichen Eigenschaften besitzt. In Bakersfield, dem Mittelpunkte der kalifornischen Erdölindustrie, kostet solches Öl mit 50 % Asphaltgehalt $1^1/_2$ Pf. für 1 l.

Während diese Art der Wegebefestigung in Kalifornien die Regel bildet, fand ich in einer anderen entlegenen Gegend den Weg dadurch befestigt, daß man Stroh über ihn gebreitet und mit Erde beschwert hatte. Das ist nur möglich in einem Lande, wo das Stroh so geringe Bedeutung hat, da das Vieh meist während des ganzen Jahres auf der Weide bleibt. Die Kosten dieser Befestigung mit Stroh werden zu 50 Dollar für eine Meile angegeben, das sind 130 ℳ für 1 km.

Die Tage 22./25. September waren Besichtigungen in dem herrlichen San Franzisko und dessen Umgebung gewidmet.

In den nächsten Tagen sollte ich die Ebene des Joaquin River näher kennen lernen; denn am 26. September führte mich der Zug nach Modesto, um in dessen Umgebung eine der größten Bewässerungsanlagen zu besuchen. Modesto ist die Hauptstadt der County mit 2500 Einwohnern, drei Schulen, darunter eine High School, drei Banken und fünf Kirchen, das recht charakteristische Bild einer infolge von Landmeliorationen schnell aufblühenden Stadt. Vier Tage lang besichtigte ich die Bewässerungsanlagen unter der aufopfernden Führung des Superintendenten Mr. Crowe. Die Melioration liegt zu beiden Seiten des Tuolumne River, der nachbarlich dem berühmten Yosemite Valley auf der Sierra Nevada entspringt. Am linken Ufer liegt der Irrigation-Distrikt von Turlock mit 176 000 acres (71 280 ha) und am rechten der von Modesto mit 82 000 acres (33 220 ha); die gesamte Anlage, welche auf den gemeinsamen Wasserbezug aus dem Tuolumne River angewiesen ist, hat also den stattlichen Umfang von rund 104 500 ha. Die Verwaltung ist vollkommen genossenschaftlich. An der Spitze jeder Genossenschaft steht ein Superintendent. Neben diesem gehören zum Vorstande des Modestodistrikts fünf Direktoren, welchen die Aufsicht und Verwaltung in Teildistrikten obliegt, ein Sekretär, ein Schatzmeister, ein Kollektor, der das Einsammeln der Genossenschaftsbeiträge zu besorgen hat. Außerdem gehören 15 Aufseher (canal rider) zu dem Personal der Genossenschaft, welche die Aufsicht über die genossenschaftlichen Anlagen zu führen und für gerechte Verteilung des Wassers zu sorgen haben. Nach Überwindung langwieriger Prozesse wegen des Wasserbezuges ist die Bewässerung erst seit 1901 und für den Modestodistrikt seit 1903 im geordneten Betriebe. Doch ist die Anlage erst in der Entwicklung begriffen. So wurden im letzten Jahre in dem Modestodistrikt erst 7200 acres bewässert. Das übrige Land ist ebenfalls beitragspflichtig, weil es bewässerungsfähig ist, auch wenn es dies zurzeit nicht ausnutzt. Die genossenschaftlichen Abgaben haben im letzten Jahre 60 Cent für 1 acre betragen.

Bewässert werden nur Luzerne (alfalfa), Gemüse und Obstgärten, welche, nach der jetzigen Entwicklung zu urteilen, wahrscheinlich noch einmal eine Hauptrolle unter den Erzeugnissen spielen werden. Das übrige Land wird ohne Bewässerung als dry farming bewirtschaftet und ohne Wechsel mit Weizen oder Gerste bestellt, und zwar ohne jede Düngung. Die Bestellung erfolgt ein Jahr um das andere. Die sehr lang geschnittene Stoppel bleibt nach der Ernte stehen und wird erst im nächsten Sommer und Herbst gepflügt. Danach erfolgt die Saat zu Beginn der Regenzeit (Oktober). In der Regel wird zweimal gepflügt und ein- bis zweimal

geeggt. Ein mit 10—12 Zugtieren bespannter Pflug leistet täglich 10—15 acres und verursacht gegen 10 Dollar Betriebskosten. Die ganzen Bestellungskosten, ausschließlich Saatgut, sind also auf etwa 4 Dollar für 1 acre zu schätzen.

Die Ernte geschieht meistens mit den großen Universalmaschinen, die nur die Ähren scheiden, gleichzeitig dreschen und das Getreide reinigen. Der Ausfall dabei ist manchmal so erheblich, daß er einer Aussaat gleicht und eine — wenn auch minderwertige — Zwischenernte gibt. Trotz dieser primitiven Wirtschaftsform soll der Ertrag an Weizen durchschnittlich immer noch 16 bushels von 1 acre oder rund 11 dz auf 1 ha betragen. In diesem Jahre kostete 1 bushel Weizen 0,9 Dollar, so daß 1 acre der mit Weizen bestellten dry farming immer noch nahezu 15 Dollar Rohertrag bringt. Das ist sehr beachtenswert bei dem geringen Grundwert und der einfachen Bestellung.

Die Farmen sind selten größer als 80 acres und gehen herab bis auf 5 acres. Letztere sind zu klein, um eine Familie zu ernähren; erstere zu groß, um von dem Farmer und seiner Familie allein bewirtschaftet zu werden, sie machen vielmehr während der Bewässerungszeit und Ernte die Annahme einer fremden Hülfe notwendig. Diese Hülfsarbeiter erhalten monatlich 35—40 Dollar bei freier Verpflegung. Neben diesen Farmen normaler Größe gibt es Riesenfarmen bis zu 10 000 acres Ausdehnung. Mag auch ein großer Teil dieser von dem Besitzer selbst bewirtschaftet werden, so bildet doch die Regel, diese großen Farmen in Parzellen gegen $^1/_4$ der Ernte zu verpachten.

Der Wert des zur Genossenschaft gehörigen Landes ohne Einrichtung zur Bewässerung wird zu 60 Dollar für 1 acre angegeben, mit solchen Einrichtungen zu 100 Dollar für 1 acre; doch ist der Wert in der Nähe von Ortschaften noch höher. Luzerne von bewässertem Lande bringt 3—5 Schnitte mit dem Gesamtertrage von 6 t Heu auf 1 acre, das einen Verkaufswert von 8 Dollar für die Tonne hat. Neuerdings ist man dazu übergegangen, das Luzerneheu zu schneiden und dann zu mahlen. Das Erzeugnis soll ein sehr leicht verdauliches Futter sein. Die Herstellungskosten betragen 1 Dollar für die Tonne. Man vermeidet indes gern, Pferde mit Luzernenheu zu füttern. Bessere Pferde erhalten vielmehr Heu, das aus grün geschnittenem jungen Getreide bereitet und weit höher bewertet wird als das von Luzerne.

Während der Monate April bis September erhält jede Fläche etwa zehnmal eine Bewässerung von 6" Höhe, im ganzen also etwa 5', während die mittlere Regenhöhe im Jahre $11^1/_2$" beträgt.

Bis jetzt ist man mit dem Wasservorrat des Tuolumne River noch immer ausgekommen; es ist aber wohl mit Sicherheit anzunehmen, daß das ganze Genossenschaftsgebiet in ähnlicher Weise nicht mit Wasser versorgt werden könnte. Man geht daher mit dem Plane um, in dem Quellgebiet des Tuolumne River Staubecken anzulegen. Dies Hetch Hetchy-Reservoir soll bei 400 Quadratmeilen Sammelgebiet 107 000 af (acrefeet) aufspeichern. 1 af ist die Wassermenge, welche 1 acre 1 Fuß hoch bedeckt; daher = 4047 · 0,305 = 1234 cbm. Das Staubecken wird also 132 000 000 cbm Fassungsraum erhalten.

Alle Bauwerke, die Stauschleusen, Einlaßschleusen (headworks) und Aquädukte (flumes) sind aus Holz erbaut, nur die Unterleitungen aus genieteten Stahlröhren mit Häuptern aus Stampfbeton.

Als Bauholz kommt fast ausnahmslos red wood, ein Nadelholz, zur Verwendung, das in geschnittener Ware 34—38 ℳ für 1 cbm kostet. Trotz dieses niedrigen Holzpreises sind die Bauwerke ziemlich teuer, weil ein Zimmermann 6 Dollar oder rund 25 ℳ Tagelohn bekommt, und zwar im Westen und Osten der Union, wie ich durch Nachfrage ermittelt habe. Ein Maurer verdient 5 Dollar täglich. Der zu den Bauten verwandte Zement amerikanischen Ursprungs kostete 8,50 ℳ für 180 kg.

Diese Teuerung kommt in den sehr bescheidenen Bauwerken auf der Farm zum Ausdruck. Meistens ist neben dem kleinen, hölzernen Wohnhause nur ein kleiner Stall vorhanden, Scheunen fehlen meistens ganz, sind wegen des überaus trocknen Klimas auch entbehrlich.

Die Kosten der genossenschaftlichen Anlagen für 1 acre des Bewässerungsgebiets betragen 12—15 Dollar. Für die innere Einrichtung rechnet man 25—30 Dollar für 1 acre. Die Unterhaltung der Gräben ist insofern recht schwierig, weil während der trockenen Jahreszeit jegliche Vegetation auf den Böschungen abstirbt und daher Auswaschungen sehr leicht vorkommen. Der Betriebsplan wird von dem Superintendenten aufgestellt und durch die Unterbeamten überwacht und durchgeführt. Jede Einlaßschleuse ist telephonisch mit der Hauptstelle verbunden, so daß man hier über den Betriebszustand jederzeit unterrichtet ist.

Am 28. September unternahm ich eine Fahrt von Modesto nach La Grange am Fuße der Sierra Nevada Die ganze Fahrt, hin und zurück auf verschiedenen Wegen, führte durch das Gebiet der Modesto- und Turlock-Genossenschaft.

Nahe bei La Grange ist das Wehr im Tuolumne River erbaut, das beide Genossenschaften mit Wasser versorgt, und zwar an einer Stelle, wo der Fluß sich tief in eine enge Felsenschlucht eingewaschen hat und 3900 qkm durchaus gebirgiges Sammelgebiet besitzt, dessen östliche Wasserscheide durch den Kamm der Sierra Nevada gebildet wird.

Das Wehr ist ein mächtiger Massivbau von 38,7 m Höhe und 105,4 m Länge. Der Wehrkörper besteht aus Beton, der mit sehr großen Werksteinen verkleidet ist. Seine Stärke an der Basis beträgt 25,3 m und seine Kronenbreite 3,4 m. Zu seinem Bau wurden 27 900 cbm Beton und Mauerwerk verwendet. Das Wehr wurde im Jahre 1893 vollendet und hat 2 280 000 ℳ Kosten verursacht. Der bisher beobachtete höchste Wasserstand lag 4,3 m über der Wehrkrone. Das entspricht einer Abflußmenge von 2370 cbm oder 608 l für 1 qkm in der Sekunde.

Aus dem Stauspiegel des Wehres zweigt links der Zuleiter für den Turlockdistrikt ab, die Felsen mit einem Tunnel durchbrechend, rechts der für den Modestodistrikt. Gleich unterhalb des Wehrs, noch im Bereiche der Gischt des abstürzenden Wassers, ist für den Wärter der Einlaßschleusen, der auf dem rechten Ufer wohnt, ein Hängesteg erbaut. Er hängt an nur einem Drahtseil, das unmittelbar in den umgebenden, steilen Felswänden verankert ist.

Auch die Entwicklung des Modesto-Zuleiters ist sehr schwierig, weil er im engen Tal mit Steilhängen verschiedene Seitenschluchten kreuzen muß. Teilweise ist dies in der Weise geschehen, daß man nach Einbau eines Durchlasses für die Wässer der Seitenschlucht einen Damm schüttete und darauf den Zuleiter herstellte. Man fertigte ihn anfangs mit rechteckigem Querschnitt, d. h. die Seitenwände aus Beton, während die Sohle eine Befestigung nicht erhielt. Dadurch entstanden

Durchsickerungen und Ausspülungen, die Dammsackungen und den Bruch der Seitenmauern veranlaßten. Den Schaden besserte man dadurch aus, daß man aus Holz gezimmerte Gerinne in den Raum zwischen die gebrochenen Betonmauern einbaute. Andere Schluchten sind durch hölzerne Aquädukte überschritten, deren Bauweise sich nicht wesentlich von der bei uns üblichen unterscheidet. Die größte dieser Hochleitungen hat 900 m Länge. Die meisten von ihnen ruhen auf Holzunterbauten von beträchtlicher Höhe, teils ist der Holzkasten indes auch nur auf eine Ab- oder Aussprengung des Felsens gestellt. Daß die Verwendung des Holzes in solchen Fällen unzweckmäßig, liegt auf der Hand. Das vor 10 Jahren hergestellte Gerinne war bereits so baufällig, daß es in nächster Zeit abgängig wird. Dann soll es durch einen Betontrog ersetzt werden. In dem Turlockgebiet geht man damit um, eine in sechs Jahren abgängig gewordene hölzerne Kanalbrücke durch eine Leitung aus genieteten Röhren zu ersetzen. Am Anfange ist der Hauptzuleiter mit einem Sandfang, d. i. einer beckenartigen Erweiterung und Vertiefung, versehen, wie auch mit einer von diesem zum Unterwasser des Wehres führenden Sandschleuse. Das Wasserbezugsrecht der beiden großen Bewässerungsgenossenschaften stammt aus dem Jahre 1887. Es war nur noch ein älteres Bezugsrecht aus dem Jahre 1852 vorhanden, das zur Entnahme von 100 cbf = 2800 l in der Sekunde berechtigt. Dies Wasser wird von den Goldgräbern in La Grange teils zur Goldwäsche, teils zur Bewässerung ihrer Gärten benutzt. Das Wasserrecht von 1887 bestimmt, daß dem Modesto-Distrikt 19 cbm und dem Turlock-Distrikt 42 cbm zustehen, oder bei geringerem Wasservorrat eine diesem Verhältnis entsprechende Menge. Dieser Fall tritt recht oft ein. So ging nach dem vom Geological Survey herausgegebenen „Progress of Stream Measurements“ 1899 der Abfluß bei La Grange im September auf 15 Kubikfuß oder auf rund 0,1 l auf 1 qkm herab. In den Jahren 1896/99 ging während der Wässerzeit (April bis September) die monatliche Abflußmenge bis auf 1000 af herab, betrug im Durchschnitt rund 1 000 000 af und für das ganze Jahr 1 500 000 af.

Gegenwärtig werden 5′ Wasser für eine zehnmalige Bewässerung im Jahr gebraucht. Wenn es gelingen sollte, diesen Bedarf auf 4′ einzuschränken, so würde die Bewässerung des ganzen Gebietes einschließlich des Rechts für La Grange monatlich 168 000 af Wasser erfordern oder rund 1 160 000 af im ganzen Jahre. Daraus folgt, daß an die Bewässerung angenähert des ganzen Genossenschaftsgebietes erst dann gedacht werden kann, wenn durch Anlage von Staubecken für eine gleichmäßigere Verteilung des Abflusses gesorgt wird.

Die Wasserverteilung zwischen den drei berechtigten Gruppen wird durch den Wärter an dem Wehr zu La Grange geregelt. Zu diesem Behufe sind die drei Abflußgerinne geaicht, so daß die Zuflußmenge nach dem Pegelstande mit großer Schärfe geregelt werden kann. Die Pegel sind selbstzeichnend, wodurch eine Kontrolle des Wärters ermöglicht wird.

Während meiner Reisen durch den Modesto- und Turlockdistrikt lernte ich in überraschender Weise die Wirkung des wunderbaren Klimas von Kalifornien kennen. Als ich kam, waren alle Wegränder und Weiden vollkommen braun von vertrocknetem Grase, und die Weizenfelder zeigten nur die kahle Stoppel. Am zweiten Tage überzog sich die Erde mit einem grünen Schimmer, und am vierten waren Gras- und Weizenhalme fingerlang entwickelt. Die Vegetation war plötzlich erwacht

infolge des Regens, der meinen Aufenthalt in San Franzisko beeinträchtigt hatte. Im Gebirge war der Niederschlag in Form von Schnee gefallen, und als ich am 29. September von La Grange nach Modesto zurückfuhr, erstrahlte die Kette der Sierra Nevada in blendendem Weiß, so weit das Auge reichte, und darüber das tiefe Blau des Himmels. Ein unvergeßlich schöner und großartiger Anblick.

Die Eisenbahn führte mich nach Süden zunächst immer durch fruchtbare Bewässerungsdistrikte, von denen die bei Merced, Fresno und Tulare wegen des blühenden Obst- und Weinbaus einen ganz besonderen Ruf genießen. Auch an den kleinsten Eisenbahnstationen fallen riesenhafte Schuppen in die Augen, die bis obenhin mit Getreide in Säcken gefüllt sind, das der Verladung harrt. Oft lagert das eingesackte Getreide haufenweise auch völlig im Freien, weil man mit großer Sicherheit auf die regenlose Zeit rechnen kann. Weintrauben wurden ohne weitere Verpackung in Güterwagen verladen, um der Kelterei zugeführt zu werden. Hinter dem durch seine Mineralöle und Harze so blühend gewordenen Bakersfield beginnt der Aufstieg zu dem Südauslauf der Nevada. Jenseits der Wasserscheide durchschneidet die Eisenbahn die Mohave-Wüste. Gruppen von riesenhaften Kakteen und Yuccapalmen, sowie von den Gießbächen tief eingespülte Runsen, welche den Bestand der Eisenbahn ungemein gefährden, beleben die weite Fläche und geben ihr ein eigenartiges, groteskes Gepräge. Erst in der Nähe von Los Angeles treten wieder Spuren von Kultur in die Erscheinung, natürlich vermittelt durch Bewässerung. Hauptsächlich sieht man die Bewässerung von Gemüsegärten.

In Los Angeles und seiner Umgebung ist man in eine subtropische Vegetation versetzt. Hohe Palmen, Eucalyptus, Pfefferbäume sind die beliebtesten Bäume für Alleen und Gärten; in diesen sah ich auch haushohe Araucarien. Die nächsten Tage 1. bis 3. Oktober waren der Besichtigung der Stadt und Umgebung gewidmet.

Los Angeles ist eine in starkem Aufblühen begriffene Stadt. Von 5000 Einwohnern im Jahre 1880 ist sie bis jetzt auf 185 000 angewachsen. Am 3. Oktober siedelte ich nach San Bernardino über, um am 4. Oktober die bewässerten Obstgärten von Riverside zu besichtigen, wohl die berühmtesten von ganz Kalifornien. Nachdem ich zunächst im Bureau der Trust Company an der Hand von Plänen mich im allgemeinen unterrichtet hatte, unternahm ich unter Führung des Mr. Mylne Ingenieur der Company, eine viele Stunden währende Rundfahrt durch das Bewässerungsgebiet. Die ganze Bewässerung bei Riverside gehört im wesentlichen drei Gesellschaften, und zwar der:

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Riverside Trust Company rund . . . . | 9 000 ac. |
| 2. | „ water Co. rund . . . . . | 14 000 „ |
| 3. | „ Highlands water Co. . . . . | 1 700 „ |
| | Zusammen . . . | 24 700 ac. |

oder 10 000 ha.

Die zweite Gesellschaft bewässert einstweilen auch etwas Getreidefelder, sonst werden nur Obstgärten bewässert, in der Hauptsache Orangengärten. Nur zum kleinen Teil reicht das Wasser des Santa Anna River zur Befriedigung der Bedürfnisse für die Bewässerung, hauptsächlich wird das dazu nötige Wasser aus Brunnen entnommen. So hat die Trust Company sich auf einer Fläche von 3000 ac. das Recht zur Entnahme des Grundwassers gesichert.

Neuerdings sind von seiten der Unterlieger zu dem Gebiet der Wasserentnahme Klagen über schädliche Senkung des Grundwassers entstanden. Durch Beobachtungen über den Grundwasserspiegel wurde gefunden, daß seit 1892 in dem Entnahmegebiet das Grundwasser um etwa 40 Fuß = 12,2 m gesenkt wurde. Die anfangs gehegte Annahme, daß man aus der jährlichen Ergänzung des Grundwassers den Bedarf an Bewässerungswasser würde decken können, hat sich also nicht verwirklicht; man hat vielmehr in erheblichem Umfange von dem festen Vorrat gezehrt und diesen in bedenklicher Weise vermindert. Unter diesen Umständen wird der Pumpbetrieb immer teurer, und die Klagen der Farmer in dem Gebiet mit gesenktem Grundwasser immer dringlicher; die Lage für die sehr wertvollen Obstgärten ist also durchaus nicht unbedenklich.

Gewässert wird 5—8 mal im Jahre mit etwa 2,5 af im ganzen oder rund 7500 cbm für 1 ha. Die für die Wasserverteilung übliche Einheit ist die miner inch (m. i.), d. i. die Wassermenge, welche frei überfallend unter dem Druck von 4 Zoll durch eine Öffnung von 1 Quadratzoll fließt. Es erhalten 5 acres einen ununterbrochenen Zufluß von 1 m. i. in der Minute, das sind 9 gallons oder 41 l. Das dadurch festgelegte Recht zum Wasserbezuge kann entweder als ununterbrochener Zufluß ausgenutzt werden oder in unterbrochenen Zeitabschnitten mit entsprechend vergrößertem Zufluß. Danach wird der Wasserverteilungsplan für das ganze Gebiet festgelegt, und jeder Interessent weiß vonvornherein, wann ihm Wasser zusteht, wann er also für die Verteilung des Wassers alles hergerichtet haben muß.

Das zur Trust Co. gehörige Land ist durch Wege, die durchweg in der oben angedeuteten Weise mit Öl befestigt sind, in Quadrate von 40 acres Inhalt, also rund 400 m Seitenlänge eingeteilt. Sie enthalten also $^1/_{16}$ einer Sektion, der Einheit für die über die gesamte Union gelegte Einteilung, deren Teilungslinien und Umfangswege durchweg nach dem Meridian und Parallelkreise festgelegt sind. Die Quadrate von 40 acres sind wieder in vier kleinere Quadrate von je 10 acres geteilt, welche die Einheit für die Bewirtschaftung der bewässerten Obstgärten bilden.

Neben den Wegen der 40 acres-Quadrate liegen Rohrleitungen, die von dem Zuleiter gespeist werden. Soweit möglich werden die Obstgärten (10 acres) vermittels Hydranten aus diesen Leitungen unmittelbar gespeist. Liegen sie indes nicht an der höchsten Stelle, so wird zu dieser eine Zweigleitung geführt, die in einen Hydranten endet. Danach ergibt sich die in Abb. 1 schematisch dargestellte Anordnung.

Der von den Pumpen kommende Zuleiter ist in der Sohle und an den Böschungen mit Zementbeton bekleidet, um dem Verlust durch Versickerung vorzubeugen. Der Zuleiter hat ein Gefälle von 0,5 ‰ und eine größte Leistung von 5,6 cbm. Gewöhrlich werden 2,2 cbm in der Sekunde gepumpt. Um die ganze Genossenschaft mit Wasser zu versorgen, müssen also jährlich 9000 · 0,405 · 7500 = rund 27 Millionen cbm auf angeblich im Mittel 6,1 m gehoben werden. Die Länge des Hauptzuleiters beträgt 32 km. Die Vermehrung des natürlichen Wasserzuflusses, etwa durch Anlage von Staubecken, ist ausgeschlossen, weil das Sammelgebiet des Santa Anna River zu klein ist und keine Berge enthält, die den Schneefall bis in die Wässerzeit bewahren. Der Regenfall beträgt nur 25 cm, in den letzten Jahren sogar nur 20 cm im Jahr.

Der Zuleiter verfolgt naturgemäß möglichst die höchsten Linien. Vielfach hat man aber, um das Bewässerungsgebiet noch weiter auszudehnen, mit Pumpen — Dampf- oder meistens Gasolinmaschinen mit Zentrifugalpumpen — das Wasser aus dem Zuleiter noch weiter auf den Berghang gehoben, so daß die Kulturen oft erst da aufhören, wo der massive Felsen aus dem Berggipfel aufragt.

Es bietet sich hier dasselbe Bild, wie bei allen besuchten Bewässerungen im trocknen Westen: oberhalb der Bewässerung vollständig Wüste, mit wildem Salbei, Steppengras, Kakteen usw. bestanden, unterhalb die denkbar fruchtbarsten Obstgärten.

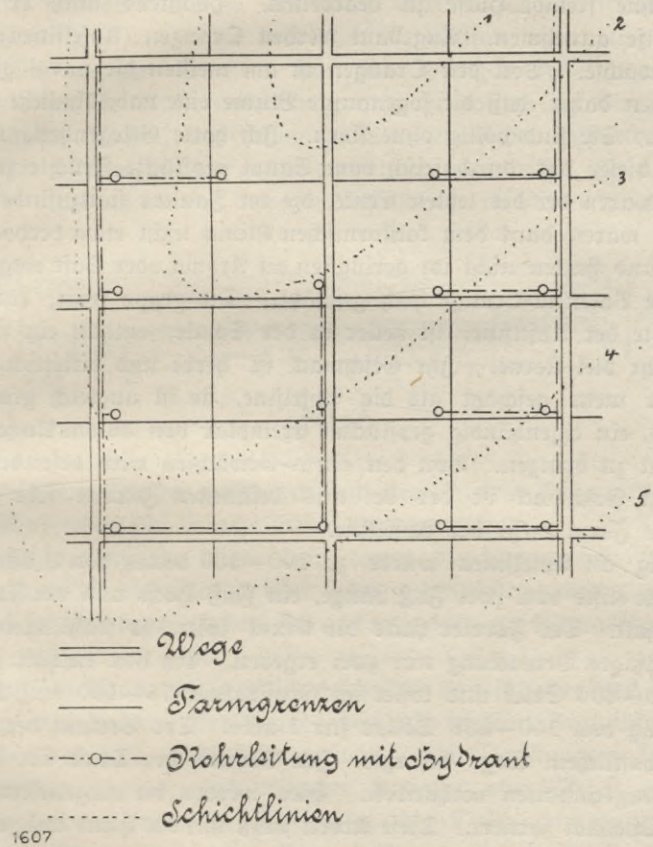



Abb. 1.

