Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 65/66 (1915)
Heft: 11

Artikel: Der Tenango-Damm des Wasserkraftwerks Nexaca in Mexico
Autor: Hugentobler, W.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-32204

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

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

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

Download PDF: 10.12.2025

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

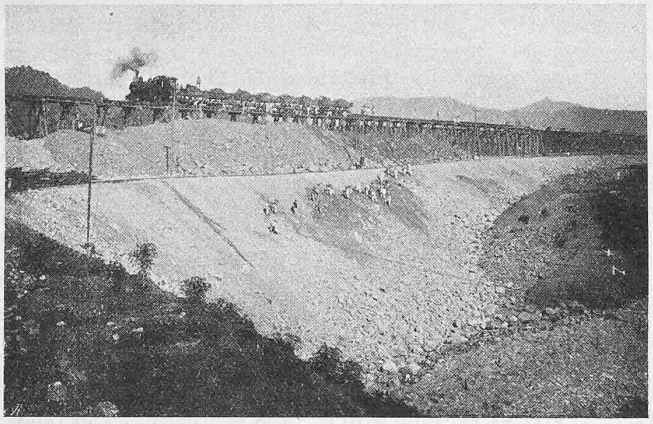

Abb. 17. Erhöhung des Steindammes mittels Gerüstbrücke.

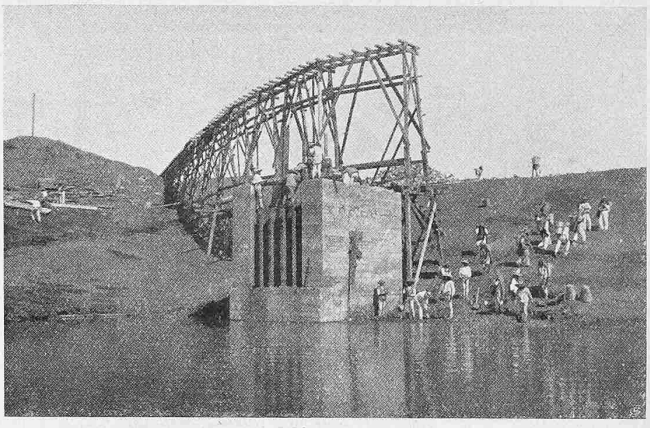

Abb. 18. Ueberlaufturm; Lehmdichtung der obern Dammböschung.

keine absolute; man hat sich den Betriebsverhältnissen anzupassen. Die Länge der Hebelarme von K kann geändert werden durch Umstecken des Achsbolzens von K, wenn der Widerstand für die Bewegung von S_1 zu gross wird; hierdurch kann auch die Geschwindigkeit des Oeffnens oder Schliessens von S_1 variiert werden. Immerhin soll diese Regulierung hauptsächlich mittels des hiefür vorgesehenen Regulierhahnes erfolgen. Dessen Oeffnung soll mit derjenigen von S_1 korrespondieren; nach einigen Versuchen wird leicht das gewünschte Resultat erreicht.

Oelkatarakt. Der Zylinder muss immer voll mit Oel gefüllt sein; hauptsächlich ist Luftansammlung unter dem Kolben zu vermeiden. Der Katarakt ist daher häufig nachzusehen; Oelverluste sind zu ersetzen. Der Regulierhahn muss genügend geschlossen sein, um eine zweckentsprechende Bremswirkung zu erzielen. Aus den Abbildungen ist zu ersehen, dass für die Einstellung der mittlern Umlaufzahl eine Einrichtung mit Laufgewicht zur Veränderung der Hülsenbelastung vorgesehen ist.

* * *

Diese Spezialberichte dürften die Gültigkeit der Schlusssätze in den beiden Kapiteln des Vorberichtes wohl durchaus bestätigen. Es sei hier noch beigefügt, dass die von jeher geübte offene Freigebigkeit, mit der die Schweizerischen Turbinenbauer ihre Errungenschaften der literarischen Veröffentlichung zugänglich machen, wohl besonders hervorzuheben ist. Sie gibt Zeugnis von der Wertschätzung, die die Firmen für alle Bestrebungen hegen, die dem Fortschritt dienlich sein können, zugleich aber auch von dem durchaus berechtigten Selbstbewusstsein, sich selbst auf der Bahn des Fortschrittes zu bewegen.

Der Redaktion der „Schweizerischen Bauzeitung“ sei für die Aufnahme des Artikels und die sorgfältige Ausarbeitung der Abbildungen hiermit bestens gedankt.

Zürich, im November 1914.

Der Tenango-Damm des Wasserkraftwerks Necaxa in Mexiko

von Ingenieur *W. Hugentobler* in St. Gallen.

(Schluss von Seite 107.)

Der rechtsseitige Hügelzug, auf dem sich die Lehmgrube befand, hatte eine Meereshöhe von 1340 *m*. Da die Sohle der Grube sich mit dem Ausschwemmen des Lehms langsam vertiefte, der Damm dagegen rasch höher wurde, während dem Holzkanal, der den Transport des verdünnten Lehms in den Dammkern besorgte, ein minimales Gefälle von 3 % gegeben werden musste, langte man schliesslich auf dem Punkte an, wo das natürliche Gefälle von der Lehmgrube zum Damm nicht mehr genügte. Man errichtete daher an der tiefsten Stelle der Grube eine zweite, aus zwei Zentrifugalpumpen bestehende Pumpstation, die das Lehmwasser in die höhergelegten Holzkanäle zu fördern hatten. Mit dem Wachsen der Höhe vergrösserte sich aber auch die Ausdehnung des Dammes; es mussten sehr lange Kanäle angewendet werden, was wiederum den Nachteil mit sich brachte, dass für den entferntesten Teil des Lehmkerns die Möglichkeit des Einschwemmens viel früher versagte, als für die dem Kanalanfang näher gelegenen Stellen. Da man eine möglichst horizontale Oberfläche des Lehmkerns zu erhalten bestrebt war und die Lehmgrube voll ausgenützt werden sollte, entschloss man sich, als die maximale Hubhöhe des zweiten Pumpenpaares erreicht war, einen horizontalen, geschlossenen und gegen Wasserdruck genügend versteiften Schwemmkanal mit seitlichen, verschliessbaren Türen anzuwenden. Das von der zweiten Pumpstation hochgehobene Lehmwasser wurde von einem dritten Pumpenpaar aufgenommen und durch diesen Druckkanal dem Kerne zugepresst. Diese Anordnung arbeitete tadellos, die Druckleitung erhielt eine Länge von

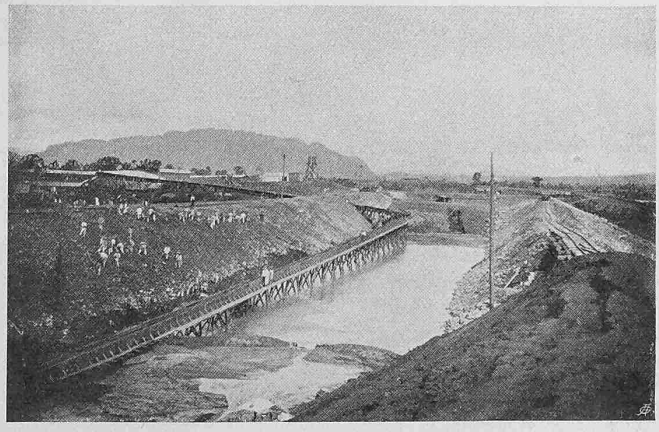

Abb. 15. Einschwemmen des Lehmkerns durch offenen Holzkanal.