Die Bewässerung geschieht hier überall nach dem Furchensystem. Die Verteilung des Wassers erfolgt, seinem großen Werte entsprechend, mit der größten Sorgfalt. (Vgl Abschnitt II). Jedes acre wird mit 100 Bäumen bepflanzt, die 75 Dollar kosten. Im dritten Jahre beginnen die Bäume zu tragen und erreichen die beste Tragfähigkeit im 10. bis 12. Jahre. Es ist allgemein üblich, den Boden mit Stalldünger zu versorgen; in neuester Zeit werden auch Stickstoffsammler zur Gründüngung angebaut. Als Pflanze dafür sah ich nur eine Bohnenart, die unserer gewöhnlichen Speisebohne ähnlich sieht. Lupinen oder Serradella waren,

wie ich durch Befragen feststellte, zu diesem Zwecke noch nicht angewandt. Ein auf der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Washington hergestelltes Nitragin wird zur Förderung des Anbaues von Stickstoffsammlern kostenlos an die Farmer abgegeben.

Den hohen Kosten, welche die Anlage eines bewässerten Obstgartens und der Zinsverlust für die ersten Jahre erfordert, entsprechen auch die Verkaufswerte. Nach Angabe des Mr. Mylne soll 1 acre, mit 10jährigen Orangen bestanden, mit 1000—2000 Dollar bezahlt werden. Der Reinertrag wird zu 100—400 Dollar von 1 acre angegeben.

Ein Farmer mit Familie vermag einen Obstgarten von 10 acres Größe im wesentlichen ohne fremde Hülfe zu bearbeiten. Höchstens muß er während der Ernte eine Hülfe annehmen. Angebaut werden Orangen (Apfelsinen), grape fruit und citrus-Gewächse. Von den Orangen ist am meisten die navel geschätzt. Sie hat ihren Namen daher, daß die sogenannte Blume eine nabelähnliche Schrumpfung der Haut zeigt. Sie sind völlig ohne Kern. Ich hatte Gelegenheit, mich von der Vorzüglichkeit dieser Art durch frisch vom Baum gepflückte Früchte zu überzeugen. Diese Früchte waren bei der letzten Ernte, die im Januar stattzufinden pflegt, vergessen worden, waren dank dem kalifornischen Klima nicht etwa verdorben, sondern weiter gereift und hatten nicht im geringsten an Aroma oder Saft eingebüßt. Demnächst wird die Valencia-Orange hoch geschätzt. Die grape fruit, entschieden eine nahe Verwandte der Apfelsine, ist heller in der Schale, enthält ein starkes Zellengewebe und sehr viel Kerne. Ihr Geschmack ist herbe und bitterlich. Die Frucht ist in Amerika mehr geschätzt als die Apfelsine, sie ist ungleich größer als diese. Mir gelang es, ein eigenhändig gepflücktes Exemplar von 36 cm Umfang unverletzt mit zur Heimat zu bringen. Von den citrus-Gewächsen wird besonders die lemon kultiviert. Ihr Geschmack ist der bei uns bekannten Zitrone sehr ähnlich, doch nähert sich ihre Form mehr der Apfelsine.

Der Ertrag an Apfelsinen wurde zu 200—500 boxes von 1 acre angegeben. Ein box ist eine Kiste von zwei Fuß Länge, ein Fuß Höhe und ein Fuß Breite, hat also 2 cbf Inhalt. Der Farmer packt die boxes loser, so daß drei davon nach der verkaufsmäßigen Verpackung nur zwei ergeben. Ein box enthält je nach Größe der Früchte 50—300 Stück und kostet im Großhandel 75—100 ct. Das gibt also einen Geldertrag von 100—333 Dollar für 1 acre. Der Verkauf der Früchte wird auf genossenschaftlichem Wege besorgt. Im Gebiete der Trust Co. sind drei derartige Verpackungsanstalten vorhanden. Hier werden die eingelieferten Apfelsinen zunächst nach Qualität sortiert. Diese Arbeit muß mit der Hand ausgeführt werden. Die Früchte werden auf Transportbändern langsam an den Sortierern vorübergeführt, welche die verschiedenen Arten mit der Hand in geneigte Rinnen legen, durch welche sie in Sammelgefäße gelangen. Danach folgt eine Scheidung nach Größe, die lediglich mit Maschinen besorgt wird, und zwar mit Stufenwalzen in zehn Klassen. Die in der Abb. 2 schematisch angedeuteten Stufenwalzen sind mechanisch angetrieben. Bei a. werden die Orangen mit Transportband auf die Walzen gelegt. Unter jeder Stufe werden die Früchte aufgefangen und in Rinnen in die Sammelgefäße geführt. Danach werden die Früchte endgültig in die boxes verpackt, in denen sie zum Versand gelangen, und zwar die Apfelsinen reif und die lemons grün.

Am 5. Oktober trat ich die Weiterreise über San Bernardino nach dem Osten an. In sehr steiler Rampe erklimmt die Eisenbahn die nördlich des San Bernardinogebirges belegene Hochebene der Mohavewüste. Es ist die Wüste, die von allen gesehenen am meisten diesen Namen verdient. Grau das Gerölle, grau der aus ihm entstandene kiesige Sand, grau das Urgestein, wo es noch geschlossen zu Tage tritt. Dies Einerlei der Farben wird nur von dem kümmerlichen Grün der grotesken Yuccapalmen, des Juniperus-Gebüsches und einzelner Kakteen unterbrochen. Gräser und Kräuter waren völlig abgestorben infolge der regenlosen Jahreszeit. Beträgt doch in diesem südöstlichen Gebiet die jährliche Regenhöhe nur 70—80 mm. Es erscheint wie eine traumhafte Fata Morgana, daß gleich hinter dem rückwärts sichtbaren Kamm des San Bernardino die fruchtbaren Gefilde von Riverside liegen, an deren tropischer Vegetation man noch vor wenigen Augenblicken sich ergötzen konnte. Nur von wenigen Siedelungen im Tale des Mohave-River wird die Wüste unterbrochen; sie verdanken ihr Dasein der geringen Wassermenge dieses Flusses, mit dessen Hülfe Luzernefelder entstanden sind, deren saftiges Grün die Eintönigkeit der Wüste wohltuend unterbricht. In weiter Ferne der Hochebene sieht man als einzige bewegte Gegenstände im weiten Rund rauchähnliche

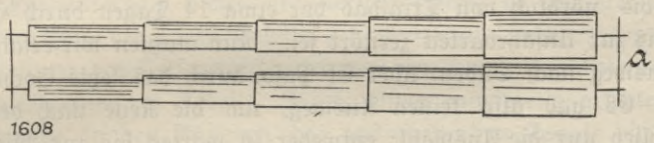



Abb. 2.

Säulen von feinstem Staube aufsteigen; mit bewaffnetem Auge nimmt man wahr, daß riesige Schafherden die Ursache dieser Bewegung sind.

Der mächtige Colorado River und damit die Grenze von Arizona wurde während der Nacht überschritten. Hier hört der Wüstencharakter auf. Über der gegen 2500 m hohen Ebene erheben sich achtunggebietende Gebirgskämme im Norden und Süden.

Hohes, saftiges Gras, wie deutlich erkennbar von jüngster Zeit herrührend, zu beiden Seiten der Bahn. Der Regen, den ich in San Franzisko erlebte, hatte auch dies Gebiet erreicht, doch fast zu spät. Seit 15 Monaten war es der erste Regen in dortiger Gegend, und mancher Kadaver oder Skelett von Rind oder Pferd lag zu beiden Seiten der Eisenbahn, die Opfer von Hunger und Durst. Wie zum Hohn waren sie jetzt halb verdeckt von üppig sprießendem Grase, das der letzte Regen hervorgezaubert hatte.

Man sieht sehr wenig Ackerbau, die weite Hochebene gehört den ranches, d. h. den großen Weidewirtschaften. Ein Eisenbahnbeamter erzählte von einem ranch, der im letzten Jahre — wohl infolge der Futternot — 40 000 Stück Rindvieh verkauft und auf die Eisenbahn verladen habe.

Nach einem Abstecher nach dem Grand Cañon wird am 8. Oktober früh die Reise nach dem Osten durch eine wenig veränderte Landschaft fortgesetzt. In langen Strecken weite Lavafelder, in der Oberfläche bereits verwittert und mit einer dürftigen Vegetation überzogen.

Bis an die Grenze von New Mexico folgt die Bahn — Santa Fé line — dem Laufe des kleinen Colorado und seiner Nebenflüsse, dieselben mehrfach kreuzend. Sie sind mit ihrem beweglichen Bette gefährliche Nachbarn der Eisenbahn, deren Dämme ihrem Hochwasser meistens ohne hinreichenden Schutz ausgesetzt sind. Die Verwendung des fließenden Wassers zu Bewässerungen hat auch hier einzelne Ackerbau treibende Ansiedelungen in der Steppe hervorgezaubert. Die Stationen sind elende Dörfer, durch die malerischen Gestalten von Indianern belebt.

Nach dem Überschreiten der Wasserscheide zwischen Colorado und Rio Grande, die nahezu mit der Grenze von New Mexico an dieser Stelle zusammenfällt, empfängt uns strömender Regen. Die sonst so trockne Prärie gleicht einem Sumpfe, durchzogen von einem engmaschigem Netz reißender Gießbäche. Der die Bahn begleitende Fluß hat den ungenügend geschützten Bahnkörper bereits in bedenklicher Weise angegriffen, so daß trotz langsamen Tempos die Fahrt, besonders das Überfahren der zahlreichen Brücken über den hochgeschwollenen Fluß, nicht unbedenklich ist. In größerer Ausdehnung ist das Gleis bereits überschwemmt; aber dennoch beschleunigt der Zug seine Fahrt, um der augenfällig reißend steigenden Hochwasserwelle vorauszueilen. Abends spät langten wir in Albuquerque an.

Aus den Zeitungen war bekannt geworden, daß die Santa Fé line von Albuquerque bis nördlich von Trinidad vor etwa 14 Tagen durch Hochwasser des Rio Grande bis zur Unfahrbarkeit zerstört sei. Nun mußten wir erfahren, daß auch der einzige Ausweg nach Süden, über El Paso, durch das letzte Hochwasser zerstört worden war. Es gab also keinen Ausweg, um die Reise nach dem Osten fortzusetzen. Es blieb nur die Auswahl: entweder zu warten bis zur Wiederherstellung der nördlichen Linie oder über San Franzisko-Denver, mit einem Umwege von etwa 4500 km, die Reise fortzusetzen. Die aus Konkurrenzgründen absichtlich herbei geführte Unklarheit über den wahren Sachverhalt veranlaßte uns zum Warten.

Am 12. Oktober endlich war die nach Norden gehende Linie soweit hergestellt, daß vier Züge abgelassen werden konnten in üblicher Weise unmittelbar hinter einander. Die Fahrt ging zwar sehr langsam, war aber dessenungeachtet gefährlich; denn die Arbeit, die das Hochwasser vollbracht hatte, war gründlich gewesen. Der Fluß hatte sich vielfach vollkommen verlegt, nicht nur lange Strecken des Eisenbahndammes, sondern auch Stations- und andere Gebäude fortgespült; von den Brücken waren nur wenige verschont. Wenn man bedenkt, daß die Strecke von Albuquerque bis Moro, dem nördlichen Endpunkte der Verwüstungen, gegen 400 km lang ist, so muß man die Leistung der Eisenbahngesellschaft immerhin bewundern, die es ermöglichte, den Betrieb wenige Wochen nach den Zerstörungen wieder aufzunehmen und ohne Unfall fortzusetzen.

Weiter ging die Fahrt durch das fruchtbare, in seinem Aussehen sehr an deutsche Verhältnisse erinnernde Kansas über Kansas City und St. Louis nach Chicago.

Am 18. Oktober besichtigte ich den Kanal des Sanitary district of Chicago unter der liebenswürdigen Führung des Ingenieurs Cooley. Der Zweck des Kanals ist folgender: Bisher wurden die Abwässer der Zweimillionenstadt Chicago dem Michigansee zugeleitet. Dies erwies sich als unverträglich mit der Entnahme von Gebrauchswasser aus dem See für die Versorgung der Stadt. Durch den Kanal in Verbindung mit dem Chicago River werden nun die Abwässer dem Illinois River und durch ihn dem Mississippi bei St. Louis zugeführt. Das Riesenwerk,

das gegen 55 000 000 Dollar Kosten verursacht, wurde durch Gesetz von 1889 genehmigt, 1892 begonnen und 1900 eröffnet. Die gänzliche Vollendung ist in nächster Zeit zu erwarten. Die Länge des Kanals bis Lockport, ausschließlich des ebenfalls in Stand gesetzten Chicago River, beträgt 45 km. Unterhalb Lockport geht der Kanal in den zu regelnden Desplaines River über und damit in das Stromgebiet des Mississippi. Der Kanal ist teils in Erde, teils in Kalkfelsen eingeschnitten, in jener mit 62 m Sohlen- und 88 m Wasserspiegelbreite, in diesen mit 49 m bzw. 50 m Breite. Die Wassertiefe beträgt 6,7 m. Bei Lockport befindet sich das Regulierungswerk (Controlling Work), durch das ein bestimmter Wasserstand gehalten, auch Wasser vom Michigansee in den Mississippi übergeleitet werden kann, teils um die Abwässer der Stadt Chicago fortzuspülen und die Schiffbarkeit des Mississippi zu erhöhen. Das Regulierungswerk besteht aus einem 49 m weiten Bärenfallenwehr mit 5,2 m Höhenunterschied in den Grenzlagen und sieben Schützenwehren von je 9,15 m Lichtweite und 7,3 m Schützenhöhe. Das erstere ist durch Gegengewichte möglichst ausbalanziert und wird vermittels Wasserdruck gehandhabt. Die sieben Wehröffnungen sind durch Rollschützen geschlossen. Viele tote Fische vor dem Wehr zeugten von der noch immer mangelhaften Beschaffenheit des Wassers, aber auch von der Notwendigkeit, diese Schmutzwässer von dem Michigansee fern zu halten. 5 km unterhalb dieses Regulierungswerkes ist eine Kraftanlage in der Ausführung begriffen, der 15 m Gefälle zur Verfügung stehen.

Zur Herstellung des Felseneinschnittes war eine sehr interessante und anscheinend leistungsfähige Maschine in Arbeit. Durch einen rammartig arbeitenden schweren Stahlmeißel wurde an den Rändern des auszuhebenden Kanals ein gegen 20 cm breiter Schlitz eingestoßen. Die Maschine arbeitete bis zu 3 m Tiefe. Das durch sie erzeugte Felsmehl wird mit Wasserspülung entfernt. Erst nach Herstellung dieses Schlitzes beginnt das Sprengen der Felsen mit Dynamit. Es wird dadurch erreicht, daß nur der im Kanalquerschnitt selbst anstehende Felsen durch Sprengen gelöst und entfernt zu werden braucht, sowie daß man unmittelbar nach dem Sprengen durchaus saubere, senkrechte Kanalwände erhält. Sind die obersten 3 m ausgesprengt, so beginnt die Arbeit der Stoßmaschine von neuem. Bei der mittleren Einschnittstiefe erfolgt der Ausbruch in drei Stufen.

Neben den sanitären Zwecken verfolgt der Kanal das Ziel, einen Großschiffahrtsweg zwischen den großen Seen und dem Mississippi herzustellen, und bildet den nördlichsten Teil von diesem. Deshalb erhielt er die erhebliche Tiefe von 6,7 m, die man durch Regelung des Mississippi in Verbindung mit dem Zuschußwasser aus den großen Seen ebenfalls zu erzielen hofft. Mit diesem Ziel der Schiffbarkeit im Auge sind die zahlreichen Brücken über den Kanal sämtlich als bewegliche Brücken eingerichtet. Der jetzige Michigan and Illinois-Kanal, der bei La Salle mit 111 km Länge in den Illinois River mündet, hat nur 1,8 m Tiefe. Nach Vollendung des gedachten Wasserweges können die Schiffe der großen Seen von Buffalo bis New Orleans im Binnenlande gelangen, einen Weg von etwa 3500 km ohne die Flußkrümmungen. Es handelt sich hier also um ein Unternehmen von einziger Großartigkeit.

Nach einem Ausfluge an die Ufer des Michigansee ging die Reise weiter ostwärts, um bei den Niagarafällen noch einmal Halt zu machen.

Außer dem auf amerikanischem Gebiet vorhandenen Wasserkraftwerk von 110 000 PS. befindet sich ein solches auf kanadischem Ufer im Bau, das dem Um-

fange nach zu urteilen, an Kraftentwicklung dem amerikanischen sicher nicht nachstehen wird. Auch der Naturfreund kann die Anlage dieser Werke nur mit Freuden begrüßen; denn ohne die über die Fälle stürzende Wassermenge in irgendwie merklicher Weise zu beeinflussen, werden sie zum Verschwinden der die Natur verunzierenden Dampfschornsteine sehr bald beitragen. Über Albany ging dann die Reise zurück nach New York, wo ich am 24. Oktober wieder eintraf.

Meine Reise hatte 12 Wochen in Anspruch genommen, wovon $9^1/_2$ Wochen auf den Aufenthalt in den Vereinigten Staaten entfallen. Trotzdem mein Landreiseweg ungefähr 12 000 km lang war, hat diese Zeit doch ausgereicht, um das Wichtigste zu sehen, was an diesem Wege für den Kulturtechniker von Interesse ist. Dazu trug die regenlose Zeit nicht unwesentlich bei. Auch zum Studium der Meliorationen war die Zeit wohl geeignet, weil noch fast alle Bewässerungsanstalten im Betriebe waren, und zwar meistens mit Zuhilfenahme des Staubeckeninhalts. Allerdings war die Ernte größtenteils beendet, und derjenige, der sie noch auf dem Felde sehen will, wird etwa sechs Wochen früher reisen müssen. Für einen Vergnügungsreisenden ist der Frühsommer als Reisezeit zu empfehlen, weil dann Felder und Berge infolge der gerade beendeten Regenzeit noch grünen und blühen, während zur Zeit meiner Reise eine sehr starke Farbeneintönigkeit herrschte, weil die Dürre alles unbewässerte Land mit fahlem Braun überzogen hatte.

Ich kann diesen Teil meines Berichts nicht schließen, ohne mit Dankbarkeit der liebenswürdigen und aufopfernden Unterstützung zu gedenken, welche mir überall von Beamten und Privaten entgegenbracht wurde und meine Reise zu einer so angenehmen und fruchtbringenden gestaltete.

---

# II. Wasserbautechnische und einschlägige Einzelheiten.

## 1. Die klimatischen Verhältnisse.

Die ungeheure Ausdehnung der Vereinigten Staaten vom 26. bis zum 49. Grad nördlicher Breite bedingt an sich schon große klimatische Verschiedenheiten, die durch die Höhenunterschiede von 0 bis 4500 m noch verschärft werden. Dazu kommen noch die Einflüsse des Atlantischen und des Stillen Ozeans, sowie des großen wasserlosen Festlandes, fernere klimatische Unterschiede verursachend.

Diese verschiedenen Einflüsse finden in den Isothermen teilweisen Ausdruck. Die Jahresisothermen zeigen keinen Parallelismus mit den Breitengraden, sondern werden nach Osten gegen Süden abgelenkt, um sodann in Europa zu wesentlich höheren Breiten sich zu erheben. Es folgt daraus, daß für Orte gleicher geographischer Breite im allgemeinen das Jahresmittel der Temperatur im Osten kleiner ist als im Westen und kleiner als in Europa.

Noch wesentlich größer wird dieser Unterschied gegen Westeuropa im Winter wegen des Einflusses, den der Golfstrom auf dieses ausübt. Die Nullinie des Januar

z. B. verläuft einerseits durch New-York, andererseits durch Hammerfest, das ist ein Breitenunterschied von etwa 30 Grad.

In umgekehrtem Sinne verschiebt sich das Bild für die Sommerisothermen, d. h. die gleichwertigen Linien liegen in den Vereinigten Staaten nicht unerheblich nördlicher als in Westeuropa.

Aus dieser Verschiebung der Isothermen folgt nun ohne weiteres, daß die Temperaturextreme in den Vereinigten Staaten größer sein müssen als bei uns. Sie schwanken beispielsweise

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| in Denver . . . . | von | − 27° | bis | + 38° C. = 65° C. |
| „ Chicago . . . . | „ | − 34° | „ | + 34° C. = 68° C. |
| am Golf von Mexiko | „ | − 3° | „ | + 40° C. = 43° C. |

Die Extreme laufen in Kalifornien zu einem Minimum aus, wo das Wintermittel nur etwa 7° unter dem Sommermittel der Temperatur liegt.

Im allgemeinen schwankt in den verschiedenen Teilen der Union die mittlere Temperatur während des Juli von 16 bis 32°, im Januar von − 12 bis + 16°. Da diese Monate den wärmsten und den kältesten Teil des Jahres darstellen, so sind zwischen diesen Grenzwerten alle Temperaturen enthalten. Die mittlere Jahrestemperatur in der ganzen Union beträgt 13°. In der heißesten Zone, d. i. Arizona, Colorado, Nevada und Kalifornien steigt das Sommermittel auf 32°. In den Wüsten Südkaliforniens und den angrenzenden Teilen von Arizona kommen Temperaturen bis 46° vor.

Während in den Tiefebenen die Temperatur mehr dem Gesetz der Jahreszeiten folgt, wechseln auf den Hochebenen meistens heiße Tage mit kalten Nächten. Da die Abkühlung durch Strahlung unter dem meist wolkenlosen Himmel begünstigt wird, so treten hier schon in der sonst warmen Jahreszeit häufig Früh- und Spätfröste ein, welche die Anbaumöglichkeit mancher Ackerfrüchte in Frage stellen.

Der Regenfall ist in der Union sehr ungleich verteilt. Im allgemeinen ist er im Osten weit ausgiebiger als im Innern und im Westen; dort kommen auch im Frühling und Sommer reichliche Regengüsse vor, die nach dem Westen zu immer mehr abnehmen und an der Westküste fast ganz fehlen. Die größten Niederschläge fallen in den Staaten am Golf von Mexiko, besonders in Florida, die geringsten in Arizona, Nevada und Südost-Kalifornien, wo sie auf 10—15 cm Jahreshöhe zurückgehen. Doch in allen Gebieten des Landes verteilen sich die Niederschläge auf eine weit geringere Zahl von Tagen als bei uns, so daß die Union ausgezeichnet ist durch eine große Sonnenscheindauer.

Soweit die klimatischen Verhältnisse sich überhaupt mit einem gewissen Gebiet verbinden lassen, kann man die Vereinigten Staaten in drei klimatisch verschiedene, von Süden nach Norden verlaufende Zonen teilen:

1. Von der Atlantischen Küste bis zum 100. Grad westlicher Länge. Diese Zone umfaßt außer dem schmalen, eigentlichen Küstengebiet das weite Becken des Mississippi. Das beide trennende Alleghanygebirge mit seinen Ausläufern ist nicht mächtig genug, um merklich als klimatische Scheide zu wirken. In dieser Zone herrschen Nord- und Südwinde vor, die, durch die großen Binnenseen oder den Golf von Mexiko gesättigt, das Land ausgiebig mit Feuchtigkeit versorgen. Die Westgrenze dieser Zone liegt da, wo, aus der Niederung des Mississippi allmählich

ansteigend, die dem Felsengebirge vorgelagerten Hochebenen beginnen; sie ist charakteristisch dadurch ausgezeichnet, daß die östliche Sommerisotherme von 30° vom 20. bis zum 45. Grad nördlicher Breite nahezu mit ihr zusammenfällt,

2. Vom 100. Grad westlicher Länge bis zur Sierra Nevada. Dies Hochland, das sich in seinen Berggipfeln bis 4500 m und selbst in seinen Hochebenen bis über 2000 m erhebt, ist durch große Unterschiede zwischen Wärme und Kälte und durch geringe Niederschlagsmengen gekennzeichnet, was ihm den Beinamen der arid region eingetragen hat. Während östlich vom 100. Längengrade die jährliche Niederschlagsmenge noch mehr als 500 mm beträgt, bleibt sie westlich von dieser Linie fast durchweg darunter; nur die nördlichen Erhebungen des Felsengebirges an der Grenze gegen Kanada und das Terrassengebirge im nördlichen Kalifornien haben Niederschlagsmengen von mehr als 500 mm.

Diese östliche Grenze des Gebiets mit weniger als 500 mm Regenmenge folgt nach Norden durch Kanada bis zur Hudsonbay fast genau dem 100. Grade und endet im Süden auf derselben Linie an der Grenze gegen Mexiko. Sehr nahe westlich von dieser Linie sinkt die Regenmenge unter 250 mm in Süd-Colorado, New-Mexiko und dem westlichen Teile von Texas. Eine weitere Insel mit geringsten Niederschlagsmengen bilden Utah, Nevada, Arizona und die letzterem benachbarten Teile von Kalifornien. Das sind die bei den herrschenden Westwinden im Regenschatten liegenden Gebiete. Die mit Feuchtigkeit über den Stillen Ozean kommenden Westwinde werden zuerst durch die Sierra Nevada und dann noch einmal durch das Felsengebirge zu einer Hebung in dünnere Luftschichten gezwungen, und die dadurch bedingte Abkühlung veranlaßt eine Entladung der mitgeführten Feuchtigkeit an den Westhängen oder im Kamme dieser Gebirge. Es ist zu beachten, daß diese Gebiete mit geringstem Regen mit denen der größten Sommerhitze zusammenfallen, wie oben bereits angedeutet wurde. Daß in diesem Gebiete mannigfache örtliche Verschiedenheiten in klimatischer Beziehung vorkommen, ist in dessen gebirgigen Charakter begründet.

3. Die dritte und letzte Zone wird durch den schmalen Streifen zwischen der Küste des Stillen Ozeans und der Sierra Nevada gebildet. In ihr herrscht eine sehr ausgeglichene Temperatur, verbunden mit reichlicheren Niederschlägen. Diese fallen indes fast nur während der Wintermonate, wogegen Frühling und Sommer fast ganz regenlos verlaufen.

Während also in der ersten Zone Wärme und Feuchtigkeit für gesicherten landwirtschaftlichen Betrieb überall günstig sind, ist dieser in Zone 2 und 3 teils wegen ungenügender Regenmenge überhaupt, teils wegen ihrer ungünstiger Verteilung über die Jahreszeiten nicht mehr möglich. Es sind zwar auch in der ersten Zone, in der humid region, neuerdings Versuche mit Feldbewässerung gemacht, die zu einem befriedigenden Ergebnisse geführt haben; doch muß in den trockenen Weststaaten die Bewässerung als eine unerläßliche Vorbedingung betrachtet werden, ohne welche der Betrieb einer zweckmäßigen Landwirtschaft trotz der sonst so vorzüglichen Eigenschaften der Wärme- und Bodenverhältnisse überhaupt nicht möglich ist. Es möge mir daher gestattet sein, auf die klimatischen Verhältnisse dieser von mir bereisten Bewässerungsstaaten kurz einzugehen.

## I. Colorado.

Nach den Veröffentlichungen des U. S. Geological Survey wurden aus dem Durchschnitt der Beobachtungen einer langen Reihe von Jahren folgende Ergebnisse gewonnen:

| Nr. | Flußgebiet | Regenhöhe von mm | Regenhöhe bis mm | Mittel mm | Durchschnittstemperatur °C. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | South Platte River . . . . . | 296 | 465 | 382 | 8 |
| 2 | Kansas River . . . . . | 358 | 461 | 393 | 9 |
| 3 | Arkansas River . . . . . | 280 | 606 | 323 | — |
| 4 | Rio Grande . . . . . | 188 | 327 | 257 | 6 |
| 5 | Grand River . . . . . | 220 | 736 | 342 | 8 |

Als Mindestwert ist in der vorstehenden Zusammenstellung der kleinste Durchschnittswert von sämtlichen Beobachtungsstationen gegeben. Entsprechend ist der Größtwert hergeleitet, während das Mittel aus dem Durchschnitt sämtlicher Beobachtungsstellen ermittelt ist. Die großen Unterschiede zwischen dem Mindest- und Größtwert sind allermeist aus der sehr verschiedenen Höhenlage der Beobachtungsstellen zu erklären, die zwischen 3100 m und 1100 m schwankt.

Die jährlichen Mindestwerte gehen bis 120 mm Niederschlagshöhe herab.

Die Verteilung der Regenmenge auf die verschiedenen Jahreszeiten aus dem Mittel der Jahre 1889 bis 1900 möge durch nachfolgende Übersicht gezeigt werden:

| Nummer | Station | Niederschlagshöhe in Millimetern in den Monaten I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Jahr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Moraine . . . . . | 18 | 37 | 44 | 55 | 65 | 30 | 57 | 44 | 29 | 28 | 17 | 17 | 441 |
| 2 | Longs Peak. . . . . | 10 | 23 | 46 | 64 | 29 | 37 | 74 | 38 | 29 | 39 | 17 | 12 | 418 |
| 3 | Waterdale . . . . . | 9 | 18 | 33 | 68 | 67 | 50 | 64 | 26 | 27 | 30 | 13 | 12 | 417 |
| | Zusammen . . | 37 | 78 | 123 | 187 | 161 | 117 | 195 | 108 | 85 | 97 | 47 | 41 | 1276 |
| | Mittel . . | 12 | 26 | 41 | 62 | 54 | 39 | 65 | 36 | 28 | 32 | 16 | 14 | 425 |

Der überwiegende Teil der Niederschläge fällt also in den sechs Sommermonaten Mai bis Oktober, nämlich 254 mm oder 60 % der Jahresmenge. Der Abfluß betrug 57 % der Niederschlagsmenge. Diese bei dem warmen Klima und der starken Verdunstung überraschend hohe Abflußzahl kann wohl nur aus dem gebirgigen und recht weitgehend entwaldeten Sammelgebiet erklärt worden.

Trotz der günstigen Verteilung der Niederschläge auf den Sommer sind die Feldfrüchte infolge der starken Verdunstung der Gefahr des Verdurstens in hohem Maße ausgesetzt. So wurde im Jahre 1901 im Grand Valley während der Monate

Mai bis Oktober die Verdunstungshöhe zu 983 mm von der freien Wasserfläche ermittelt, während die Regenhöhe in derselben Zeit nur 133 mm betrug. In demselben Jahre erreichte im Arkansas Valley die Verdunstungshöhe während Mai bis November sogar 1542 mm, wovon nur 127 mm durch den Regen ersetzt wurden.

Durch exakte Bewässerungsversuche ist festgestellt, daß zur gedeihlichen Entwicklung der Feldfrüchte eine zwei bis dreimal so große Wassermenge nötig ist, wie durch die Niederschläge gegeben wird. Daraus folgt ohne weiteres, daß trotz der verhältnismäßig günstigen Verteilung der Niederschläge in Colorado eine geordnete Landwirtschaft ohne Bewässerung nicht möglich ist.

## II. Utah.

Aus langjährigen Beobachtungen der Regenmengen in den Hochebenen von Utah gibt die folgende Tabelle das Charakteristische:

| Lfd. Nr. | Station | Meeres-höhe m | Niederschläge in mm in den Monaten | | | | | | | | | | | | Jahr mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| 1 | Corinne . . . . | 1290 | 33 | 33 | 33 | 28 | 28 | 15 | 10 | 8 | 15 | 20 | 25 | 45 | 293 |
| 2 | Fillmore. . . . | 1560 | 37 | 43 | 41 | 58 | 28 | 13 | 13 | 20 | 25 | 12 | 18 | 35 | 343 |
| 3 | Ft. Duchesne. . | 1510 | 10 | 13 | 18 | 20 | 20 | 6 | 13 | 15 | 15 | 6 | 6 | 20 | 162 |
| 4 | Heber . . . . . | 1660 | 73 | 55 | 54 | 25 | 24 | 10 | 18 | 15 | 27 | 23 | 20 | 82 | 426 |
| 5 | Levan . . . . . | 1530 | 40 | 45 | 55 | 55 | 52 | 18 | 10 | 20 | 35 | 26 | 20 | 83 | 459 |
| 6 | Loa . . . . . | — | 15 | 18 | 15 | 3 | 8 | 2 | 23 | 27 | 13 | 12 | 10 | 11 | 157 |
| 7 | Logan. . . . . | 1460 | 39 | 38 | 51 | 28 | 51 | 20 | 7 | 5 | 40 | 8 | 19 | 39 | 345 |
| 8 | Moab . . . . . | 1220 | 17 | 18 | 22 | 8 | 8 | 2 | 16 | 13 | 18 | 11 | 15 | 27 | 175 |
| 9 | Ogden. . . . . | 1310 | 41 | 38 | 39 | 37 | 37 | 15 | 6 | 10 | 15 | 35 | 28 | 47 | 348 |
| 10 | Parowan . . . | 1820 | 32 | 39 | 51 | 34 | 24 | 4 | 27 | 27 | 26 | 18 | 14 | 25 | 321 |
| 11 | St. George . . | 880 | 25 | 23 | 15 | 7 | 8 | 1 | 8 | 7 | 10 | 8 | 11 | 35 | 158 |
| 12 | Salt-Lake City. | 1330 | 37 | 33 | 50 | 56 | 44 | 20 | 14 | 19 | 23 | 40 | 37 | 42 | 415 |
| | Zusammen . . . | — | 399 | 396 | 444 | 359 | 332 | 126 | 165 | 186 | 262 | 219 | 223 | 491 | 3602 |
| | Mittel . . . . . | — | 33 | 33 | 37 | 30 | 28 | 10 | 14 | 15 | 22 | 18 | 19 | 41 | 300 |

Die Jahresmenge der Niederschläge schwankt in sehr weiten Grenzen. So fielen in Salt-Lake City im Zeitraume 1875/97 als Minimum 258 mm und als Maximum 591 mm. In den Monaten Mai bis Okt. fielen durchschnittlich 107 mm Niederschläge oder 36 % der Jahresmenge. Es ist daher der Niederschlag in Utah nicht nur geringer als in Colorado, wie oben gezeigt wurde, sondern auch über die Jahreszeiten weit ungünstiger verteilt. Die Verdunstung wurde im Jahre 1901 zu Corinne während der Monate Mai bis Oktober zu 961 mm ermittelt, übertrifft also den Niederschlag in derselben Zeit um das Zehnfache und den des ganzen Jahres sogar noch um das dreiundeinhalbfache.

Die starke Verdunstung ist die Folge der großen Wärme, der zahlreichen wolkenlosen Tage und der geringen Luftfeuchtigkeit.

In den Jahren 1898 bis 1901 wurden in St. George im südwestlichen Utah 288 klare Sonnentage, 44 Tage mit teilweiser Bewölkung und nur 33 bewölkte Tage mit Niederschlägen durchschnittlich im Jahre beobachtet. In Salt-Lake City betrug die Zahl der wolkenlosen Tage im Durchschnit von 20 Jahren ebenfalls 288.

An den oben mitgeteilten Regenstationen betrug die mittlere Jahrestemperatur 10°. Die niedrigste Mitteltemperatur tritt im Monat Januar ein mit − 4°, die höchste im Juli mit + 23°. In extremen Fällen steigt die Temperatur indes bis über 100° F. oder 38° C.

Die relative Luftfeuchtigkeit war im Durchschnitt von 17 Jahren zu Salt-Lake City:

64 % im Winter,
50 % im Frühling,
38 % im Sommer,
47 % im Herbst und
50 % im Jahre.

## III. Kalifornien.

Die jährliche Niederschlagsmenge ist über den ganzen Staat sehr ungleich verteilt. Sie nimmt im allgemeinen ab von Norden nach Süden und dem trockensten Südosten in der Nachbarschaft von Arizona. Unter denselben Breitengraden wird wieder ein starker Unterschied je nach der Höhenlage beobachtet, derart, daß die Niederschläge mit zunehmender Höhe wachsen und auf dem Gipfel der Sierra Nevada ihr Maximum erreichen. In der Regel verursachen 30 m Steigung zu diesem Gebirge einen Zuwachs von 25 mm Regenfall, so daß oft nahe bei einander gelegene Orte recht verschiedene Regenhöhen aufweisen. So betrug im Jahre 1903 die Niederschlagshöhe zu Laporte in Plumas County bei 1500 m Meereshöhe 1926 mm bei 5300 mm Schneehöhe. Dieser Niederschlag fiel in 76 Tagen. Dagegen verzeichnete in demselben Jahre die Wetterwarte Imperial, San Diego County, nur 9 mm Niederschlag und drei Regentage.

Während in den anderen Staaten, selbst in den trockenen, Niederschläge zu allen Jahreszeiten vorkommen, ist das Klima Kaliforniens in eine regenreiche Zeit (Winter) und eine regenarme oder regenlose (Sommer) streng geschieden. Die Regenzeit fällt in die Monate November bis April. Auch unmittelbar an der Küste ist diese Scheidung vorhanden, wie die nachstehend angegebenen Niederschlagsmittel von der Wetterwarte San Franzisko aus den 10 Jahren 1894 bis 1903 erkennen lassen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Januar . . | 123 mm | Juli . . . | 0 mm |
| Februar . . | 79 „ | August . . | 0 „ |
| März . . . | 81 „ | September . | 13 „ |
| April . . . | 34 „ | Oktober . . | 39 „ |
| Mai . . . | 20 „ | November . | 57 „ |
| Juni . . . | 4 „ | Dezember . | 81 „ |

Die jährliche Niederschlagshöhe betrug also 531 mm, wovon in der regenarmen Zeit Mai bis September nur 37 mm oder 7 % der Jahresmenge fielen. Im Cache Creek Valley, nördlich von Sacramento, betrug in den 9 Jahren 1891/99 die Regen-

höhe im Mittel 430 mm, während das Maximum auf 689 mm stieg und das Minimum auf 185 mm sank. In den Monaten Mai bis September fielen davon 34 mm oder 8 % vom Jahresmittel.

In Orange wurden in dem zehnjährigen Zeitraum 1895 bis 1904 folgende Niederschläge beobachtet:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Januar | 61 mm | Juli | 0 mm |
| Februar | 36 „ | August | 1 „ |
| März | 62 „ | September | 3 „ |
| April | 14 „ | Oktober | 17 „ |
| Mai | 9 „ | November | 23 „ |
| Juni | 2 „ | Dezember | 33 „ |

Die Jahresmenge schwankte zwischen den Grenzen 133 mm und 407 mm und betrug im Mittel 261 mm, wovon auf die Monate Mai bis September nur 15 mm oder 6 % der mittleren Jahresmenge entfallen. 42 Monate dieses zehnjährigen Zeitraums waren ohne jeglichen Niederschlag.

Es ist zu bewundern, daß trotz dieser geringen Niederschläge während des Sommers in den dry farmings ein immerhin lohnender Weizenbau ohne Berieselung in sehr großer Ausdehnung betrieben wird. In erster Reihe muß dies wohl der bedeutenden wasserhaltenden Kraft des feinkörnigen, lehmigen, sehr tiefgründigen Bodens zugeschrieben werden.

Die Abflußmenge in den Flüssen folgt nicht unmittelbar dem Gesetze der Niederschläge, weil während des Winters große Mengen der Niederschläge in Form von Schnee in der Sierra aufgespeichert werden, die erst durch das allmähliche Vordringen der Sommerwärme zu den Gebirgshöhen abschmelzen und zum Abfluß gelangen. Die Schneemenge erreicht im März oder April ihr Maximum; dann beginnt das Abschmelzen, das Ende Juni beendet ist. Um das Schneewasser für Bewässerungszwecke möglichst auszunutzen, sind im Gebirge Beobachtungsstellen eingerichtet, die den Vorrat an Schnee zu Tal melden, um danach zu ermessen, wann die Sammelbecken gefüllt werden und wann sie zur Bewässerung in Anspruch genommen werden müssen.

Die Zahl der wolkenlosen Tage betrug im Durchschnitt von 41 Wetterwarten während des Jahres 1903 = 220. Man rechnet mit solcher Sicherheit auf die regenlose Zeit, daß der gedroschene Weizen nicht in Schuppen untergebracht wird, sondern bis zur Verfrachtung im Freien auf dem Felde lagert.

Die Temperatur steigt bis über 50° C und sinkt in den für die Landwirtschaft in Betracht kommenden Gebieten nur selten um einige Grade unter den Gefrierpunkt. Dagegen kommen im Gebirge so niedrige Temperaturen vor, wie sie bei uns unbekannt sind; so wurde im Jahre 1903 in der Station Bodie in der Mono-County auf 2500 m Meereshöhe ein Minimum von – 38° C. beobachtet. An der Küste liegt die mittlere Temperatur des Winters nur um wenige Grade unter der des Sommers.

Die vorherrschenden Winde kommen aus südwestlicher Richtung über den Stillen Ocean. Sie bringen ab und an Nebel und damit eine willkommene Anfrischung für die Kulturen, besonders wertvoll für die ohne Bewässerung. Die aus

Alaska entspringenden und über die Hochebene von Nevada streichenden kalten Nordwinde werden durch die Sierra gänzlich von Kalifornien abgehalten.

Wenn somit je nach der Höhe über dem Meere recht erhebliche klimatische Verschiedenheiten vorkommen, so kann doch das Klima des Hügellandes bis zu Höhen von 700 bis 800 m dem der Täler in landwirtschaftlicher Beziehung als gleichwertig angesehen werden.

## IV. Arizona.

Die jährliche Niederschlagmenge ist sehr gering; sie erreicht zu Phönix durchschnittlich nur 168 mm, geht aber sehr oft noch weit unter dies Mittel herab. So erreichte z. B. im Jahre 1899/1900 die — in 15 Tagen gefallene — Regenmenge nur die Höhe von 91 mm. Unter dem Einflusse der großen Wärme und der geringen Luftfeuchtigkeit ist die Verdunstung sehr bedeutend. Es wurden in dem normalen Jahre 1901 zu Phönix folgende Verdunstungshöhen gemessen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Mai . . . . . | 207 mm | August . . . . | 164 mm |
| Juni . . . . . | 238 „ | September . . . | 177 „ |
| Juli . . . . . | 282 „ | Oktober . . . . | 120 „ |
| | Zusammen | 1188 mm. | |

Die durchschnittliche Verdunstungshöhe des ganzen Jahres wurde in Phönix zu 1950 mm ermittelt.

Die Temperatur ereicht Ende Juni ihren Höchstwert, nimmt jedoch bis Ende September nur wenig ab. In den Monaten Dezember und Januar kommen Fröste nicht selten vor.

Nachstehend sind die Mittelwerte für Temperatur (t) und relative Luftfeuchtigkeit (l) nach den Beobachtungen der Wetterwarte zu Phönix angegeben:

| | t = ° C | l = % |
|---|---|---|
| Januar . . . . . | 9 | 53 |
| Februar . . . . . | 13 | 42 |
| März . . . . . | 13 | 38 |
| April . . . . . | 19 | 33 |
| Mai . . . . . | 23 | 26 |
| Juni . . . . . | 28 | 24 |
| Juli . . . . . | 32 | 37 |
| August . . . . . | 30 | 40 |
| September . . . . . | 27 | 39 |
| Oktober . . . . . | 19 | 40 |
| November . . . . . | 14 | 43 |
| Dezember . . . . . | 9 | 45 |
| Zusammen . . . | 236 | 460 |
| Mittel . . . . . | 20 ° | 38 %. |

Die Luftfeuchtigkeit ist also ganz abnorm niedrig, und man begreift aus den mitgeteilten Zahlen ohne weiteres, daß in diesem Klima geregelte Landwirtschaft nur mit Hülfe von Bewässerung möglich ist. Diesem Zwecke soll auch das bald zu vollendende Sammelbecken im Gebiete des Salt-River dienen, das mit nahezu 1 500 000 000 cbm Fassungsraum das größte der Erde sein wird.

## 2. Die Weltausstellung in St. Louis.

Die Ausstellung war mit Gegenständen, die das Meliorationswesen unmittelbar berühren, nur recht schwach beschickt, und das Wenige war noch zerstreut auf verschiedene Ausstellungsgebäude. Die Gebäude der Einzelstaaten enthielten überhaupt keine Ausstellung; sie dienten vielmehr als Treffpunkt der Landsleute im engeren Sinne.

Von Interesse waren von der Regierung bearbeitete Tabellen über den tatsächlichen Wasserverbrauch für Bewässerungen. Meistens wird Verschwendung mit dem Wasser getrieben, dem man entgegenarbeitet, um dafür die bewässerte Fläche vergrößern zu können. Nach den Staaten geordnet, ergibt sich folgender jährlicher Verbrauch in af = Ackerfuß:

| | |
|---|---|
| New-Mexiko | 7,90 af |
| Nevada | 7,08 „ |
| Washington | 7,04 „ |
| Kalifornien | 5,86 „ |
| Utah | 4,47 „ |
| Colorado | 4,26 „ |
| Arizona | 3,41 „ |
| Montana | 2,83 „ |
| Nebraska | 2,57 „ |

Dieser Verbrauch ist in den Hauptkanälen gemessen. Der tatsächliche Verbrauch auf den Feldern ist geringer, weil Verluste in den Zuleitern eintreten. Diese Verluste sind unter Umständen sehr bedeutend. So werden (in den Irrigation Papers Nr. 67 des Department of the Interior) Beispiele mitgeteilt, in denen der Verlust zwischen 13 und 916 l in der Sekunde für 1 km Kanallänge schwankte. Die verbrauchte Wassermenge ist also sehr verschieden; sie ist weniger bedingt durch klimatische Einflüsse als durch Gewohnheit und mehr oder minder entwickeltes Verständnis für Bewässerungsfragen.

1 Ackerfuß ist die Wassermenge, die 1 acre (0,405 ha) einen Fuß hoch bedeckt. Diese Bezeichnung für eine Wassermenge ist bei Bewässerungen mehr im Gebrauch als irgend eine andere. Sie ist sehr praktisch, weil sie unmittelbar eine Vorstellung von der zur Verfügung stehenden Wassermenge gibt, auch der Niederschlag in derselben Einheit gemessen wird. Ich vermute, daß bei uns das entsprechende m/ha oder cm/ha dem Laien weit eher verständlich sein würde als das Sekundenliterhektar und sich daher zur Einführung empfiehlt.

Für die verschiedenen Feldfrüchte werden folgende Wassermengen als angemessen angegeben:

| | |
|---|---|
| Luzerne | 3,4 Fuß |
| Kartoffeln | 3,0 „ |
| Obstbäume | 2,8 „ |
| Zuckerrüben | 2,2 „ |
| Hafer | 1,7 „ |

| | |
|---|---|
| Weizen . . . . . | 1,6 Fuß |
| Gerste . . . . . | 1,5 „ |
| Mais . . . . . | 1,4 „ |

Eine größere Zahl von Wassergeschwindigkeitsmessern war in Glasgehäusen mit strömendem Wasser ausgestellt. Es waren sämtlich Umdrehungsinstrumente. Am beliebtesten sind die mit vertikaler Achse (Price meter), ähnlich den Windmessern, doch mit komischen Höhlungen. Daneben Flügelinstrumente mit horizontaler Achse, deren Schaufeln vielfach durch einen vorgelagerten Bügel gegen antreibendes Kraut geschützt sind.

Selbstzeichnende Pegel in einfacher, billiger Bauweise waren in großer Zahl ausgestellt. Die Trommel liegt meist horizontal. Die Bewegungen des Schwimmers werden ihr durch ein Kupferband mitgeteilt, dessen Lochung auf Stifte der Trommel paßt, um jegliches Gleiten zu verhüten. Der Schreibstift wird durch eine mit Uhrwerk gedrehte Schraubenspindel bewegt. Es wird in Amerika in sehr großem Umfange Gebrauch von selbstzeichnenden Pegeln gemacht. Instrumente zur Entnahme von Wasserproben aus beliebiger Tiefe bestehen aus einem beiderseits offenen Metallzylinder, der durch Steuerruder an einer Leine hängend in die Stromrichtung eingestellt wird. Der Verschluß des Zylinders erfolgt durch Schieber, die um eine exzentrische Achse schwingen.

Über Be- und Entwässerungen war im eigentlichen Sinne nichts ausgestellt, abgesehen von einigen Modellen von Stauschleusen, Wasser- und Windrädern und dergleichen, die aber durchaus keinen typischen Wert hatten, wie ich auf meiner späteren Reise wahrnahm. Das beste Modell solcher Art war im Government Building vom Geological Survey ausgestellt und betraf die im Bau begriffene Talsperre im Gebiet des Salt River in Arizona unweit Mesa. Die massive Sperrmauer erhält 76,3 m Höhe, an der Basis 52 m und an der Krone 5 m Stärke. Bei nur 107 m Länge der Mauer erhält das Staubecken eine Oberfläche von 6500 ha und einen Fassungsraum von 1 200 000 af = 1 482 000 000 cbm. Die Kosten sind auf 10 500 000 ℳ veranschlagt, so daß 1 cbm Stauraum nur rund 0,07 ℳ kostet.

Die Geological Survey gehört zum Ministerium des Innern und zerfällt in fünf Abteilungen für: Administration, Geology, Topography, Hydrography und Publication.

Der vierten Abteilung, d. h. der für Hydrography, liegt die Erforschung der Wasservorräte ob. Sie hat ferner die Projekte für Staubecken und Bewässerungen aufzustellen bzw. zu begutachten, oder ganz allgemein zu ermitteln, welche noch unkultivierten Landstriche durch Bewässerung nutzbar gemacht werden können. Diese Tätigkeit hängt naturgemäß eng mit derjenigen für Topographie zusammen. Ferner gehört zu ihrer Tätigkeit die Beobachtung über Niederschlag, Abfluß, Verdunstung usw. Sämtliche Arbeiten der jetzt über das Land verteilten 500 Stationen des Geological Survey werden in Washington gesammelt, wissenschaftlich verarbeitet und veröffentlicht. Bei den Veröffentlichungen ist das Bestreben bemerkbar, den technischen Stoff auch für den Laien verständlich und damit um so eher praktisch nutzbar zu machen und allgemeines Interesse dafür zu erwecken.

Der Sektion für Hydrology fällt die systematische Erforschung des Grundwassers zu. Das Ergebnis wird in Karten zusammengestellt, ähnlich den geologischen.

Sie geben eine wichtige Unterlage für alle mit Grundwasser zu speisenden Bewässerungen, noch mehr für Wasserversorgungen ab. In Kalifornien hörte ich von einer Methode zur Messung von Grundwasserströmen, die ich später in den Irrigation Papers Bulletin Nr. 67 beschrieben fand und nach dieser Quelle ihrer Eigenart wegen nachstehend schildere (Abb. 3):

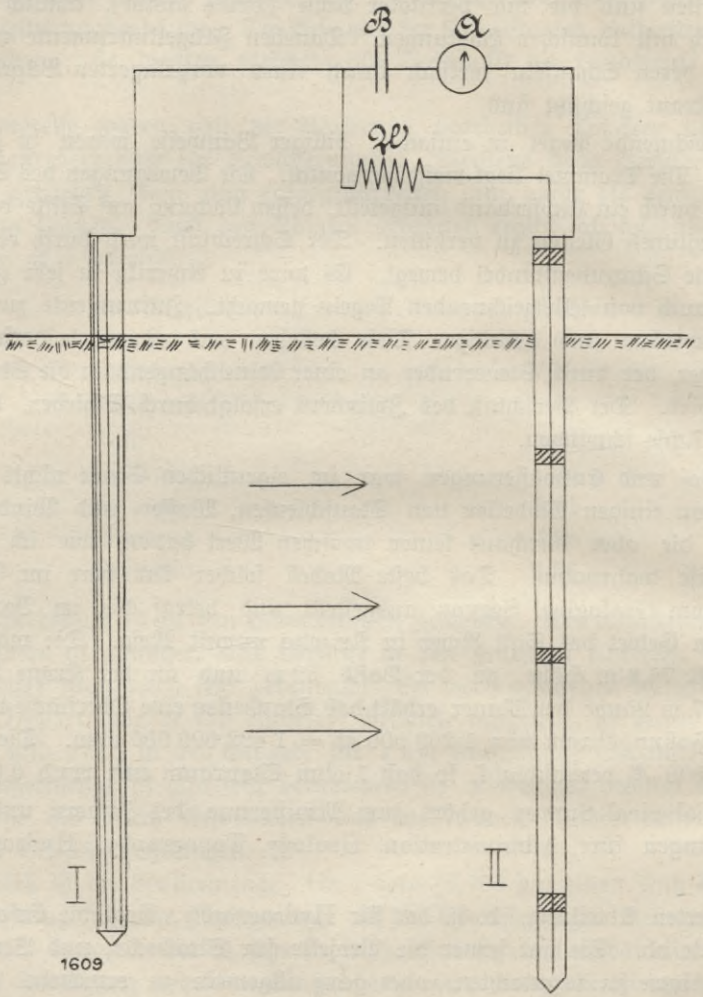



Abb. 3.

Es werden zwei metallene, durchlöcherte Röhrenbrunnen I und II in den Boden getrieben. In den unteren Brunnen II wird ein isolierter Leiter eingebaut und mit dem Galvanometer A, der Batterie B und dem Widerstand W geschaltet, wie in der Skizze angegeben. Der Widerstand W wird so bemessen, daß das System durch den Strom der Batterie B für gewöhnlich nicht durchflossen wird. Nun wird I mit einer Salzlösung beschickt (Chlorammonium), und sobald dies den Brunnen II erreicht hat, wird der Strom geschlossen und A zeigt einen Ausschlag, der auch selbsttätig registriert werden kann. Ordnet man eine Zahl

von Brunnen II rings um I an, so kann die Richtung des Grundwasserstroms nach der Horizontalen bestimmt werden. Die Neigung des Stromes gegen die Horizontale ist meßbar, wenn man den Leiter in II aus mehreren Stücken zusammensetzt und diese einzeln in den Stromkreis schaltet. Der Apparat ist von Mr. Slichter angegeben. Die Einrichtung des Brunnens II wird auch angewandt, um ein gewisses Maß überschreitende Sättigung des Grundwassers mit Salzen durch ein Glockensignal automatisch anzuzeigen.

Wieder einer anderen Sektion fällt der Reclamation Service (Meliorationsdienst) in den trockenen Staaten und Territorien zu. Er wurde durch Gesetz (Reclamation Law) vom 17. Juni 1902 eingerichtet, wie ich bereits im ersten Teile meines Berichts erwähnte. Die Aufgabe dieser Sektion ist, größere Meliorationen unter Beteiligung von öffentlichem und privatem Lande zur Durchführung zu bringen, die nur durch das Zusammenwirken einer großen Gesamtheit zweckmäßig gestaltet werden können. Dabei sind vor allen Dingen auch die oft recht verwickelten Rechtsverhältnisse zu ordnen. Aus naheliegenden Gründen ist dadurch bereits eine sehr rege Entwicklung der Bewässerungen hervorgerufen.

Um die Bildung kleiner Farmen zu begünstigen, ist Bestimmung getroffen, daß ein Besitzer für höchstens 160 acres Bewässerung aus solchen staatlichen Anlagen erhalten darf.

Der topographischen Abteilung liegt die Vermessung und Kartierung ob. Es werden topographische, geologische und Kulturkarten angefertigt. Die Maßstäbe der Karten sind 1 : 250 000, 125 000 und 62 500. Die Ausführung der Karten ist sehr exakt. Eine Sektion von drei Blatt mit Erläuterungen wird für 25 cent an jedermann abgegeben. Der Umfang dieser Neuvermessungen ist schon sehr weit vorgeschritten. Sogar in der Nähe des Grand Cañon und ähnlich entlegenen Gegenden fand ich vorzüglich eingerichtete Höhenbolzen bezogen auf den Meeresspiegel.

So sind in dem Geological Survey die meisten Funktionen vereint, die auf das Meliorationswesen Bezug haben. Weit weniger ist das landwirtschaftliche Ministerium daran beteiligt, eigentlich nur an dem Betriebe der Bewässerungen: zweckmäßige Verteilung und Benutzung des Wassers, innerer Ausbau, Anbau von Früchten usw. Alle Arbeiten dieser beiden Staatsanstalten werden in der großen Staatsdruckerei zu Washington gedruckt und können von den Interessenten meistens kostenlos bezogen werden. Andere Veröffentlichungen werden zum ungemein niedrigen Selbstkostenpreise abgegeben. So fand ich denn überall auf meiner Reise bei Bewässerungsinteressenten eine wohlausgestattete Bücherei von derartigen Veröffentlichungen, und sie waren auch gelesen und verstanden. Diese Art, das Interesse zu erwecken, ist bei uns durch den hohen Preis der Bücher leider ausgeschlossen.

Sehr beachtenswert war auch die Ausstellung des Wetterbureaus, das anfangs zum Kriegsministerium gehörte, 1891 aber der landwirtschaftlichen Verwaltung angegliedert wurde. An etwa 80 000 Stellen werden täglich Vorhersagen abgegeben, und zwar lediglich auf Kosten der Regierung. Während der Vegetationszeit werden von 45 über die Union verteilten Zentralstationen wöchentlich Berichte über Klima

und Entwicklung der Früchte herausgegeben mit den maßgebenden Angaben über Temperatur, Regenfall usw. Die Bevölkerung nimmt ungemein regen Anteil an den Arbeiten des Wetterbureaus. Im trockenen Westen war jeder Farmer über die Verhältnisse genau unterrichtet.

---

## 3. Innere Einrichtung und Betrieb der Bewässerung.

Nur ausnahmsweise sind Bewässerungen zu finden, wo der einzelne Besitzer vollkommen freie Verfügung über das Wasser hat; meistens sind die Farmer Mitglieder einer größeren Organisation und deren Satzungen unterworfen. Im allgemeinen unterscheidet man zwei Formen von Genossenschaften:

1. Die Teilnehmer stellen die Anlage in gemeinsamer Arbeit her und erhalten ein Wasserrecht (share) entsprechend ihrem Besitz oder ihrer Leistung.
2. Die Anlage wird von einer stock company hergestellt, die das Wasserrecht gegen Geld abgibt. Ein „Wasserrecht" gilt meistens für 80 ac.

Die Gesamtheit legt die Hauptzuleiter mit Schleusen, Staubecken usw. an und unterhält sie. Es ist Sache der Interessenten, meist durch Zusammenwirken mehrerer, aus den genossenschaftlichen Anlagen Zuleiter auf ihre Grundstücke abzuzweigen. Muß dieser Zuleiter von mehreren Interessenten zu gleicher Zeit benutzt werden, so ist an solchen Stellen, wo zu dem Zwecke ein Nebenzuleiter abzweigt, ein Wehr eingebaut (division box), das eine selbsttätige Teilung nach Verhältnis des anteiligen Wasserrechts vornimmt. Meistens bestehen diese Teilwehre aus hölzernen Gerinnen, deren Querschnitte sich verhalten wie die abzuleitenden Wassermengen. Tatsächlich findet die gewollte Teilung also nur bei ganz bestimmter Füllhöhe statt.

Jeder Hauptkanal — das ist ein solcher, der unmittelbar von einem Fluß oder Staubecken abzweigt — ist mit einer Einlaßschleuse (headwork) verschließbar. In den Staaten mit mehr geordnetem Wasserrecht steht die Bedienung dieser Schleusen allein dem staatlich angestellten Aufsichtsbeamten (water commissioner) zu. In Zeiten des Wassermangels wird die Handhabung dieser Schleusen von dem in der Hauptstadt wohnenden State Engineer geleitet, der mit allen water commissioners telephonisch verbunden ist und auf demselben Wege über den Wasserstand in Flüssen und Staubecken täglich unterrichtet wird.

Die Einlaßschleusen aus dem Hauptkanal (main canal) zu den Nebenkanälen (lateral canal) werden durch die Beamten der Genossenschaft (canal riders) bedient. Alle diese Haupt- und Nebenschleusen sind verschließbar und können allein von den Beamten geöffnet oder geschlossen werden.

Die Zeit der Bewässerungen wird meistens für das ganze Jahr im voraus festgesetzt, so daß jeder Interessent weiß, wann er das Wasser zu erwarten hat und seine Anordnungen für Abnahme und Verteilung des Wassers rechtzeitig treffen kann. Nur zu Zeiten ausnahmsweisen Wassermangels wird von der festgesetzten Wasserordnung abgewichen. Die Bewässerung dauert in der Regel von Mitte April

bis Ende September. Bewässert werden Halmfrüchte, Kartoffeln, Zuckerrüben, Gemüse, Luzerne und Obstgärten, nebenbei auch die Grasgärten in der Nähe der Wohnstätten.

Für die Wässerung sind folgende Systeme in Anwendung:

1. Das Check-System, sehr ähnlich unserer Stauberieselnng. Das Feld wird durch Dämme in eine Anzahl Staubecken geteilt, die nach einander gefüllt werden. Entweder wird das Land in einem Becken (check) ganz geebnet und horizontal gemacht, und man ist dann in der Lage, rechteckige Checks anzulegen, oder man folgt mit den Dämmen den Höhenlinien des natürlichen Geländes und erhält dann Becken von unregelmäßiger Umgrenzung. Die Größe der Checks schwankt sehr erheblich, und zwar nimmt sie mit der Ebenheit des natürlichen Geländes zu. Man machte sie früher bis zu 30 ac = 12 ha groß, geht aber immer mehr zu kleineren Checks über, weil diese sparsamer im Wasserverbrauch sind. Jetzt findet man solche herab bis zur Größe von wenigen Ar.

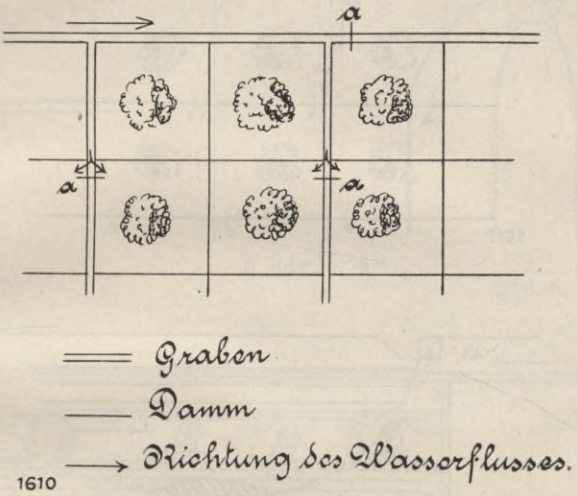



Abb. 4.

Die Dämme, 30—50 cm hoch, werden aus dem Abtrag hoher Stellen in den Checks gebaut, meistens mit ganz flachen Böschungen 1 : 5, um mitbestellt und mit Ackergeräten überfahren werden zu können. Um das Wasser einzulassen, sind in den Dämmen kleine Einlaßsiele mit Staubohlenverschluß anzulegen; bei einfacheren Verhältnissen werden sie auch einfach durchstochen. Die Bewässerung in Checks erfordert für die Zeiteinheit einen erheblichen Wasserzufluß, um die ganze Fläche des Beckens gleichmäßig zu durchfeuchten. Für die einmalige Bewässerung werden in der Regel 15 cm Wasserhöhe gerechnet. Hauptsächlich wird das Check-System zur Bewässerung von Luzerne angewandt; doch sah ich in Kalifornien, besonders im Santa Clara Valley auch Obstgärten nach diesem System behandelt. Manche Obstzüchter halten die unmittelbare Berührung des Baumstammes mit Wasser für schädlich und umgeben ihn daher mit einem Ringwall in dem Check.

Das System der Wasserzuleitung ist in den Abb. 4—6 gekennzeichnet.

Bei a werden vorübergehend nach Bedarf Stauwerke eingebaut. Man verwendet dazu den canvas dam. Er besteht aus einer starken Stange a, an welche Segeltuch l genagelt ist. a wird durch Eingraben in die Böschungen festgelegt und l rings herum mit einigen Schaufeln voll Erde beschwert. Dann ist die Vorrichtung imstande, einseitigen Wasserdruck aufzunehmen. Schneidet man ein Loch ins Segeltuch, so kann man auch eine beliebige Wassermenge nach unten durchlassen.

Da sämtliches eingelassene Wasser versickern muß, so schlämmt der Boden unter der Luzerne mit der Zeit sehr fest, ohne durch Pflügen aufgelockert werden zu können. Es waren daher vielfach die Folgen der Versumpfung bemerkbar, und

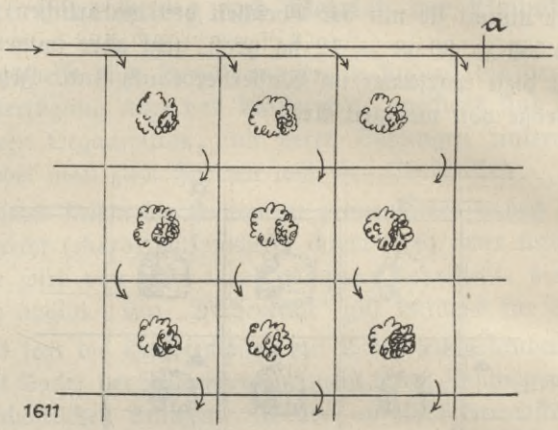



Abb. 5.

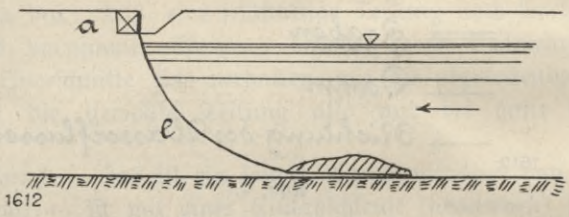



Abb. 6.

man würde m. E. richtiger tun, wenn man häufiger und mit geringen Wassermengen anfeuchtet, soweit dies bei diesem System überhaupt möglich ist.

2. Das Furchensystem (furrow irrigation) wird meistens angewandt bei Zuckerrüben, Gemüsen usw., kurz bei allen Früchten, die in Reihen gepflanzt werden. außerdem aber in ausgedehnter Weise bei Obstgärten.

Die Furchen müssen in solches Gefälle gelegt werden, daß die in ihnen entstehende Wassergeschwindigkeit nicht zu groß wird und Ausspülungen verursacht, aber doch groß genug bleibt, um Wasser auch an das untere Ende des zu bewässernden Feldes zu leiten. Deshalb liegen sie manchmal im stärksten Gefälle, manchmal schräg dazu, bei steileren Hängen aber auch nahezu in der Richtung der Horizontalkurven. Das übliche Gefälle der Furchen beträgt 3—5 ‰, steigt aber auch bis 20 ‰. Die Länge der Furchen hängt von dem Gefälle ab, doch macht

man sie selten länger als 200 m. Eine sehr große Sorgfalt verwendet man darauf, allen Furchen tunlichst dieselbe Wassermenge zuzuleiten. Um dies bestens zu erreichen, wird das Wasser für mehrere Furchen zugleich durch ein mit Schieber versehenes Rohr aus Holz oder Ton dem Zuleiter entnommen (Abb. 7). In Kalifornien sah ich die Verteilung des einem Hydranten entnommenen Wassers nach Abb. 8. Der Hydrant h ist mit sechs kleinen Rohrstutzen versehen, von denen jeder in eine der sechs Furchen f ausgießt, welche zwischen je zwei Baumreihen angelegt sind. Wenn solche Furchen gespeist werden sollen, die mehr oder minder Horizontalen folgen, so bedient man sich der flumes (Rinnen), und zwar derart, daß diese die

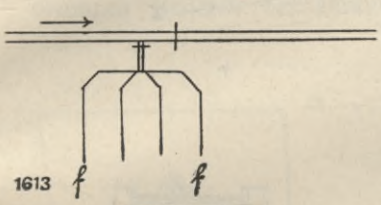



Abb. 7.

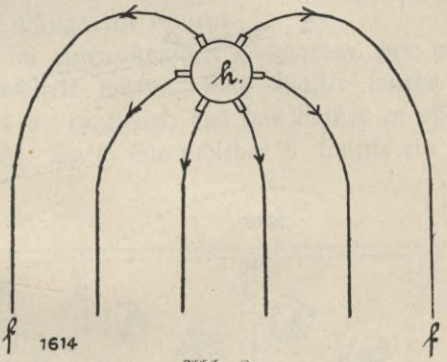



Abb. 8.

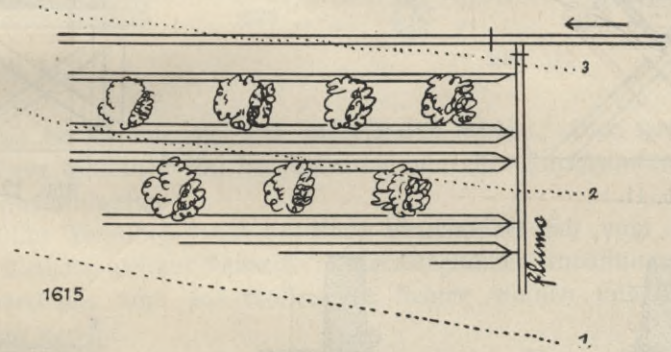



Abb. 9.

Furchen quer überschneiden. (Abb. 9.) Über jeder Furche erhält die Rinne eine mit Schieber verschließbare kleine Seitenöffnung, oder es werden auch hier mehrere Furchen zusammen aus einer dieser Öffnungen gespeist.

In der Nähe von Los Angeles sah ich eine ausgedehnte Anwendung solcher Rinnen auch in dem Falle, wenn es sich darum handelte, ein stark wechselndes Gelände an allen Punkten mit Wasser zu beherrschen. In dem in Abb. 10 dargestellten Falle kann man z. B. durch Einschaltung einer Rinne a—b in den sonst in Erde eingeschnittenen Zuleiter zz die Linienführung des Zuleiters von der Gestaltung des Geländes unabhängig machen. Die Bauart derartiger Holzgerinne ist in Abb. 11 und 12 skizziert. Auch bei uns möchten sie hier und da mit Nutzen anzuwenden sein, um beispielsweise ein welliges Wiesengelände, wie es in der Nähe

von Sand führenden Flüssen nur zu häufig vorkommt, ohne große Bodenbewegungen für Bewässerung einzurichten.

Bei den steigenden Holzpreisen werden die Verteilungsrinnen neuerdings meistens aus Beton gefertigt, mit Ausgüssen aus verzinktem Eisenrohr von etwa 25 mm Durchmesser, die mit Schiebern geschlossen werden können. Die Schieber, aus Eisen-

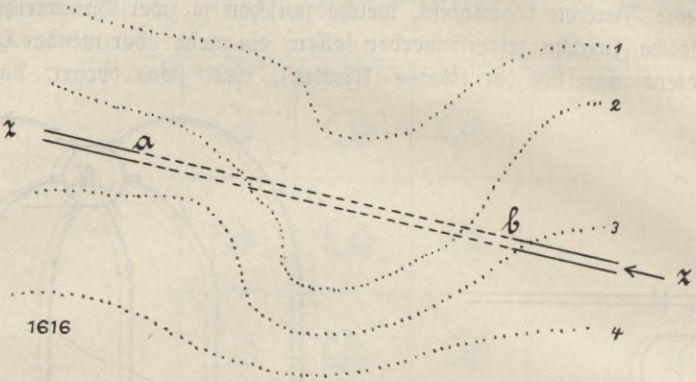



Abb. 10.

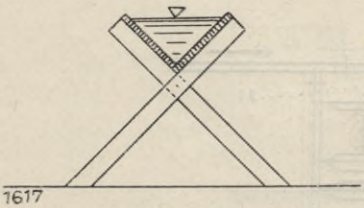



Abb. 11.

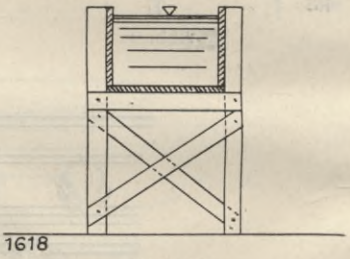



Abb. 12.

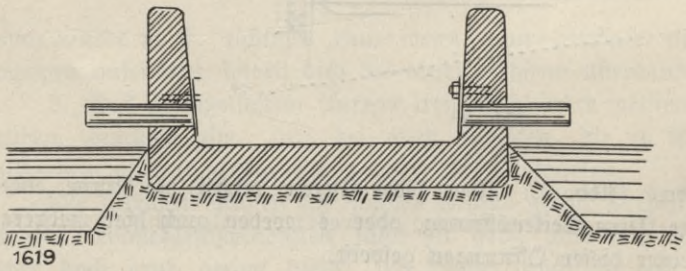



Abb. 13a.

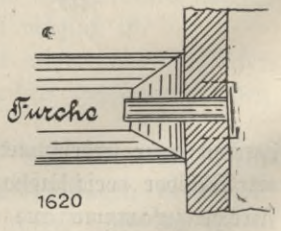



Abb. 13b.

blech, werden entweder zwischen einzementierten Haken geführt (Abb. 13a und b) oder sind um einen Schraubenbolzen drehbar (Abb. 14). Besonders die letzte Art ermöglicht eine sehr bequeme und feine Regulierung der Ausflußöffnung.

Auch kleine Querschieber werden in die Rinne eingebaut, um den Druck und Abfluß des Wassers mehr in der Hand zu haben. Die Preise der Betonrinnen von 15—35 cm Weite und Höhe betragen 2,20 bis 3,50 ℳ für 1 m.

Während man früher viele und flache Furchen zwischen den Baumreihen anlegte, ist man neuerdings zu wenigen und tiefen Furchen übergegangen, aus zweierlei Gründen. Einmal weil der Wasserverlust infolge Verdunstung bei tiefen Furchen geringer ist, und zwar wegen der geringeren Gesamtoberfläche des Wassers, ferner aber auch, weil die tieferen Furchen die Entwicklung der Baumwurzeln begünstigen.

Nach der Bewässerung ist der Boden zu eggen oder gar zu pflügen, um zu verhindern, daß sich eine harte, die Luft von dem Untergrunde absperrende Kruste auf dem Boden bildet, und um die Verdunstung zu ermäßigen. Durch das Rauhen der Oberfläche wird nämlich die Kapillarität unterbrochen und somit die in den Boden eingedrungene Feuchtigkeit der verdunstenden Wirkung von Sonne und Wind entzogen. Die Furchen müssen also vor jeder Bewässerung neu hergestellt werden, wozu man sich sehr mannigfacher Pflugarten bedient.

In Eaton, nördlich von Denver, sah ich einen üppigen Obstgarten, der nach dem in Abb. 15 angedeuteten System bewässert wurde. Das Wasser wurde in einem in die Erde eingebetteten Holzgerinne aa zugeleitet, das das Wasser in offene Grüppen zwischen den Baumreihen abgab. Durch Stauschieber b konnte ein be-

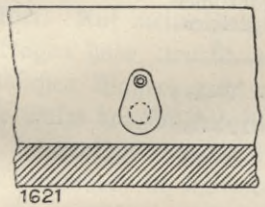



Abb. 14.

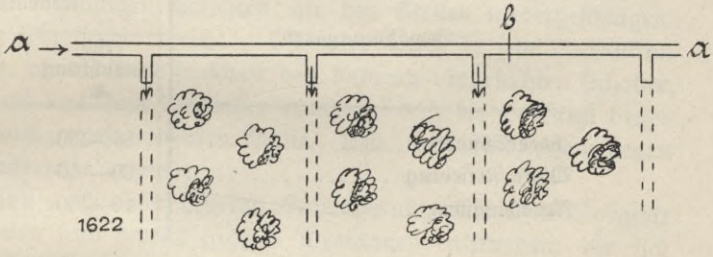



Abb. 15.

liebiger Teil der Anlage ein- und ausgeschaltet werden. Hier handelt es sich also mehr um ein Einstauen von der Seite als um eine Durchtränkung von oben, wie bei dem Furchensystem.

3. Wilde Rieselung (wild flooding) unterscheidet sich nicht von der bei uns üblichen Methode gleichen Namens. Unter möglichster Anpassung an die natürliche Geländeoberfläche wird das Wasser mit kleinen Rinnen und Dämmen tunlichst gleichmäßig verteilt.

4. Unterirdische Bewässerung (subirrigation). Man gelangte zu dieser Art, um den großen Verlust durch Verdunstung zu vermeiden. Poröse oder durchlochte Röhren werden in den Untergrund nahe den Bäumen verlegt und mit Wasser gefüllt. Die Sache hat sich nicht bewährt, weil die Röhren durch einwachsende Wurzeln bald verstopft wurden.

5. ist schließlich noch die Bewässerung mit Schlauchleitungen zu erwähnen, die zwar hohe Anschaffungs- und Betriebskosten erfordert, aber auch eine sehr rationelle Ausnutzung des Wassers gestattet und daher dort am Platze ist, wo mit Wasser außerordentlich gespart werden muß. Dazu kommt noch als Vorteil, daß eine Aptierung des Feldes überhaupt nicht erforderlich ist.

Bei der Entscheidung über die Frage, welches System im gegebenen Falle anzuwenden sei, sind folgende Erwägungen maßgebend: Das check- oder Becken-

System erfordert hohe Anlagekosten und einen erheblichen Wasserzufluß, ist aber im Betriebe billig. Ein Mann kann täglich 7—15 acres (3—6 ha) wässern. Die Anlage der Dämme mit Maschinenarbeit ist billig. Nachteilig ist, daß durch die unerläßlichen Einebnungen der gute Mutterboden beseitigt und in die Dämme gebaut wird.

Die wilde Rieselung aus kleinen Zuleitern hat weitaus die größte Verbreitung, weil sie billig in der ersten Einrichtung und für die meisten Feldfrüchte geeignet ist. Anlagen, welche die Feldarbeiten stören, sind nicht erforderlich. Dagegen erfordert die Bedienung viel Arbeit, da ein Mann höchstens täglich 3 acres besorgen kann.

Das Furchensystem liegt gewissermaßen zwischen den beiden andern. Es ist sparsam im Wasserverbrauch wegen geringer Verdunstungsverluste. Die Förderung zur Verkrustung des Bodens ist gering. Dagegen ist die gleichmäßige Verteilung des Wassers recht schwierig.

Für 1 ha hat man folgende Kosten zu rechnen:

| Bewässerungsart | Kosten für | |
|---|---|---|
| | erste Einrichtung ℳ | jährlichen Betrieb ℳ |
| check-System . . . . . | 80—160 | 7—18 |
| Wilde Rieselung . . . . . | 20— 50 | 12—30 |
| Furchensystem . . . . . | 10—100 | 20—28 |

Dabei sind nicht mitgerechnet die gemeinsamen, genossenschaftlichen Lasten und die Gebühr für Wasserbezug. Diese schwankt in Südkalifornien zwischen 30 und 150 ℳ für 1 ha. Wo das Wasserrecht gegen einmalige Zahlung erworben wird, hat es einen Wert von 250 ℳ und steigt in den Gegenden mit Orangenbau bis 10 000 ℳ für 1 ha.

An amtlicher Stelle schätzt man für die trocknen Staaten den Wasserbedarf auf durchschnittlich 10—15 cm für jeden Monat der Vegetationsperiode. Doch läßt dieser Verbrauch bei sorgsamer Wartung sich wesentlich verringern. So rechnet man in Südkalifornien, daß 1 Kubikfuß ständiger Zufluß für die Bewässerung von 100—500 acres ausreicht, das sind 5—9 cm Wasserhöhe monatlich oder rund 30—50 cm im Jahre. Doch findet man so sparsame Verwendung des Wassers eigentlich nur in Kalifornien, anderswo rechnet man 60—75 cm Wasserhöhe als jährlichen Bedarf für Rieselung.

Die Zahl der Wässerungen, welche in einer Wässerzeit gegeben werden, ist je nach der angebauten Frucht sehr verschieden. In Colorado wässert man Weizen 2 mal, Luzerne nach jedem Schnitt, also 3—4 mal, Kartoffeln 3—5 mal, Zuckerrüben 4—6 mal.

Um den Wasserverlust zu vermindern, wird das Unkraut zwischen den Baumpflanzungen sehr kräftig bekämpft, auch werden die Zuleiter mit Beton oder Holz gedichtet.

Die Bewässerung aus Brunnen, sei es, daß sie selbsttätig laufen oder aus

ihnen gepumpt wird, ist besonders geschätzt, weil der Wasserbezug unabhängig ist von den sonst oft sehr unklaren Rechtsverhältnissen. Doch sind in Kalifornien auch bei dieser Gelegenheit schon langwierige Prozesse entstanden wegen Senkung oder Entziehung des Grundwassers. Ein weiterer Vorzug des Brunnenwassers wird darin erblickt, daß es frei von Unkrautsamen ist. Sofern die Leistung der Pumpen zu gering ist, um für dauernde Bewässerung auszureichen, wird das gepumpte Wasser zunächst in ein kleines Reservoir gehoben und von hier aus mit natürlichem Gefälle zur Bewässerung verwendet. Das empfiehlt sich auch deshalb, weil die Kälte des unmittelbar aus dem Brunnen kommenden Wassers dem Pflanzenwuchs schädlich ist.

Für die Entwässerung wird bis jetzt fast garnichts getan, meistens muß das aufgeleitete Wasser allein durch Versickerung den oft sehr weiten Weg zum nächsten Flusse suchen. Die Schäden sind offensichtlich. In Colorado und Utah sah ich weite Gebiete, die durch Sickerwasser von einer oberhalb belegenen Bewässerung völlig versumpft waren.

Die Salze (alkali) des Unterbodens werden durch diese Sickerwässer aufgelöst und durch Verdunstung in mächtigen Schichten an den Stellen niedergeschlagen, wo das Wasser wieder die Oberfläche erreicht. Oft wird durch sie jede Vegetation zerstört. Auf meine Frage, ob die Genossenschaft den dadurch verursachten Schaden zu tragen habe, wurde mir von dem Vorsteher erwidert, daß die Herkunft dieses schädlichen Wassers nicht nachgewiesen werden könne. Am unempfindlichsten gegen diese Salze hat sich die Zuckerrübe erwiesen.

Neuerdings wendet man auch einer besseren Entwässerung vermehrte Sorgfalt zu. Besonders in Kalifornien sind bereits größere Drainagen entstanden, die sich von den unsrigen nicht wesentlich unterscheiden.

Die Drainierung in Verbindung mit reichlicher Bewässerung hat sich auch als wirksames Mittel erwiesen, um einen übersalzenen Boden durch Ausspülung wieder kulturfähig zu machen.

## Bauweise der Bewässerungswerke.

Die Staudämme für die Ansammlung von Wasser werden meistens aus Erddämmen hergestellt, oft in recht einfacher Weise. Im Cache la Poudre-Gebiet in Nord-Colorado zwischen Greely und Fort Collins ist eine große Zahl solcher Staubecken zu Bewässerungszwecken angelegt. Sie liegen nicht im Gebirge (Rocky Mountains), sondern an deren Fuße in der leicht gewellten Prärie. Ein großer Teil liegt auch nicht im Ursprungsgebiet des Wassers, dies wird vielmehr mit Kanälen aus den Flüssen zugeleitet, die zu diesem Zwecke mit festen Dämmen aus Busch oder Stein oder mit sehr einfachen Schützenwehren aufgestaut werden. Auf diese Weise kann man jede Terrainfalte, fast ganz unabhängig von ihrer Lage zum Fluß, zur Aufspeicherung ausnutzen und so eine große Wassermenge sammeln. Talkessel, die auf allen Seiten mit Höhen umgeben waren, werden in dieser Weise zu Staubecken nutzbar gemacht. Man war hier der Notwendigkeit enthoben, einen Damm zu bauen, brauchte vielmehr nur einen Hügel zu durchstechen und einen Auslaß einzubauen.

Die Erdstaudämme haben 4—6 m Kronenbreite und bis 12 m Höhe. Die Binnenböschung ist mit 1 : 2 bis 1 : 5 angelegt und nicht immer mit Steinpflaster gedeckt, die Außenböschung hat meistens die Steigung 1 : 2. Bei durchlassendem Boden erhält der Damm einen Tonkern. Es wird auch wohl eine Spundwand (Abb. 16) in den gewachsenen Boden eingetrieben. Die unbefestigte Binnenböschung hat sich an keiner Stelle bewährt; sie ist überall, selbst bei Neigung 1 : 5, in der Verflachung begriffen und liegt in der Höhe des stärksten Wellenschlages im Abbruch, den Bestand des Bauwerks in hohem Grade gefährdend. Auch die 40—50 cm starke Steinpflasterung ist durch Wellenschlag beschädigt, wo sie ohne Unterbettung verlegt wurde. In einem Falle hatte man zum Schutz der Krone eine Pfahlreihe mit Bohlenhinterkleidung angewendet (Abb. 17), doch ohne wesentlichen Erfolg. Übrigens ein bedenkliches Mittel wegen der Fäulnis der Pfähle.

Eine Entlastung ist nur bei den Dämmen vorhanden, die aus dem eigenen Sammelgebiet gespeist werden. Sie bestehen meistens in einer Erniedrigung der

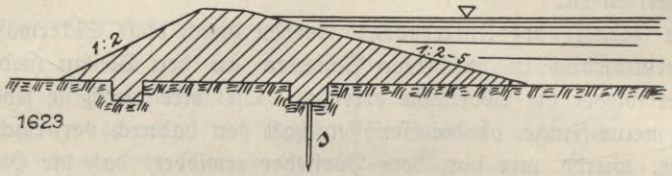



Abb. 16.

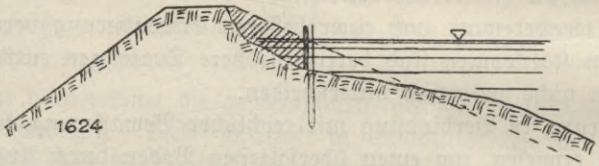



Abb. 17.

Dammkrone nahe den Talhängen und in einer anschließenden, zum Auslaßgraben abfallenden Mulde. In den Fällen, wo die Becken durch Kanäle gespeist werden, deren Zufluß durch Schleusen geregelt werden kann, ist eine Entlastung überhaupt nicht vorhanden.

Die Auslässe bestehen entweder in gemauerten Kanälen oder eisernen Rohrleitungen mit Schieberverschluß, dessen Gestänge in einem besteigbaren Schachte untergebracht ist, und der fast ohne Ausnahme mit Schraubenspindel betätigt wird. Das Oberhaupt des Einlasses liegt in größerer Entfernung von dem Dammfuß, um durch die abgespülte Erde nicht beeinträchtigt zu werden. Das Unterhaupt des Auslasses enthält zwischen den Seitenmauern bei c (Abb. 18) ein geaichtes Cipoletti-Wehr und Pegel, so daß die gewollte Ausflußmenge durch den Schieberzug genau geregelt werden kann. Das Becken selbst ist ebenfalls geaicht, und ein Binnenpegel gibt den jeweiligen Wasservorrat an. Man hat also die Verfügung über das Wasser in sehr vollkommener Weise in der Hand. Trotz der primitiven Bauweise der Dämme soll ein Bruch hier noch niemals vorgekommen sein.

Die Kosten dieser Art Staubecken sind ungemein niedrig. So sind im Gebiet des Cache la Poudre-River 24 derartige Staubecken vorhanden, deren normale

Füllung eine Fläche von 2700 ha bedeckt bei 122 000 000 cbm Fassungsvermögen. Die Kosten haben 2 750 000 ℳ betragen, so daß 1 cbm aufgespeichertes Wasser nur 2,3 Pfennig im Durchschnitt kostet. Die bewässerte Fläche soll gegen 40 000 ha betragen, so daß allein aus den Staubecken eine Bewässerung von 0,3 m Höhe gegeben werden kann. Dennoch werden immer noch neue Staubecken angelegt.

Auch die Bewässerungskanäle sind in höchst einfacher Weise hergestellt. Auf ordnungsmäßige Anlage der Böschungen wird kein Wert gelegt; dabei liegen die Gräben manchmal in zu starkem Gefälle, und beide Umstände treten in Auskolkungen und Abbrüchen in die Erscheinung. Ich sah die Anlage eines Auslaßgrabens zu einem im Bau befindlichen Reservoir, und meine Verwunderung, daß die Sohle

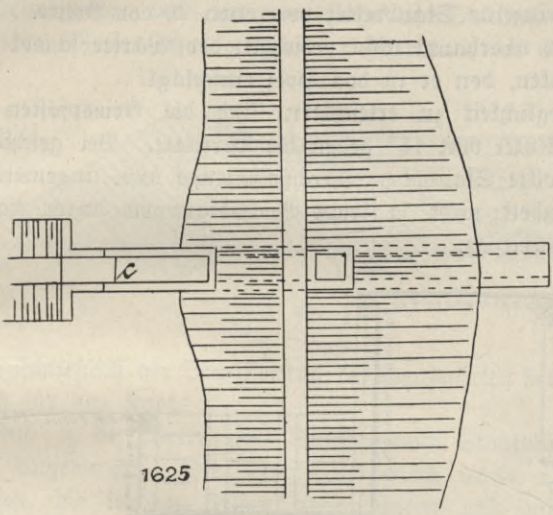



Abb. 18.

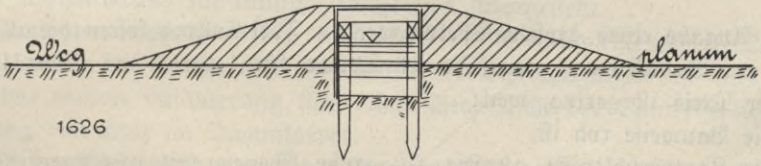



Abb. 19.

desselben nicht so tief liege wie der tiefste Punkt des Reservoirs und dies deshalb nicht völlig ausgenutzt werden könne, wurde mit dem Bemerken beseitigt, daß nach dem Auslassen der ersten Füllung der Graben schon wesentlich tiefer gespült sein werde!

Ich habe denn auch künstlich angelegte Zuleiter gesehen, die einem verwilderten Gießbache sehr ähnlich waren. Das geht auf Kosten der Anlieger entschieden zu weit, wenn auch eine so saubere Unterhaltung der Gräben wie bei uns nicht möglich ist, da der Pflanzenwuchs auf den Böschungen während der regenlosen Zeit gänzlich abstirbt.

In originell rücksichtsloser Weise werden die Wege von den Zuleitungsgräben gekreuzt, wie in Abb. 19 dargestellt. Wahrscheinlich der höheren Kosten wegen vermeidet man Düker und vermittelt den Übergang über die hochliegende Grabenkreuzung mit steiler, zweiseitiger Rampe.

Vielfach hat man bei zu großem Gesamtgefälle der Kanäle durch Einbau von Abstürzen (drops) (Abb. 20) die Geschwindigkeit des Wassers ermäßigt. Fast ohne Ausnahme sind sie mit Wasserpolster im Sturzbett angelegt. Diese haben selbst in den losesten Böden die Bildung eines Unterwasserkolks verhindert. Wie alle anderen Bauwerke, so sind auch diese Abstürze meistens in Holz gebaut.

Die Bauwerke, wie Stauwehre, Einlaßschleusen usw., bieten konstruktiv nichts Neues. Nachahmenswert erscheint mir der Ersatz größerer, schwer zu handhabender Schütztafeln durch einzelne Staubretter von etwa 20 cm Breite. Diese Bretter sind mit einer Handhabe überhaupt nicht versehen; der Wärter schiebt und zieht sie mit einem gestielten Haken, den er in das Holz einschlägt.

Um die Beweglichkeit zu erleichtern, sind die Griespfosten meistens schräg gestellt in einem Winkel von 45° gegen die Vertikale. Bei geschickter Handhabung läßt sich die gewollte Stauhöhe, Durchflußmenge usw. ungemein scharf erreichen, auch ist das Sturzbett nicht so leicht Beschädigungen durch starken Strom ausgesetzt wie bei Schützenzug.

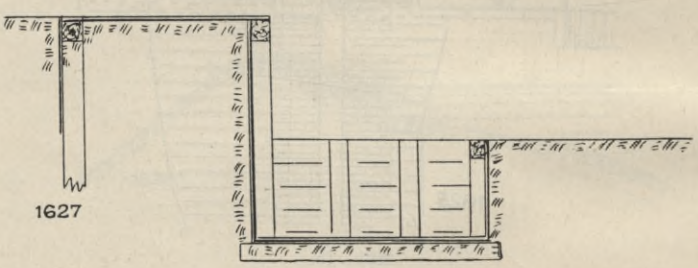



Abb. 20.

Nach Angabe eines großen Spekulanten in Fort Collins kosten die allgemeinen Anlagen zur Bewässerung ungefähr 10 Dollar für 1 acre, das sind 100 ℳ für 1 ha. Der Preis ist gering, weil:

1. die Bauweise roh ist,
2. die Lageverhältnisse günstig — große Ebenen mit günstigen Lagen für Staubecken,
3. die Grunderwerbskosten gering sind = 1—2 Dollar für 1 acre,
4. auf den Nachbarn sehr geringe Rücksicht genommen wird. Mag man dessen Land versumpfen oder durch Fortschwemmen schädigen, Entschädigung wird nicht gezahlt.

Da der Landwert durch die Bewässerung von 2 bis auf 50 Dollar für 1 acre gesteigert wird, so würde die Melioration auch bei weit sorgfältigerer Ausführung noch rentabel sein.

Zur Versorgung der Stadt Colorado Springs mit Hauswasser waren sechs Staubecken mit einem Fassungsraum von 5 200 000 cbm in den Rocky Mountains bis zum Jahre 1902 vollendet. Obwohl das höchste dieser Becken in nahezu 3700 m

Meereshöhe liegt, haben die Gesamtkosten nur 550 000 ℳ betragen oder rund 0,11 ℳ für 1 cbm. Man ist gegenwärtig damit beschäftigt, noch weitere zwei Staubecken zu erbauen mit zusammen 6,3 Millionen cbm. Außerdem sind vier Staubecken in der Ebene vorhanden, die teils aus dem Monument-Creek, teils durch Röhrenleitungen aus den Bergen gespeist werden und zur Bewässerung der Hausgärten dienen. Sie fassen zusammen 2 060 000 cbm und haben 173 000 ℳ gekostet oder 8,4 Pf. für 1 cbm.

Sämtliche Staudämme sind ebenfalls nur aus Erde erbaut, doch mit weit größerer Sorgfalt als die vorher beschriebenen Dämme der Cache la Poudre Irrigation. Die Böschungen werden mit einer 25 cm starken Tonschicht bedeckt und erhalten an der Wasserseite eine Pflasterung (ripp rapp) mit 30 cm starken Bruchsteinen (Abb. 21). Die Undurchdringlichkeit dieses Dammes wird durch eine oder mehrere Kernmauern (cor wall) von Beton erhöht. Die Dämme machen einen vorzüglichen Eindruck. Mir scheint diese billige Bauweise durchaus einwandsfrei zu sein.

Wegen der sehr hohen und isolierten Lage der Staubecken für Trinkwasserversorgung wird das Wasser ohne vorgängige Filtration zur Stadt geleitet. Der

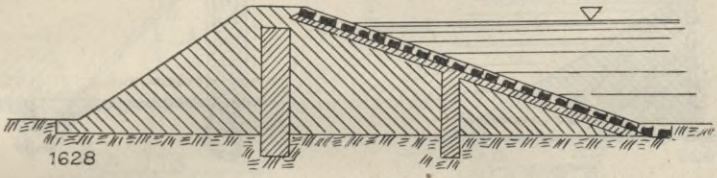



Abb. 21.

Wasserverbrauch einschließlich der Bewässerung der Hausgärten beträgt 300 Gallonen oder 1360 l täglich für den Kopf.

Bekanntlich sind in den Vereinigten Staaten auch Stahlplatten zur Dichtung des Dammkörpers angewandt. Die Stahlwand wird unten und an den Seiten in Nuten eingelassen, die in den Felsen einzuarbeiten und mit Beton zu füllen sind. Im übrigen ist die Platte beiderseits mit dem Schüttmaterial des Dammes eingehüllt, so daß sie Wasserdruck nicht auszuhalten hat. Ihr Bestand wird durch sorgfältige Asphaltierung für tunlichst lange Zeit sichergestellt.

Einige nicht minder eigenartige, aber wohl weniger empfehlenswerte Dichtungsmethoden werden in Kalifornien angewandt. Die Konstruktion ist aus Abb. 22 und 23 ohne weitere Erläuterung klar. Das Bedenkliche der Bauweise liegt in der Verwendung von Holz im Dammkörper.

In Utah wird eine der größten Bewässerungen aus dem Utah Lake gespeist. Während früher der Seespiegel hoch genug lag, um den Zuleitungskanal mit natürlichem Gefälle zu speisen, ist derselbe in den letzten zehn Jahren immer mehr gesunken (um 6 Fuß = 1,83 m). Um die 50 000 acres = 20 000 ha große Bewässerungsanlage zu erhalten, entschloß man sich zu künstlicher Wasserhebung. Zu diesem Zwecke ist im Jahre 1901 der Ausfluß des Sees, der Jordan River, mit einem hölzernen Schützenwehr gesperrt und daneben ein Schöpfwerk angelegt, welches das Wasser im Mittel ein Meter hoch zu heben hat. Es sind nebeneinander

vier Zentrifugalpumpen vorhanden mit Saugröhren von 1,2 m Durchmesser. Sie arbeiten mit 180 Umdrehungen. Jede Pumpe wird durch einen besonderen Elektromotor angetrieben. Die Elektrizität wird in dem Wahsatch-Gebirge mit Wasserkraft erzeugt, mit 16 000 Volt zugeleitet und in den Motoren mit 500 Volt verwendet. Die Anlage hat ungefähr 250 000 ℳ gekostet. Da das Elektrizitätswerk außerdem noch Kraft und Licht an benachbarte Städte abgibt, so zahlt die Bewässerung Miete für die verbrauchte Kraft, und zwar 5 Dollar = 21 ℳ für eine Monatspferdekraft. In der Sekunde wurden 400 cf = 11,2 cbm Wasser gehoben, das erfordert annähernd $\frac{11200 \cdot 1}{75 \cdot 0{,}7}$ = rund 200 PS oder monatlich 4200 ℳ Kraftmiete.

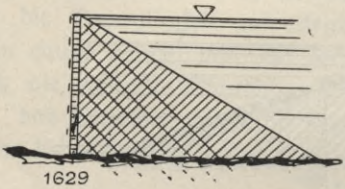



Abb. 22a.

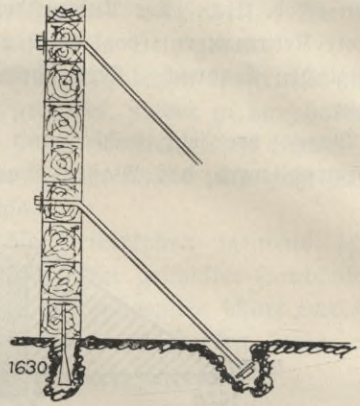



Abb. 22b.

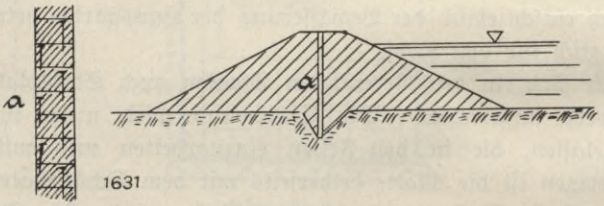



Abb. 23.

Im Jahre 1902 kostete die Hebung von 100 cbm ungefähr 0,04 ℳ. Doch schiebt man diesen hohen Preis auf allerhand Betriebsstörungen im Anfangsstadium. Man rechnet bei normalem Betriebe auf 200 ℳ Kosten für eine Jahrespferdekraft.

Das gehobene Wasser wird durch Stauschleusen in sechs Hauptzuleiter aufgenommen. An einer Stelle, wo ein Zuleiter in der Nähe des Jordan, doch wesentlich höher liegt als dieser, wird ihm Wasser entnommen, um wiederum elektrische Kraft zu erzeugen. Es ist dies jedenfalls ein sonderbarer Fall, daß einmal künstlich gehobenes Wasser wiederum zur Krafterzeugung benutzt wird; man kann dies nur durch die eigenartigen Verhältnisse erklären. Da der Jordan recht lebhaftes Gefälle hat, so lag aber auch der Gedanke nahe, die künstliche Wasserhebung dadurch ganz zu vermeiden, daß man ihn unterhalb seines Ausflusses ent-

sprechend vertiefte und so erweiterte, daß er mit 1 m geringerem Gefälle dieselbe Wassermenge beförderte als in seinem jetzigen Zustande mit 1 m Gefälle mehr.

Man hat sich für das Pumpwerk entschieden, weil die Anlagekosten niedriger waren. Doch rechnet man damit, schließlich doch zur Wasserableitung mit natürlichem Gefälle überzugehen, um die hohen Betriebskosten zu ersparen.

Bei der Zuckerfabrik zu Lehi unweit des Utahsees sah ich eine sehr leistungsfähige Überladevorrichtung von Rüben zur Schwemme (Abb. 24). Die Entladegrube ist teils durch Ab-, teils durch Auftrag hergestellt und an den steilen Böschungen mit Holz befestigt. Die eine Grube ist mit einem auf Gerüstbrücke liegenden Eisenbahngleis ausgestattet (E), die andere mit Fahrstraßen (L) gesäumt. Landfuhrwerk wie Eisenbahnwagen entladen durch Bodenklappen.

Die Spülkanäle (a a) sind ausgemauert und nach der Querrichtung mit kurzen Brettern bedeckt. Sollen die Rüben mit dem Spülstrom zur Fabrik geschafft werden, so werden die Bretter über den Spülkanälen von einem Ende beginnend aufgenommen und die Rüben mit Schaufeln in die Kanäle geworfen. Die Rübe braucht also überhaupt nicht mit der Hand gehoben zu werden. Die Fabrik selbst

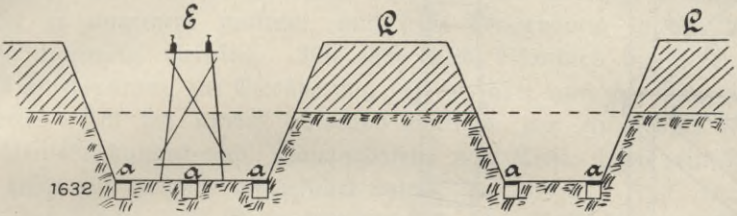



Abb. 24.

gleicht außen und innen einer deutschen Fabrik in hohem Grade. Sie ist für tägliche Verarbeitung von 1000 t Rüben eingerichtet und hat außerdem den Rübensaft von zwei benachbarten Fabriken zu Zucker zu verarbeiten, der auf große Entfernung mit Röhrenleitung zugeführt wird. Die Ausbeute soll 15 % betragen. Der mittlere Ertrag wird zu 12 t für 1 acre angegeben, das sind ungefähr 270 dz von 1 ha. Der Rübensamen wird immer noch aus der Provinz Sachsen bezogen.

Beiläufig bemerke ich, daß der Zuckerrübenbau in Utah sehr in der Zunahme begriffen ist. In der Nähe von Salt Lake City allein sind folgende Fabriken vorhanden: Lehi (1000 t tägliche Verarbeitung), Ogden (350 t), Logan (350 t), Spanish Fork (350 t), Springville (350 t), Provo (250 t); in Lewiston ist eine Fabrik im Bau begriffen.

Sehr praktische Erdbeförderung bei städtischen Kanalisationsarbeiten sah ich in Washington in der Pensilvania Avenue. Über der sehr schmalen Baugrube des Kanals war aus hölzernem Rahmen ein Gerüst aufgestellt, das die Laufschienen einer Hängebahn trug. Am Anfange der Baugrube stand eine Lokomobile, welche das Seil der aus fünf Wagen bestehenden Hängebahn trieb. Die Wagen wurden mit Ausschachtungserde beladen, über den fertigen Bauteil gezogen und durch Anziehen eines zweiten Seils und Hebelauslösung vermittels Bodenklappen entleert. So wurde also die frische Ausschachtungserde immer sofort zur Überfüllung des fertigen Bauwerks am andern Ende der Baugrube verwendet, und somit wurden

die in verkehrsreichen städtischen Straßen so lästigen, seitlichen Erdablagerungen ganz vermieden. Die ganze Vorrichtung mochte eine Länge von 200 m und eine Breite von 5 m einnehmen. Der Betrieb war kontinuierlich, indem Holzrahmen und Gleis am fertigen Ende ab- und am anderen Ende angebaut wurden. Die Bewegung der Hängebahn verursachte einen ohrenbetäubenden Lärm, da bei der Konstruktion nicht die geringste Rücksicht auf Schalldämpfung genommen war, so daß in Deutschland ein polizeiliches Verbot der sinnreichen Vorrichtung sicher ein frühes Ende bereitet haben würde.

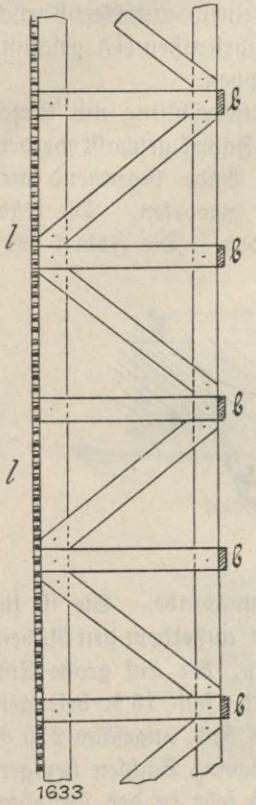



Abb. 25.

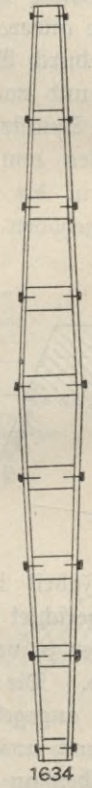
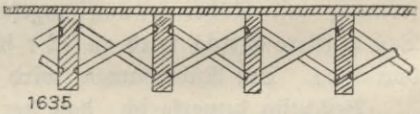



Abb. 26.




Abb, 27.

Die Gebäude der Ausstellung in St. Louis boten schöne Beispiele von der in den Vereinigten Staaten so beliebten Verwendung von Tragern, die aus Brettern und Bohlen zusammengesetzt werden, an Stelle von schweren Hölzern. Die Abb. 25 zeigt eine hohe Stütze, wie sie, in Abständen von 0,5—1 m stehend, die Gebäudewand bilden. Der Querverband wird innen durch Bretter bb, außen durch Holzlatten ll hergestellt, die den Wandputz aufnehmen.

Die Abb. 26 zeigt eine aus zwei Brettern und einer Zahl von Klötzen konstruierte Stütze zur Übertragung von axialem Druck.

Bekanntlich werden an Stelle der Deckenbalken hochkantige Bohlen verwendet, denen man Seitensteifigkeit durch eingekeilte Kreuzhölzer verleiht, wie in Abb. 27 skizziert ist.

## 4. Landwirtschaftliche Maschinen.

Es ist nicht meine Aufgabe, die mannigfachen landwirtschaftlichen Maschinen näher zu beschreiben, ich verweise in dieser Hinsicht auf die schon erwähnte Arbeit von Brutschke; nur auf den bereits mehrfach erwähnten scraper (Erdschaufel oder Muldbrett) möchte hier mit einigen Sätzen einzugehen sein. (Vgl. über diesen auch „Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft", Jahrg. 1898, S. 148 u. 162.)

Der scraper wird von zwei Pferden gezogen. An der Stelle, wo Boden gewonnen werden soll, wird die Schaufel durch Hebung der an der Rückseite vorhandenen Handhabe in die Erde gebohrt und durch den Pferdezug gefüllt. Nach der Füllung wird die Mulde durch Niederdrücken wieder aus der Erde gehoben und schleifend oder auf Rädern laufend zur Verwendungsstelle befördert, um hier durch Umkippen nach vorn entleert zu werden. Daraus folgt, daß die notwendige Hebung der Bodenmasse beim Beladen auf den möglichsten Grad beschränkt ist, bei der Entleerung aber der Boden überhaupt nicht gehoben zu werden braucht. Da die Ladefähigkeit nur gering ist, so kann die Verwendung der scrapers nur dann vorteilhaft sein, wenn geringe Transportweiten in Frage kommen. Dann aber arbeitet er ungemein praktisch, und seine Verwendung in den Vereinigten Staaten ist ungemein vielseitig. Mit ihm wird besonders die Einebnung des Bodens als Vorbereitung zur Bewässerung besorgt, aber auch der Bau von Gräben und Dämmen. Ich sah unweit Colorado Springs, wie ein großer Graben mit fast senkrechten Böschungen und schätzungsweise 3 m Tiefe, sowie ein Staudamm von 15 m Höhe mit scrapers ausgeführt wurde.

Wenn der Boden hart ist, so geht der Pflug zur Auflockerung desselben dem scraper voran.

Unweit Fort Collins (Colo) sah ich die Anlage eines neuen Hauptkanals in der Prärie. Die mit scrapers ausgeführte Arbeit war zu 0,50 ℳ für 1 cbm verdungen, die Schüttung eines 3 m hohen Dammes zu 0,40 ℳ für 1 cbm. In dem Modesto Irrigation District in Kalifornien kostete die Ausschachtung der etwa 2 m tiefen Hauptzuleiter 0,25 ℳ für 1 cbm. Wenn man bedenkt, daß ein ländlicher Arbeiter 2—2,5 Dollar täglich verdient, so würde es ohne scraper nicht möglich sein, die Erdarbeiten auch nur angenähert zu den vorstehend mitgeteilten Preisen auszuführen. Die Verwendung von Pferdezug ist in den Vereinigten Staaten ganz besonders empfehlenswert, weil man die Unterhaltung von zwei Pferden nur zu 1 Dollar täglich veranschlagt. Dort kostet also die Bespannung eines scraper mit Treiber 3,25 Dollar oder dasselbe wie 1,5 Tagelöhne. Bei uns kostet ein Gespann mit Knecht etwa 13,50 ℳ oder das 4,5fache eines Tagelohns. Daraus folgt ohne weiteres, daß bei uns die Überlegenheit der scraper-Arbeit über die Handarbeit nur $^1/_3$ so groß sein kann, wie in den Vereinigten Staaten. Für gewisse Erdarbeiten, besonders für alle Bodenebnungen ist der scraper indes so hervorragend praktisch, daß seine Anwendung auch bei uns noch ausdehnungsfähig ist.

## 5. Ausdehnung und Bedeutung der Bewässerungswirtschaft.

Die ersten Bewässerungsanlagen der Vereinigten Staaten stammen aus uralter Zeit, sie wurden von Indianern und Mexikanern eingerichtet. Von der englisch sprechenden Bevölkerung waren die Mormonen die ersten, welche nach ihrer Flucht

und ihrer Niederlassung in Utah im Jahre 1847 den Wüstenboden mit Bewässerung in Kultur brachten. Danach erfuhr die Bewässerungswirtschaft einen großen Aufschwung im Jahre 1870 in der Nähe der gerade gegründeten Kolonie Greely in Colorado. Man schätzt den Umfang der damals bewässerten Fläche auf 8000 ha in den ganzen Vereinigten Staaten. (Zensus für 1900.) Die erzielten Erfolge ermunterten viele Farmer zur Nachfolge, so daß um 1880 die Gesamtfläche, welche für Bewässerung eingerichtet war, bereits auf 400 000 ha geschätzt wird. Während bisher nur einzelne Farmer Bewässerungen eingerichtet hatten, widmeten im folgenden Jahrzehnt sich größere Gesellschaften der Sache, wodurch die Bewässerungsanlagen wiederum eine ungeheure Ausdehnung erfuhren. In dem 11. Zensus für 1889 wird die Gesamtfläche des bewässerten Landes bereits auf 1 452 500 ha angegeben.

Es ist von Interesse zu untersuchen, wie diese Fläche sich auf die westlichen Staaten (Arid States oder Western Division) verteilt. Diese Staaten haben nicht nur das größte Interesse an der Bewässerung, sondern sie enthalten auch den weitaus größten Teil aller Bewässerungen in den Vereinigten Staaten. Ich habe daher in Tafel I eine Übersicht gegeben, die teilweise dem 21. Jahresbericht des Geological Survey entnommen, umgerechnet und entsprechend gekürzt ist. Ich habe dabei 1 acre zu rund 0,4 ha gerechnet und in den weiter unten folgenden Wertangaben 1 Dollar = 4,20 ℳ.

**Tafel I. Besitzverteilung in den 11 Weststaaten.**

| Staat | Gesamtgröße | Davon in % der Gesamtgröße | | | Bewässerbar | | 1890 bewässert | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Staatsland | Reservationen | Privatland | | | | |
| | qkm | | | | % | ha | % | ha |
| Arizona | 292 710 | 72 | 20 | 8 | 3 | 800 000 | 0,1 | 26 300 |
| Kalifornien | 410 140 | 43 | 16 | 41 | 17 | 6 800 000 | 1,0 | 401 700 |
| Colorado | 269 150 | 61 | 8 | 31 | 12 | 3 200 000 | 1,3 | 356 300 |
| Idaho | 219 620 | 83 | 3 | 14 | 13 | 2 800 000 | 0,4 | 86 800 |
| Montana | 378 330 | 74 | 12 | 14 | 12 | 4 400 000 | 0,38 | 140 200 |
| Nevada | 286 700 | 87 | 9 | 4 | 3 | 800 000 | 0,32 | 89 800 |
| New-Mexiko | 317 470 | 73 | 7 | 20 | 5 | 1 600 000 | 0,12 | 36 700 |
| Oregon | 248 710 | 58 | 9 | 33 | 5 | 1 200 000 | 0,39 | 71 200 |
| Utah | 220 060 | 83 | 10 | 7 | 8 | 1 600 000 | 0,50 | 105 400 |
| Washington | 179 170 | 28 | 29 | 43 | 7 | 1 200 000 | 0,23 | 19 500 |
| Wyoming | 253 530 | 78 | 13 | 9 | 14 | 3 600 000 | 0,37 | 91 900 |
| | 3 075 590 | 67 | 12 | 21 | 11 | 28 000 000 | 0,46 | 1 425 800 |

Hiernach beträgt in diesen 11 Staaten:

| | | |
|---|---|---|
| Gesamtfläche . . . . . | 307 559 000 ha | 100 % |
| Staatseigentum . . . . . | 207 000 000 „ | 67 „ |
| Reservationen . . . . . | 37 500 000 „ | 12 „ |
| Privatbesitz . . . . . | 63 059 000 „ | 21 „ |
| Bewässert (1889) . . . . . | 1 425 800 „ | 0,46 „ |
| Bewässerbar . . . . . | 28 000 000 „ | 11 „ |

Unter Reservationen sind die für Indianer und Wald bestimmten Gebiete zu verstehen.

Um einen faßbaren Vergleich für diese großen Flächenzahlen zu haben, sei erwähnt, daß ganz Deutschland eine Fläche von 54 041 900 ha besitzt und nach der Statistik von 1883 an Acker, Wiesen und Weiden rund 37 300 000 ha besaß.

Nach Tafel I kann also die Bewässerungswirtschaft der westlichen Staaten gegen den Umfang von 1890 noch um das 20fache ausgedehnt werden und würde damit ungefähr dreiviertel der Kulturflächen im Deutschen Reiche erreichen. Diese Schätzung ist aber aus naheliegenden Gründen sehr unsicher. Wenn auch anerkannt werden muß, daß die Erforschung des Wasservorrats in den letzten Jahren durch die oben gedachten Arbeiten des Geological Survey ungemein gefördert ist, so müssen doch auch die Höhenverhältnisse usw. in Rücksicht gezogen werden, um die Fläche anzugeben, die mit der bestimmten Wassermenge versorgt werden kann. Bei der ungeheuren Ausdehnung des Gebietes mit teilweise noch unvollkommener Kartierung kann solche Schätzung also nur eine sehr rohe sein.

Die ungeheure Ausdehnung des Staatslandes eröffnet eine vorzügliche Aussicht für weitere Ausdehnung der Bewässerung, besonders mit Rücksicht auf das erwähnte Reclamation Law. Das Jahrzehnt 1889/99 zeigt denn auch einen ganz gewaltigen Zuwachs, der nach dem Zensus für 1900 in nachstehender Tabelle veranschaulicht ist:

| Staatengruppe | Zahl der Unternehmer | | Bewässerte Fläche | | | | Höhe | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1889 | 1899 | 1889 ha | 1899 ha | 1899 Feldfrüchte (crops) ha | 1899 Grünland ha | der Anlagekosten | des Ernte-wertes |
| | | | | | | | Millionen M im Jahre 1899 | |
| Trockne Staaten . . . | 52 600 | 102 800 | 1 426 000 | 2 905 000 | 2 285 000 | 620 000 | 270,0 | 354,6 |
| Halbtrockne Staaten . | 1 550 | 5 000 | 27 000 | 109 000 | 92 000 | 17 000 | 13,4 | 8,4 |
| Staaten mit feuchtem Klima . . . . . | — | 400 | — | 1 300 | 1 300 | — | 1,2 | 1,8 |
| zusammen . . | 54 150 | 108 200 | 1 453 000 | 3 015 300 | 2 378 300 | 637 000 | 284,6 | 364,8 |

Gerade bei den jetzt auch in Deutschland gegebenen Anregungen ist es interessant zu beobachten, wie in neuester Zeit in den Staaten mit halbtrocknem Klima die Bewässerung ganz besonders an Boden gewonnen, d. h. in zehn Jahren um das Vierfache zugenommen hat. Sogar in den Staaten mit feuchtem Klima ist

man zur Feldbewässerung übergegangen, wenn auch bisher in bescheidenem Umfange. Im ganzen erreichte die bewässerte Fläche die Größe der Provinz Pommern.

Nach diesen allgemeinen Angaben mögen die trockenen Staaten (arid states) noch einer näheren Betrachtung unterzogen werden. In Tafel II sind auf der

**Tafel II. Ausdehnung, Kosten und Ertrag der Bewässerungen in den Weststaaten.**

| Staat | Zahl der Unternehmer | | Bewässerte Fläche | | | | | Höhe | | Für 1 ha | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | der Anlagekosten | des Erntewertes (crops) | Anlagekosten | Ertrag von crops |
| | 1889 | 1899 | 1889 | 1899 | Zuwachs | Feldfrüchte (crops) | Weideland usw. | Millionen M im Jahre 1899 | | M | M |
| | | | ha | ha | % | ha | ha | | | | |
| Arizona . . | 1 075 | 2 981 | 26 000 | 74 000 | 182 | 55 000 | 19 000 | 18,6 | 9,5 | 251 | 173 |
| Kalifornien . | 13 732 | 25 611 | 402 000 | 578 000 | 44 | 463 000 | 115 000 | 80,6 | 138,5 | 139 | 299 |
| Colorado . . | 9 659 | 17 613 | 356 000 | 645 000 | 81 | 520 000 | 125 000 | 49,5 | 63,4 | 77 | 122 |
| Idaho . . . | 4 323 | 8 987 | 87 000 | 241 000 | 178 | 203 000 | 38 000 | 21,5 | 22,9 | 89 | 113 |
| Montana . . | 3 706 | 8 043 | 140 000 | 380 000 | 171 | 302 000 | 78 000 | 19,6 | 30,6 | 52 | 101 |
| Nevada . . . | 1 167 | 1 906 | 90 000 | 202 000 | 125 | 129 000 | 73 000 | 6,5 | 12,0 | 32 | 93 |
| New Mexiko | 3 085 | 7 884 | 37 000 | 82 000 | 122 | 73 000 | 9 000 | 17,5 | 11,6 | 213 | 159 |
| Oregon . . . | 3 150 | 4 636 | 71 000 | 155 000 | 118 | 116 000 | 39 000 | 7,7 | 12,9 | 50 | 111 |
| Utah . . . . | 9 724 | 17 924 | 105 000 | 252 000 | 139 | 215 000 | 37 000 | 24,6 | 31,3 | 98 | 146 |
| Washington | 1 046 | 3 513 | 20 000 | 54 000 | 178 | 47 000 | 7 000 | 7,2 | 9,9 | 133 | 211 |
| Wyoming . | 1 917 | 3 721 | 92 000 | 242 000 | 164 | 161 000 | 81 000 | 16,7 | 12,0 | 69 | 75 |
| | 52 584 | 102 819 | 1 426 000 | 2 905 000 | 104 | 2 284 000 | 621 000 | 270,0 | 354,6 | 93 | 155 |

Grundlage des Zensus von 1900 die hauptsächlich interessierenden Zahlen zusammengestellt. Danach hat die Anlage der Bewässerung durchschnittlich 93 M für 1 ha gekostet, was mit der Auskunft recht gut übereinstimmt, welche ich auf meiner Reise erhalten habe. Der durchschnittliche Ertrag betrug 155 M von 1 ha. Der mittlere Wert für 1 ha bewässerten Landes beträgt 447 M. Setzt man davon ab den ursprünglichen Landwert mit etwa 16 M für 1 ha und die Anlagekosten mit 93 M für 1 ha, so bleibt eine Wertsteigerung von 338 M für 1 ha. Die Gesamtwertsteigerung bis 1899 macht also 2,905 · 338 = 982 Millionen Mark aus, oder 3,1 mal soviel wie die Anlagekosten.

Die für Unterhaltung der allgemeinen Bewässerungsanlagen jährlich aufzuwendenden Kosten betrugen 1899 durchschnittlich 4 M für 1 ha. Die mittlere Größe des einem Farmer gehörigen bewässerten Landes war 28 ha.

Von den 2 905 000 ha überhaupt bewässerten Landes werden 2 837 000 ha mit Flußwasser versorgt und nur der Rest von 68 000 ha aus Brunnen, davon entfallen allein 61 000 ha auf Kalifornien. Daraus kann mittelbar geschlossen werden, daß das teure System der Bewässerung aus Brunnen sich nur dort lohnt, wo das Klima den Anbau hochwertiger Früchte gestattet, wie z. B. Obst und Wein in Kalifornien.

Die Bewässerung aus Brunnen macht also nur 2,3 % der Gesamtfläche aus,

und man darf wohl annehmen, daß durch sie niemals eine wesentliche Steigerung der Bewässerung im ganzen eintreten wird. Der Jahresertrag aus Bewässerungsanlagen betrug in Kalifornien 138 Millionen Mark oder durchschnittlich 299 ℳ für 1 ha und 38 % des Ertrages aus allen Bewässerungswirtschaften der Vereinigten Staaten. Von den 138 Millionen Mark entfallen 30 Millionen allein auf den Obstbau (orchard). Demnächst kommt Colorado mit 63 Millionen Mark. Die hauptsächlichsten Kulturarten waren im Jahre 1899 auf dem Bewässerungslande in dem nachstehend angegebenen Umfange vertreten:

| Frucht | Anbaufläche ha | % |
|---|---|---|
| Weideland . . . . . | 620 000 | 21,3 |
| Futtergewächse . . . . . | 1 466 000 | 50,5 |
| Körnerbau . . . . . | 560 000 | 19,3 |
| Gemüsebau . . . . . | 67 000 | 2,3 |
| Obstbau (orchard fruits) . . . | 100 000 | 3,4 |
| Andere Gewächse . . . . . | 92 000 | 3,2 |
| zusammen | 2 905 000 | 100,0 |

Von der bewässerten Fläche sind also 72 % von Grünland eingenommen, und allein 50 % entfallen auf Futterbau (hay and forage). Der Futterbau erfordert nicht nur geringere Arbeitskräfte als Körnerbau, sondern spielt im trocknen Westen auch deshalb eine sehr große Rolle, weil die Naturweiden wegen der langen Trockenperiode unsicher sind und daher die Haltung großer Viehherden erst durch den Futterbau auf bewässertem Lande ermöglicht wird. Aus beiden Umständen folgt eine gute Rentabilität des Futterbaues.

Der Körnerbau auf bewässertem Lande ist gering; er nimmt nur 19 % der überhaupt bewässerten Fläche ein. Die Ernte darauf betrug rund 32 Millionen bushels oder angenähert 800 000 t. Vergleichsweise betrug im Jahre 1891 die Ernte in Deutschland an Roggen, Weizen, Gerste und Hafer rund 15 000 000 t, also 19 mal soviel. In Kalifornien lernte ich Farmer kennen, welche die Bewässerung für den Weizen geradezu schädlich hielten und, wie z. B. im Modestodistrikt, ihr Bewässerungsrecht nicht ausnutzten, obwohl sie jährlich zu den Lasten beitragen mußten wie alle anderen. In Utah wie in Kalifornien ist der Weizenbau daher hauptsächlich auf dry farmings angewiesen.

Mais wird in den Weststaaten wenig angebaut, weil er auf der Hochebene der Beschädigung durch späte Nachtfröste in zu hohem Maße ausgesetzt ist. Unter den angebauten Getreidearten spielt der Weizen die Hauptrolle, wie auf Tafel III nachgewiesen ist. Zum Vergleiche sind in der Tafel auch die Anbauflächen für Luzerne und Obst gegeben.

Nach dieser Tafel sind von den 9 475 000 ha Kulturland 2 650 000 ha oder 28 % mit Bewässerungsanlagen versehen. Also selbst in den trocknen Staaten werden 72 % des Kulturlandes ohne Bewässerung bewirtschaftet. In Kalifornien sinkt die Fläche des bewässerten Landes gar auf 12 %.

Von der gesamten Fläche des Kulturlandes waren 1899 = 6 083 000 ha oder 64 % bestellt, von dem bewässerten Lande 2 238 000 ha oder 85 %. Man sieht hier, daß das bewässerte Land weit mehr angespannt war als das trockne, das bei Getreidebau ein Jahr in Brache zu liegen pflegt.

**Tafel III. Anbau von Weizen, Luzerne und Obst in den trockenen Weststaaten.**

| Staat | Kulturland 1899 (improved land) überhaupt ha | Kulturland 1899 bewässert ha | Kulturland 1899 bewässert % | 1899 bestellt überhaupt ha | 1899 bestellt bewässert ha | 1899 bestellt bewässert % | Weizen 1899 Fläche überhaupt ha | Weizen 1899 Fläche bewässert ha | Weizen 1899 Fläche bewässert % | Weizen 1899 Ertrag überhaupt t | Weizen 1899 Ertrag bewässert t |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Arizona . . | 91 100 | 74 200 | 80 | 62 000 | 54 900 | 89 | 9 750 | 9 650 | 99 | 11 890 | 11 790 |
| Kalifornien . | 4 767 900 | 578 400 | 12 | 2 748 100 | 416 700 | 15 | 1 073 400 | 64 400 | 6 | 986 430 | 44 540 |
| Colorado . . | 909 500 | 644 500 | 71 | 637 600 | 519 900 | 82 | 118 000 | 99 100 | 84 | 150 870 | 143 350 |
| Idaho . . . | 565 200 | 241 000 | 43 | 381 400 | 203 300 | 53 | 105 500 | 33 100 | 31 | 144 180 | 48 570 |
| Montana . . | 669 000 | 380 500 | 56 | 460 700 | 302 300 | 66 | 36 900 | 15 100 | 41 | 51 300 | 22 800 |
| Nevada . . | 228 200 | 201 700 | 88 | 131 400 | 129 300 | 98 | 7 400 | 7 300 | 98 | 12 200 | 12 100 |
| New Mexiko | 121 400 | 81 600 | 67 | 81 600 | 73 100 | 90 | 15 200 | 14 700 | 97 | 16 300 | 15 900 |
| Oregon . . . | ? | 155 000 | ? | 447 400 | 115 100 | 26 | 196 500 | 6 400 | 3 | 196 600 | 10 500 |
| Utah . . . . | 410 900 | 251 700 | 61 | 274 500 | 215 000 | 78 | 75 700 | 43 500 | 57 | 92 200 | 69 000 |
| Washington | 1 386 400 | 54 200 | 4 | 683 700 | 47 100 | 7 | 429 500 | 5 700 | 1 | 562 100 | 8 900 |
| Wyoming . | 315 300 | 242 400 | 77 | 174 300 | 160 800 | 92 | 7 800 | 5 900 | 76 | 9 400 | 7 800 |
| | [1]9 474 900 | [1]2 650 200 | 28 | 6 082 700 | 2 237 500 | 37 | 2 075 650 | 304 850 | 15 | 2 233 470 | 395 250 |

| Staat | Ertrag von 1 ha bewässert t | Ertrag von 1 ha unbewässert t | Luzerne 1899 Fläche überhaupt ha | Luzerne 1899 Fläche bewässert ha | Luzerne 1899 Fläche bewässert % | Luzerne 1899 Ertrag überhaupt t | Luzerne 1899 Ertrag bewässert t | Ertrag von 1 ha bewässert t | Ertrag von 1 ha unbewässert t | Wein und Obst überhaupt ha | Wein und Obst bewässert ha | Wein und Obst bewässert % | Länge der Hauptgleiter km |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Arizona . . | 1,22 | 1,00 | 25 000 | 25 000 | 100 | 123 500 | 123 500 | 4,9 | . | 1 650 | 1 650 | 100 | 2 401 |
| Kalifornien . | 0,67 | 0,93 | 119 600 | 91 600 | 77 | 754 900 | 597 800 | 6,5 | 5,6 | 237 700 | 104 800 | 44 | 8 116 |
| Colorado . . | 1,45 | 0,40 | 182 100 | 181 000 | 99 | 996 700 | 990 600 | 5,5 | 5,5 | 17 600 | 15 700 | 90 | 11 865 |
| Idaho . . . | 1,47 | 1,32 | 64 000 | 61 400 | 96 | 383 100 | 375 300 | 6,1 | 3,0 | 14 200 | 7 500 | 53 | 8 007 |
| Montana . . | 1,51 | 1,30 | 27 600 | 26 800 | 97 | 167 800 | 165 200 | 6 2 | 3,3 | 2 200 | 2 000 | 89 | 10 961 |
| Nevada . . | 1,60 | 1,00 | 38 700 | 38 700 | 100 | 201 900 | 201 900 | 5,2 | . | 760 | 760 | 100 | 4 600 |
| New Mexiko | 1,08 | 0,78 | 22 200 | 21 800 | 98 | 139 500 | 138 500 | 6,4 | 2,5 | 3 200 | 2 930 | 92 | 3 832 |
| Oregon . . . | 1,64 | 0,97 | 20 800 | 17 900 | 86 | 128 100 | 115 000 | 6,4 | 4,5 | 6 800 | 2 200 | 32 | ? |
| Utah . . . . | 1,59 | 0,72 | 117 300 | 93 300 | 87 | 612 400 | 573 600 | 6,1 | 1,6 | 6 600 | 6 600 | 100 | 4 566 |
| Washington | 1,60 | 1,31 | 13 900 | 11 300 | 81 | 105 200 | 91 400 | 8,1 | 5,4 | 20 900 | 7 100 | 34 | 1 297 |
| Wyoming . | 1,33 | 0,84 | 29 900 | 29 600 | 99 | 156 000 | 154 900 | 5,2 | 3,7 | 100 | 100 | 100 | 7 166 |
| | 1,30 | 1,04 | 661 100 | 598 400 | 91 | 3 769 100 | 3 527 700 | 5,9 | 3,9 | 311 710 | 141 340 | 45 | [1]62 811 |

1) Ohne Oregon.

Im Jahre 1899 waren mit Weizen angebaut 2 076 000 ha oder 34 % der überhaupt bestellten Fläche, davon waren aber nur 305 000 ha oder 15 % bewässertes Land. In Kalifornien betrug dieser Anteil sogar nur 6 %. Von dem überhaupt bewässerten Lande waren 12 % mit Weizen bestellt.

Man sieht daraus, daß die Bewässerung für den Weizenbau selbst in den trocknen Staaten sehr in den Hintergrund tritt im Gegensatz zur Luzerne, die zu 91 % auf Bewässerungsland angebaut war. Der Weizen ergab eine Ernte von 2 233 000 t im ganzen, aber nur 395 000 t von dem bewässerten Lande oder 18 %. Die Weizenernte auf Bewässerungsland beträgt also nahezu 50 % der oben im ganzen zu 800 000 t angegebenen Getreideernte. Der durchschnittliche Ertrag betrug von 1 ha Land:

| | |
|---|---|
| mit Bewässerung . . . . . | 13,0 dz |
| ohne „ . . . . . | 10,4 „ |
| Unterschied . . | 2,6 dz. |

Man kann diese Zahlen nicht ohne weiteres miteinander vergleichen; denn das bewässerte Land ist in der Regel solches, das ohne Bewässerung nichts tragen würde; es werden also durch Bewässerung hier völlig neue Werte geschaffen, was bei dem übrigen Lande bei weitem nicht in dem Maße der Fall ist. In Deutschland wurden im Jahre 1891: 1 855 000 ha mit Weizen bestellt, die 2 333 800 t Ertrag brachten oder 12,4 dz auf 1 ha.

Der mittlere Weizenpreis betrug 88 ℳ für 1 t; der Weizen ergab also einen mittleren Ertrag von 114 ℳ für 1 ha. Luzerne brachte einen mittleren Ertrag



von 5,9 t auf 1 ha zu etwa 30 ℳ für 1 t, gab also eine Roheinnahme von 169 ℳ für 1 ha. Die bewässerten Flächen gaben 2 t auf 1 ha mehr Ertrag als die ohne Bewässerung, also 60 ℳ, wogegen bei den Weizenfeldern dieser Zuwachs nur 0,26 · 88 = rund 23 ℳ für 1 ha betrug.

Wenn man dabei beachtet, daß die Bestellung der Luzerne weit weniger Kosten verursacht als die des Weizens, so schlägt die Höhe des Reingewinns noch mehr zugunsten der Luzerne aus. Darin liegt der Grund, daß man gegenwärtig eifrigst mit der Ausbreitung der Luzerne auf Kosten des Weizens vorgeht.

Auch der Obstbau, der nach Tafel III im ganzen 311 700 ha einnimmt, wovon 141 300 ha oder 45 % auf bewässertem Lande liegen, macht dem Weizen Wettbewerb, wenn seine Ausdehnung auch früher eine Grenze finden dürfte als die der übrigen Früchte. Der Ertrag belief sich nach Tafel IV auf 139 547 000 ℳ, betrug also durchschnittlich 447 ℳ für 1 ha.

**Tafel IV. Wert des Obstbaues 1899.**

| Staaten | Zusammen Millionen ℳ | Gartenobst Millionen ℳ | Weintrauben Millionen ℳ | Beerenfrüchte Millionen ℳ | Subtropische Früchte Millionen ℳ |
|---|---|---|---|---|---|
| Vereinigte Staaten . . . | 551,979 | 351,758 | 59,182 | 105,130 | 35,909 |
| die 11 Weststaaten . . . | 139,547 | 74,777 | 24,897 | 9,422 | 30,451 |
| % des ganzen Wertes . . | 25 | 21 | 42 | 9 | 85 |

Unter Gartenobst (orchard fruits) sind Äpfel, Birnen, Pflaumen, Pfirsiche, Aprikosen und Kirschen verstanden.

Man gewinnt einen besseren Überblick über die Bedeutung der Bewässerung, wenn man deren Erträge mit den übrigen der ganzen Union vergleicht. Nach dem Zensus von 1900 waren in den Vereinigten Staaten 165 900 000 ha Kulturland (improved land) vorhanden, wovon 115 929 000 ha mit Früchten aller Art bestellt waren, die einen Wert von 12 222 Millionen Mark hatten. Die Gesamtgröße der Vereinigten Staaten umfaßt 921 230 000 ha, das Kulturland macht also 18 % und das 1890 bestellte Land 13 % der Gesamtfläche aus. Mit Getreide waren 74 000 000 ha oder 64 % des überhaupt bestellten Landes bestanden. Wie diese Fläche auf die für Deutschland besonders interessierenden Früchte verteilt ist, ist in Tafel V nachgewiesen.

**Tafel V. Anbau der wichtigsten Getreidearten in den Vereinigten Staaten.**

| Frucht | im ganzen 1899 | | | von 1 ha | | Wert für 1 t | Prozent der Gesamtfläche |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Anbaufläche | Ernte | | | | | |
| | | Menge | Wert Millionen | | Wert | | |
| | ha | t | ℳ | t | ℳ | ℳ | |
| Gerste . . . . . | 1 788 000 | 2 632 000 | 173,72 | 1,47 | 97 | 66 | 2,4 |
| Hafer . . . . . | 11 816 000 | 13 207 000 | 911,81 | 1,12 | 77 | 69 | 16,0 |
| Roggen . . . . . | 822 000 | 639 000 | 50,62 | 0,77 | 62 | 81 | 1,1 |
| Weizen . . . . . | 21 135 000 | 17 780 000 | 1 553,77 | 0,84 | 74 | 88 | 28,4 |
| zusammen . . | 35 561 000 | 34 258 000 | 2 699,92 | 0,96 | 76 | 79 | 47,9 |
| Mais. . . . . | 37 967 000 | — | 3 478,68 | — | 92 | — | 51,0 |
| zusammen . . | 73 528 000 | — | 6 178,60 | — | — | — | 98,9 |
| alle Getreidearten . | 73 998 000 | — | 6 263,77 | — | 84 | — | 100,0 |

Hierbei sind nach Auskünften, die ich vom State Engineer in Denver erhalten habe, aus dem Zensus umgerechnet:

1 bushel Gerste in . . . . . 22 kg
1 „ Hafer in . . . . . 14 „
1 „ Roggen in . . . . . 25 „
1 „ Weizen in . . . . . 27 „

Die als bewässerbar geschätzte Fläche mit 28 000 000 ha macht also nur 17 % des gesamten Kulturlandes der Vereinigten Staaten aus, die 1899 bereits unter Bewässerung stehenden Flächen nur 1,8 %.

Die gesamte Weizenernte der Weststaaten betrug 1850 nur 0,6 % der Gesamternte der Vereinigten Staaten und stieg bis 1899 auf 13,7 %. Im letzten Jahrzehnt betrug die Steigerung indes nur 0,2 %, wogegen die in der ganzen

Union mit Weizen angebaute Fläche in demselben Zeitraume von 13 432 000 ha auf 21 036 000 ha, also um 57 %, stieg.

Auf bewässertem Lande wurden 1899 rund 400 000 t Weizen erzeugt, also nur 2,2 % der rund 18 000 000 t betragenden Weizenernte.

Mag sich nun der Weizenbau auf bewässertem Lande immerhin noch um das Zehnfache steigern, so ist die erzeugte Menge noch verschwindend im Vergleich zur Gesamternte und wird nach den Erfahrungen des letzten Jahrzehnts mit deren Steigerung nicht entfernt gleichen Schritt halten, d. h. von den bewässerten Weizenfeldern der Vereinigten Staaten dürfte ein erheblicher Wettbewerb für Deutschland nicht zu erwarten sein.

Noch kurz einige Worte über den Anbau von Zuckerrüben. Nach dem Zensus von 1900 waren 44 100 ha mit Zuckerrüben angebaut, die einen Ertrag von 714 000 t brachten oder 16 t von 1 ha. Der Verkaufswert betrug 13 958 000 ℳ oder rund 20 ℳ für 1 t.

An erster Stelle stehen:

| | | |
|---|---|---|
| Kalifornien | mit . . . . . | 37 % |
| Michigan | „ . . . . . | 37 „ |
| Utah | „ . . . . . | 7 „ |

der Anbaufläche. Die 11 westlichen Staaten sind mit 22 000 ha oder rund 50 % an der Gesamtfläche beteiligt. In der Ergiebigkeit steht Utah obenan mit 26 t von 1 ha.

## 6. Wasserrecht.[1])

Das Wasserrecht war in allen Weststaaten bis in die jüngste Zeit schlecht geregelt. Erst im Laufe des letzten Jahrzehnts haben einige Staaten eine bessere Gesetzgebung erhalten. Dazu gehören Wyoming, Colorado und Utah. Die Notwendigkeit dafür trat hervor, als bei fortschreitender Ausdehnung der Bewässerungen die Interessen am Wasser immer härter an einander stießen.

Trotz der hervorragenden Bedeutung, welche die Bewässerung für Kalifornien hat, haben hier die Bemühungen nach einer anderen Wassergesetzgebung bisher noch nicht zum Ziele geführt. Hier ist noch das alte Verfahren zur Erwerbung eines Wasserrechts üblich, ähnlich demjenigen, das früher auch in den übrigen Staaten vorgeschrieben war.

Das Gesetz von 1850 bestimmt, daß das Englische gemeine Recht Anwendung zu finden habe, sofern es nicht im Widerspruch steht mit der Konstitution der Vereinigten Staaten oder der von Kalifornien. Die klimatischen Unterschiede zwischen England und dem trocknen Westen von Nordamerika legen nahe, daß die gleichen Gesetzesgrundsätze den verschiedenen Verhältnissen nicht gerecht werden können. Hier liegt naturgemäß das Schwergewicht in der Benutzung des Wassers, in dem feuchten Klima von England dagegen in der Ableitung.

Das Verfahren zur Erwerbung eines Rechts auf Ableitung und Benutzung des fließenden Wassers ist kurz folgendes:

---

1) Vergl. darüber auch den Bericht des Landwirtschaftlichen Sachverständigen in der Beilage zu den „Mitteilungen der D. L. G" 1906, Nr. 1.

1. Das Recht zum Gebrauch fließenden Wassers kann durch Übertragung erworben werden.

2. Das verliehene Recht dauert nur so lange, wie die Benutzung einem nützlichen Zweck dient.

3. Die berechtigte Person darf den Platz der Wasserableitung nicht ändern, ebensowenig wie die Menge des abgeleiteten Wassers, wenn ein anderer dadurch geschädigt wird.

4. Das abgeleitete Wasser darf in einen andern Fluß zurückgeleitet werden, wenn nicht dadurch bereits bestehende Rechte beeinträchtigt werden.

5. Zwischen zwei Rechten genießt das ältere (prior right) den Vorzug.

6. Eine Person, die ein Wasserrecht erwerben will, muß an der Stelle, wo sie das Wasser ableiten will, anschreiben (post a notice):

a) daß und wieviel Wasser sie beansprucht,

b) Zweck und Ort der beabsichtigten Verwendung des Wassers,

c) die Mittel, durch welche sie die Ableitung bewirken will, und deren Ausmaße.

7. Eine Abschrift dieses Anspruches muß binnen 10 Tagen der Behörde (Office of the Recorder of the County) eingereicht werden.

8. Der Recorder der Provinz trägt den Anspruch in ein Buch ein.

9. Mindestens 60 Tage nach Erhebung des Anspruchs muß mit der Ableitung begonnen werden. Diese Arbeiten müssen „fleißig" gefördert werden.

10. Bei Erfüllung dieser Bestimmungen erhält das Recht das Datum der ersten Kundgebung des Antragstellers.

11. Werden die Bedingungen nicht erfüllt, so geht das Recht dann verloren, wenn ein anderer denselben nachkommt.

Die derart entstehenden Anträge bewegen sich in den allgemeinsten, widerspruchsvollen Ausdrücken, entsprechend dem Bildungsgrade der dem Ansiedlerstand angehörigen Antragsteller. Der eine beansprucht die Wasserableitung „hier, wo ich jetzt stehe" oder „an der Krümmung des Flusses" oder „bei dem starken cotton wood-Baume" usw. Ein anderer will „1000 Sekunden-Kubikfuß durch ein zweizölliges Rohr" oder „1 minor inche zur Bewässerung von 1000 acres" ableiten, oder „alles Wasser, was an diesem Punkt vorbeifließt", oder es sind noch andere Unmöglichkeiten, die beantragt und — genehmigt werden.

Die notice wird oft in so nachlässiger Weise auf einem Papierzettel angebracht, daß der nächste Sturm oder Regen sie davonführt und ein anderer des Weges kommender Siedler dasselbe Wasser beansprucht. Die Unbestimmtheit in den Angaben macht es dem Recorder unmöglich, zu bemerken, wenn dasselbe Wasser mehrmals beansprucht wird; der Antrag wird in die Liste aufgenommen und ist damit genehmigt. Es liegt auf der Hand, daß dies Verfahren die größten Unzuträglichkeiten mit sich bringen muß. Es ist vorgekommen, daß der wirkliche Wasservorrat um das 1000fache und mehr durch die Verleihungen überschritten wurde, daß bereits vorhandene Bewässerungsanlagen durch eine neue Verleihung trocken gelegt wurden. Das Nächste ist, daß die Geschädigten durch Selbsthilfe ihr Recht zu wahren suchen und auf nächtlichen Streifzügen die ihnen schädlichen Anlagen zerstören.

Schließlich entstanden und entstehen durch das Verfahren langwierige und kostspielige Prozesse, durch welche Kalifornien zu einer ganz besonderen Berühmtheit gelangt ist.

Dieser gesetzliche, rechtlose Zustand wird in dem Bulletin Nr. 100 des U. S. Department of Agriculture mit den Worten bezeichnet: there is no law but force, d. h. Gewalt geht vor Recht. Er wird daselbst beleuchtet durch folgenden Vers:

Because the good old rule
Sufficeth them, the simple plan,
That they should take who have the power
And they should keep who can.

In dieser mangelhaften Rechtslage liegt ohne Zweifel ein bedeutendes Moment für die immer noch unwirtschaftliche Ausnutzung, d. h. Verschwendung des Wassers.

Man muß bewundern, daß trotz solcher Verhältnisse die Bewässerungswirtschaft sich soweit entwickeln konnte, wie es wirklich geschah; man kann sich aber auch vorstellen, daß nach Einführung einer besseren Gesetzgebung die Bewässerung noch einer ungeheuren Ausdehnung fähig ist. Die moderne Gesetzgebung in den eingangs gedachten Staaten bedeutet einen sehr erheblichen Fortschritt.

In Colorado ist jeder Antrag auf Wasserbenutzung mit Lageplänen, Nivellements und einer Beschreibung in doppelter Ausfertigung dem State Engineer einzureichen. Damit ist der Antrag der vorhin erwähnten nebelhaften Ungewißheit entrückt und hat eine ganz bestimmte, kontrollierbare Form angenommen. Der State Engineer ist ausgestattet mit allen Ergebnissen auf dem Gebiete der wasserwirtschaftlichen Forschung, die man jetzt sehr eifrig fördert und die ebenfalls zu den hervorragenden Aufgaben des State Engineer und seiner Unterbeamten gehört. An der Hand dieses Materials wird geprüft, ob dem Antrage andere Interessen entgegenstehen. Ist dies nicht der Fall, oder sind die Bedenken nach wiederholter Bearbeitung beseitigt, so werden die Unterlagen des Antrags mit dem Genehmigungsvermerk versehen und in einer Ausfertigung dem Antragsteller zurückgegeben, während die andere dem Archive des State Engineer einverleibt wird. Die Lokalbeamten haben darüber zu wachen, daß den mit der Genehmigung gestellten Bedingungen bei Ausführung und Betrieb entsprochen wird.

---

# III. Schluß.

Bei Überlegung der auf der Reise erhaltenen Eindrücke über die Bewässerungswirtschaft in den trocknen Staaten liegt die Frage nahe: was können wir für uns daraus lernen?

Eine Übertragung in unser Vaterland ist meines Erachtens nur in beschränktem Maße möglich. Die klimatischen und sozialen Verhältnisse, auch die Böden beider Länder sind zu verschieden. Während unsere Bewässerungen sich auf Grünland beschränken und in höherem Maße die Zuführung von Pflanzennährstoffen bezwecken als eine Vermehrung der Feuchtigkeit, kommt drüben nur dies zweite in Betracht, und der Reichtum des Bodens sowie die Gunst des Klimas tun das übrige.

Auch die Bauwerke drüben bieten wenig Neues oder Besseres als die bei uns üblichen. Es möchte an keiner Stelle des dichtbevölkerten Deutschland geraten sein, Staubecken von so leichter Bauweise aufzuführen wie in den Weststaaten, und wie sie bei der dünnen Besiedelung daselbst zulässig sein mögen.

Sollten wir indes zu einer Feldbewässerung übergehen, so würden die in Amerika über die zweckmäßigste Verteilung des Wassers gesammelten Erfahrungen nutzbar zu machen sein. Aber auch dabei werden die bei uns durchaus anders gearteten klimatischen, rechtlichen und hydrologischen Verhältnisse manche Abänderung erheischen.

Anders liegt die Sache für unsere Kolonien, die teilweise ein ähnliches Klima haben wie der Westen der Vereinigten Staaten, deren Besiedelung noch ebenso schwach ist, wie die der Weststaaten vor Beginn der Bewässerungswirtschaft war und teilweise noch ist. Die hier mächtig aufblühende Entwicklung fordert dazu heraus, dort in ähnlicher Weise vorzugehen. Wir würden dort entschieden dieselben einfachen Bauweisen anwenden dürfen und müssen, um mit geringen Mitteln die Vorbedingungen für eine erste Besiedelung zu schaffen.

Die Bewässerung bedeutet eine Versicherung für die Viehwirtschaft, weil sie Katastrophen abwendet, die ein dürres Jahr mit sich bringt, so lange die Viehhaltung allein auf Steppenweide angewiesen ist. So scheint mir außer Frage, daß, wie im Westen der Vereinigten Staaten, so auch in unsern trocknen Kolonien, die Bewässerungswirtschaft sich hauptsächlich dem Futterbau zuwenden würde.

Noch enthalten unsere Kolonien einen jungfräulichen Boden für Bewässerungen, man hat also vollkommen freie Hand, durch Gesetzgebung und technische Maßnahmen die Fehler zu vermeiden, welche in den Vereinigten Staaten sich als der Entwicklung hinderlich erwiesen haben.

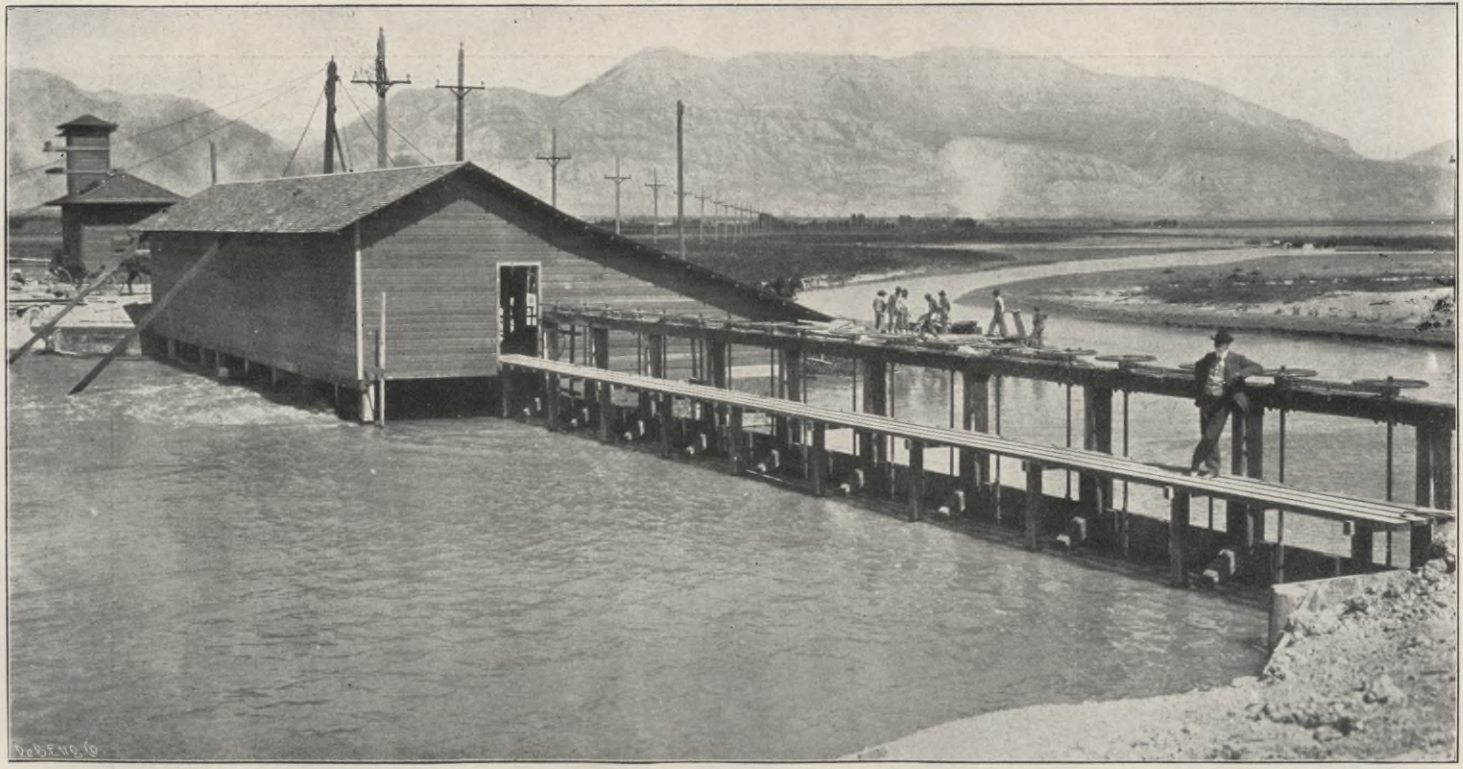
Vor allen Dingen erscheint es mir notwendig, einen systematischen, hydrographischen Dienst einzurichten, gleich dem, der von dem Geological Survey in den Vereinigten Staaten ausgeübt wird.

Nur dann kann man mit Sicherheit Bewässerungen anlegen, wenn langjährige Beobachtungen über den Wasservorrat vorliegen, nur so ist man in der Lage, eine wirklich zweckmäßige Wasserwirtschaft einzurichten. Deshalb sollte keine Zeit verloren werden, um Beobachtungen über Niederschlag, Abfluß, Verdunstung, Temperatur usw. in umfangreicher und systematischer Weise einzurichten.

Ferner ist es für die Entwicklung einer gesunden Bewässerungswirtschaft in unseren Kolonien wünschenswert, eine Einrichtung zu treffen, ähnlich dem mehrerwähnten Reclamation Law der Vereinigten Staaten. Ich würde dahin besonders rechnen, daß von Reichswegen ein Fonds für Meliorationen zur Verfügung gestellt wird mit der Bestimmung, daß der erzielte Gewinn zur Verstärkung des Fonds verwendet wird. Gelingt es auf solche Weise, die wirtschaftliche Existenz in unseren Kolonien zu sichern, warum sollten wir dann nicht hoffen und glauben, daß ein großer Teil heimischer Arbeitskraft dem Vaterlande erhalten bleibt, der jetzt alljährlich in die Fremde strömt!

U. S. Dept. of Agr. Bul. 119.

Abb. 1. Absturz Nr. 5 im Lake-Kanal.

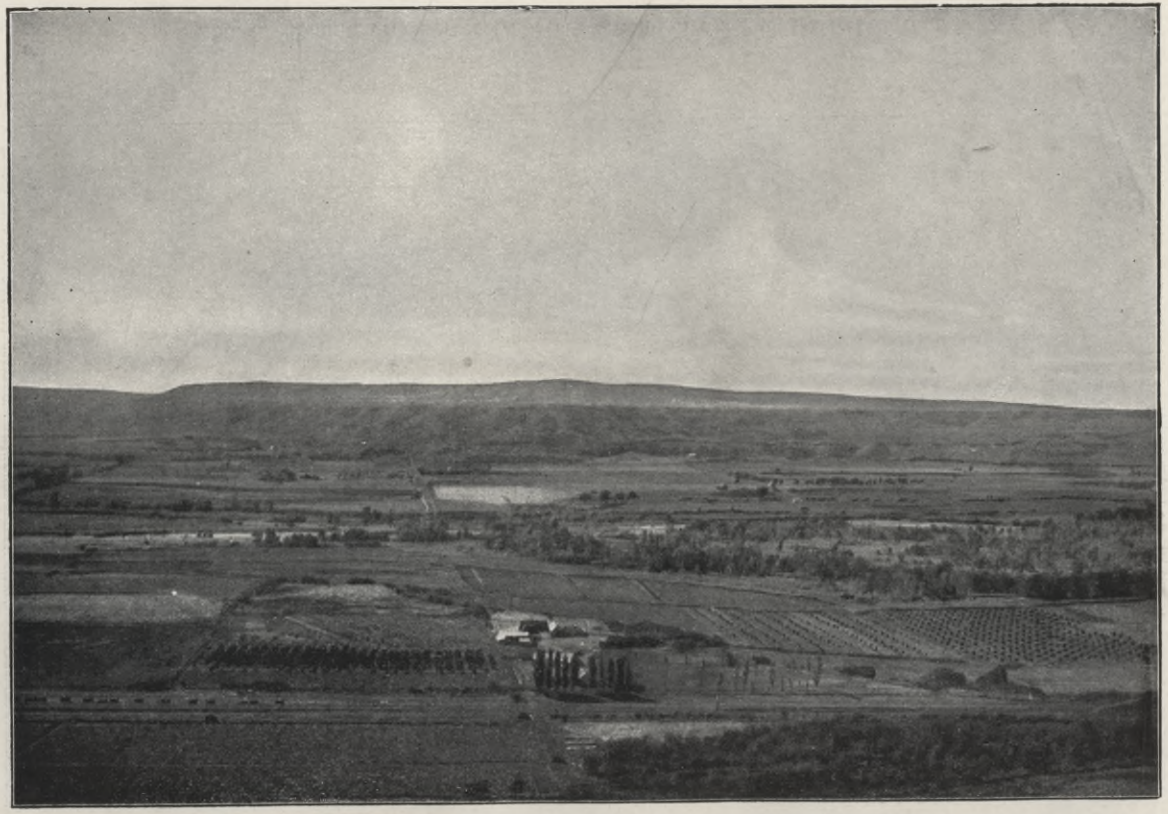


Third biennial Report of the State eng. Utah.

Abb. 2. Pumpwerk und Flußwehr.

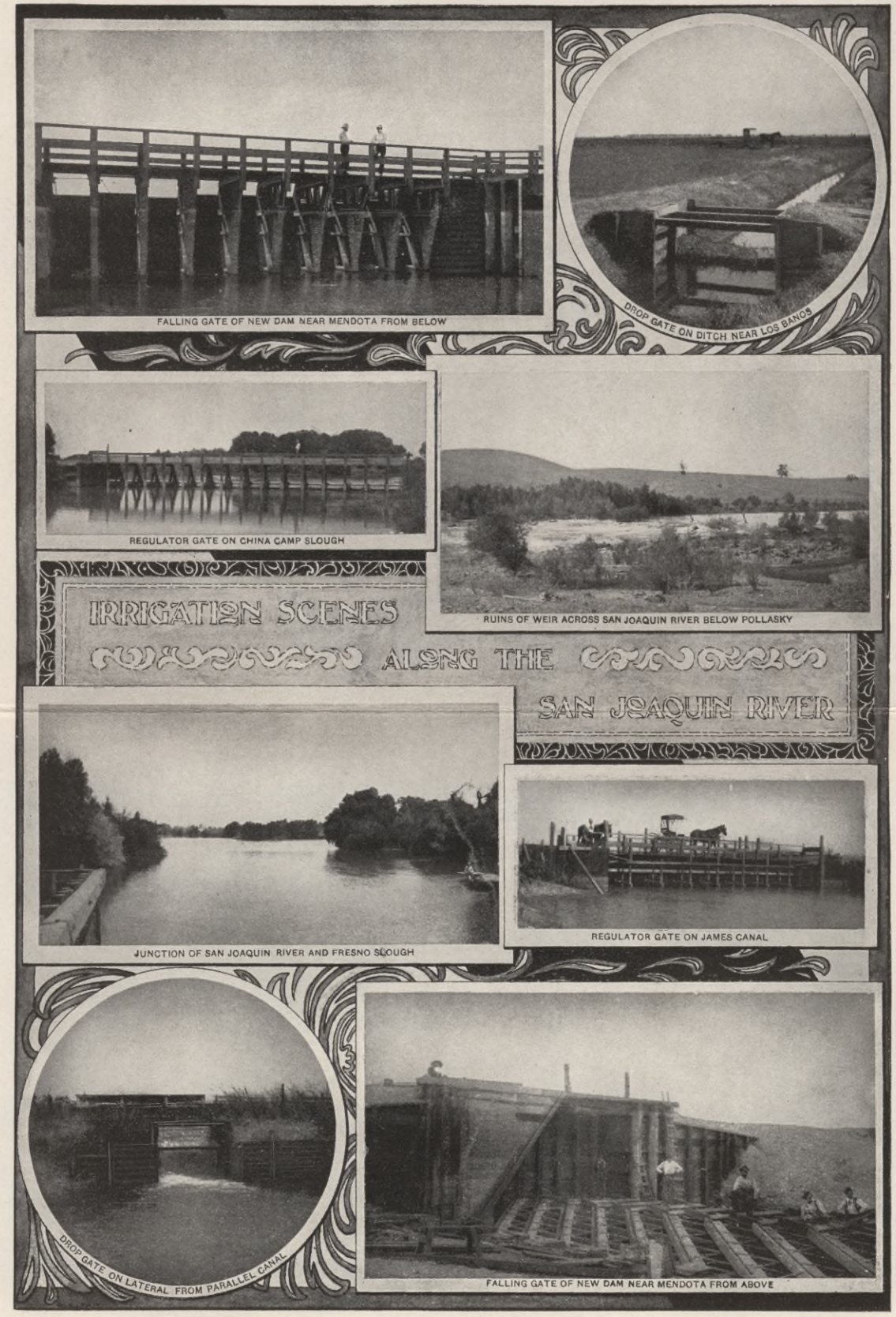
U. S. Dept. of Agr. Bul. 134. Office of Expt. Stat.

Abb. 3. Damm und oberes Ende des Auslasses am Fossil-Creek-Becken.



U. S. Dept. of Agr. Bul. 124. Office of Expt. Stat. Irrig investigations.

Abb. 4. Ansicht des Webertales oberhalb Uinta.




U. S. Dept. of Agr. Bul. 100 Office of Expt. Stat. Irrig. investigations

Abb. 5. Bilder aus der Bewässerungswirtschaft am San Joaquin-Fluß.


U. S. Dept. of Agr. Bul. 124. Office of Expt. Stat. Irrigation investigations.

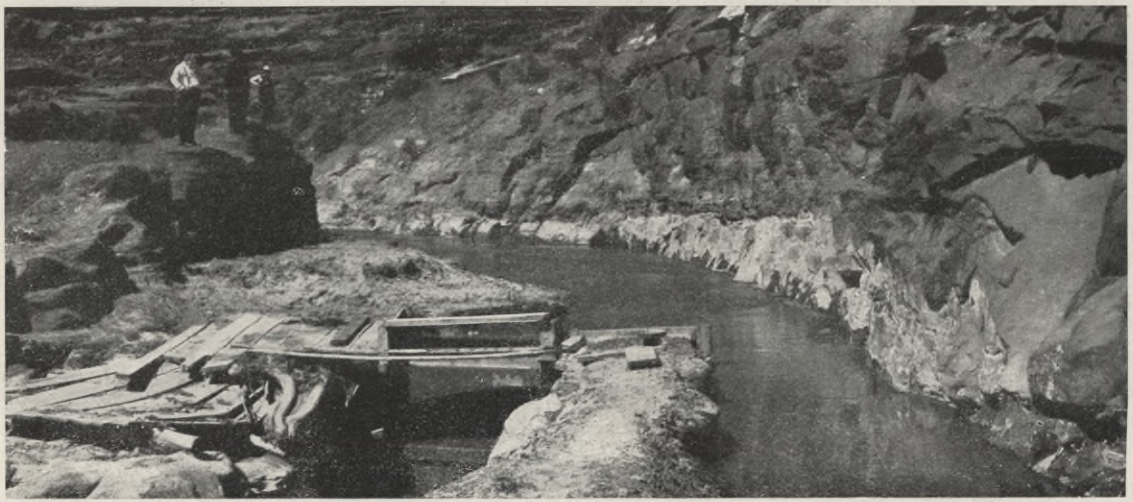
Abb. 6. Bilder aus der Bewässerungswirtschaft im Staate Utah.

U. S. Dept. of Agr. Bul. 124 Office of Expt. Stat. Irrig. investigations

Abb. 7. Ansicht des Webertales oberhalb Henefer.

U. S. Dept. of Agr. Bul. 124. Office of Expt. Stat.

Abb. 8. Altes Wehr im Jordanfluß.

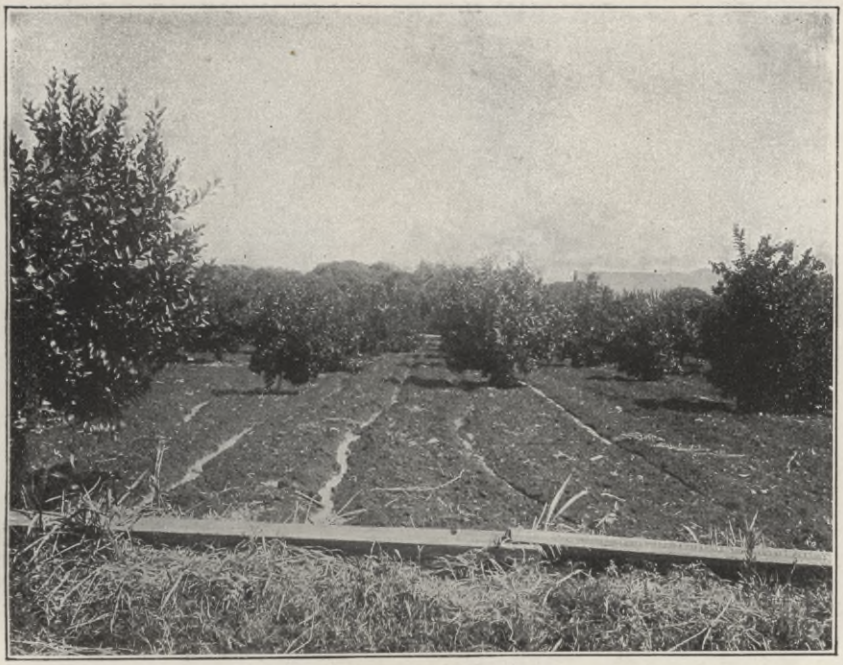


U. S. Dept. of Agr. Bul. 124. Office of Expt. Stat. Irrig. investigations.

Abb. 9. Felsenriff am Anfange des Kanab-Grabens.

U. S. Dept. of Agr. Bul. 124. Office of Expt. Stat. Irrig. investigations.

Abb. 10. Verteilungsbecken Nr. 1 der Kanab-Bewässerungs-Gesellschaft.

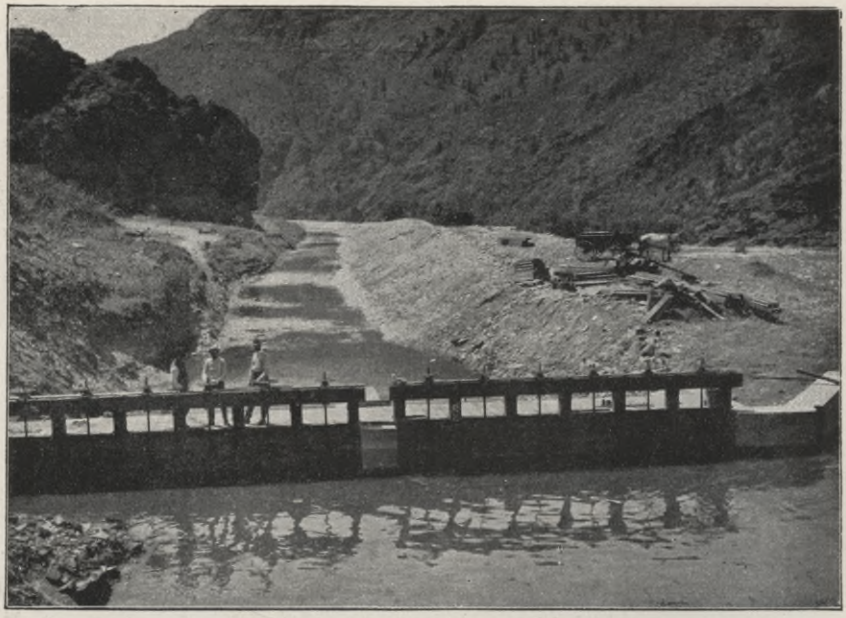


U. S. Dept. of. Agr. Bul. 119. Office of Expt. Stat. Irrig. investigations.

Abb. 11. Furchenbewässerung am Pioneergraben.

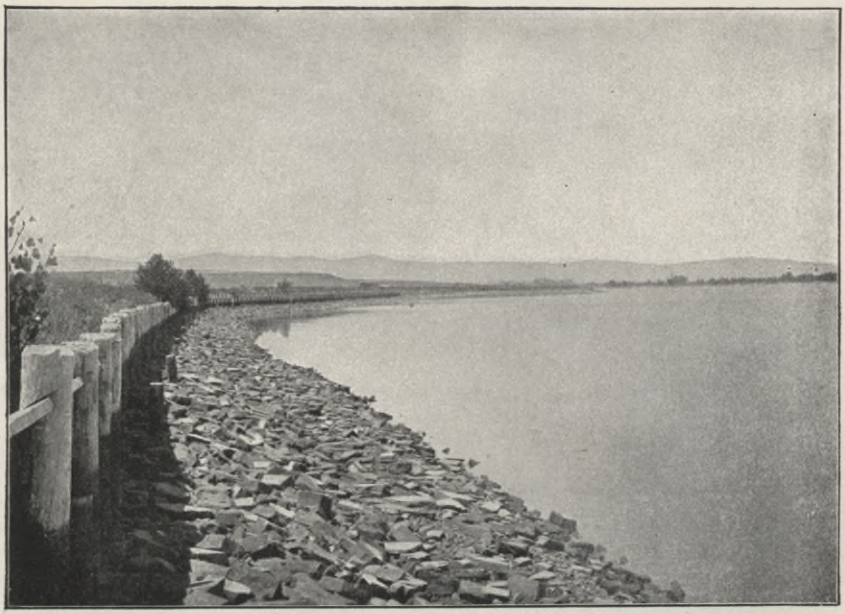
U. S. Dept. of Agr. Bul. 104. Office of Expt. Stat. Irrig. investigations.

Abb. 12. Weizenbewässerung durch Furchen.



U. S. Dept. of Agr. Bul. 134. Expt. Stat.

Abb. 13. Einlaßschleuse am Poudre-Tal-Kanal.

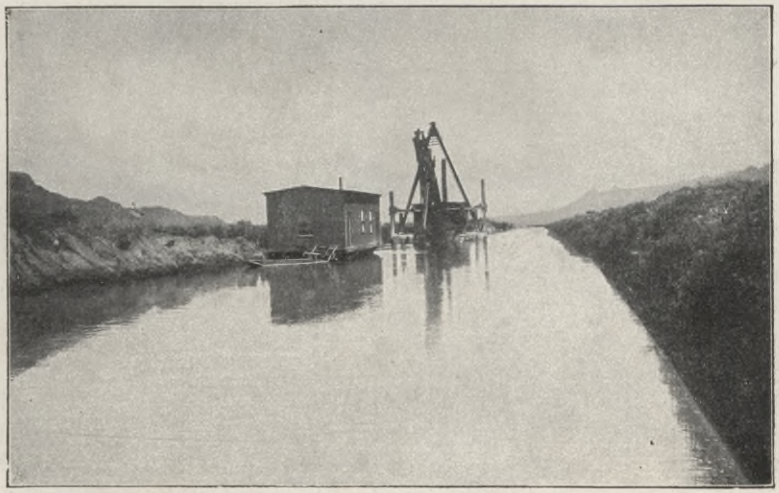


U. S. Dept. of Agr. Bul. 134. Office of Expt. Stat.

Abb. 14. Verpfahlung und Steinbekleidung des Staudamms von Cache la Poudre.

U. S. Dept. of Agr. Bul. 119. Expt. Stat. Irrig. investigations.

Abb. 15. Hydrantenbehälter und Wasserverteilungsrinne aus Zement.



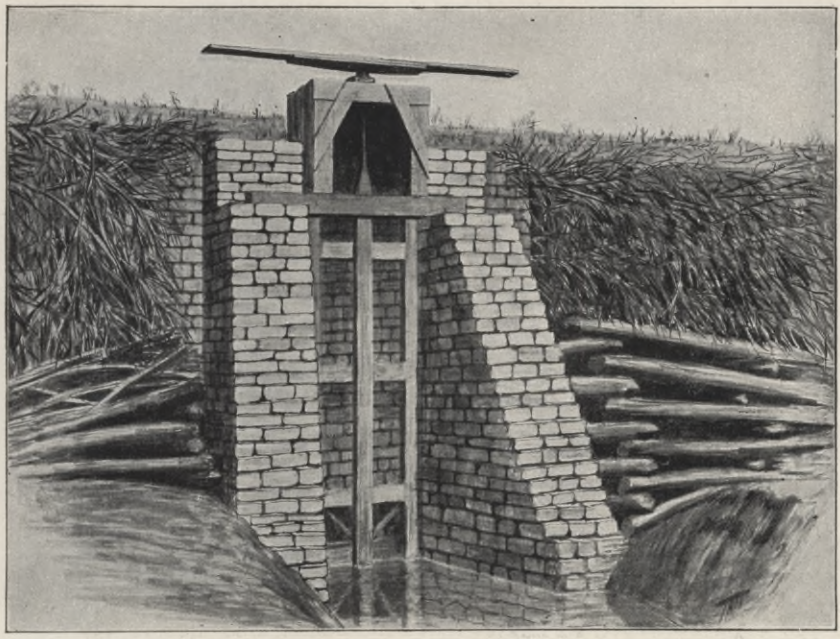
U. S. Dept. of Agr. Bul. 104. Office of Expt. Stat. Irrig. investigations.

Abb. 16. Bagger im Arizonakanal.

U. S. Dept. of Agr. Bul. 119. Office of Expt. Stat. Irrig. investigations.

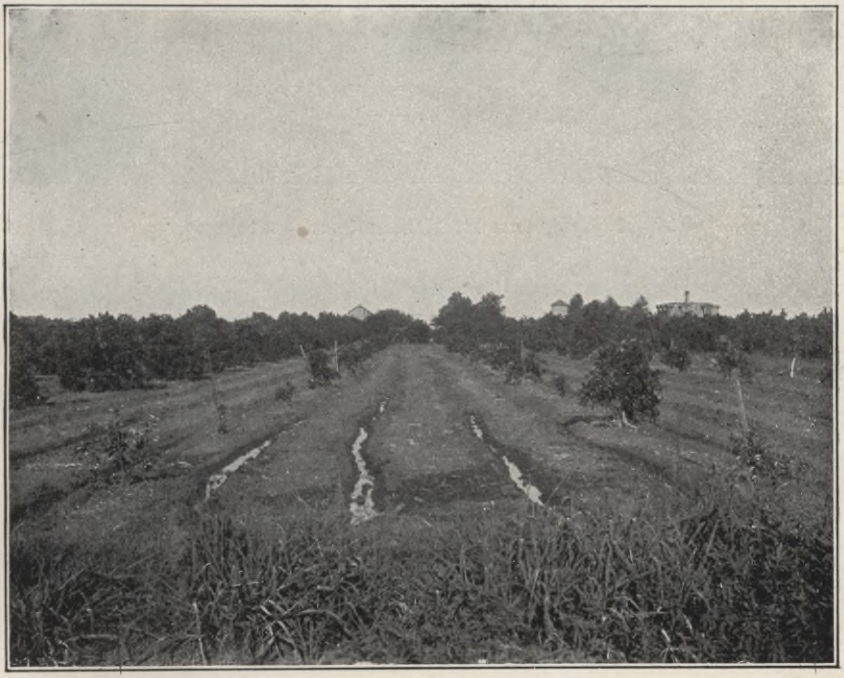
Abb. 17. Zementrinne und Furchenbewässerung in Obstgärten.

Abb. 18. Trocknung von Äpfeln.



U. S. Dept. of Agr. Bul. 134. Office of Expt. Stat.

Abb. 19. Auslaß und Strauchbekleidung am Windsor-Staudamm.



U. S. Dept. of Agr. Bul. 119. Office of Expt. Stat. Irrig. investigations.

Abb. 20. Furchenbewässerung am Pioneergraben.

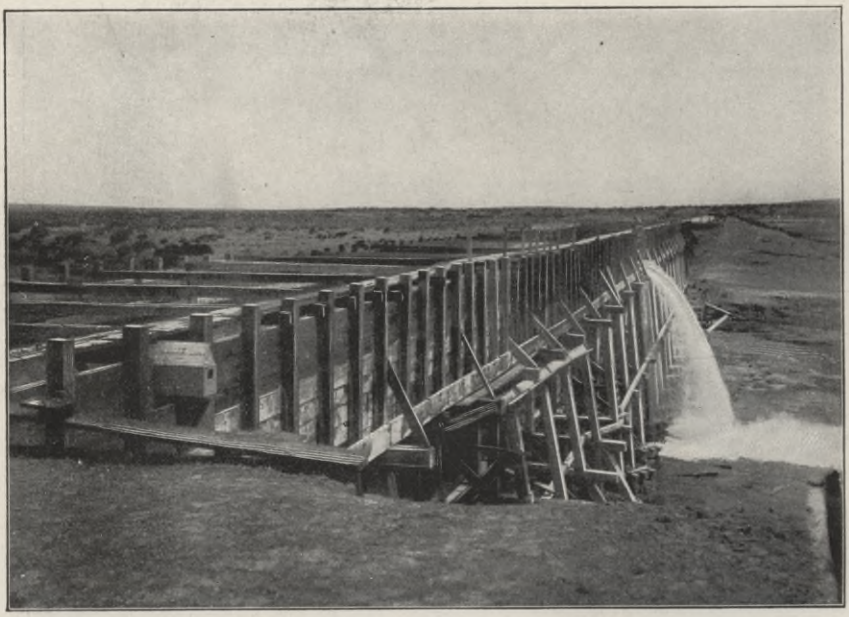


Abb. 21. Hölzerner Brückenkanal mit Entlastung.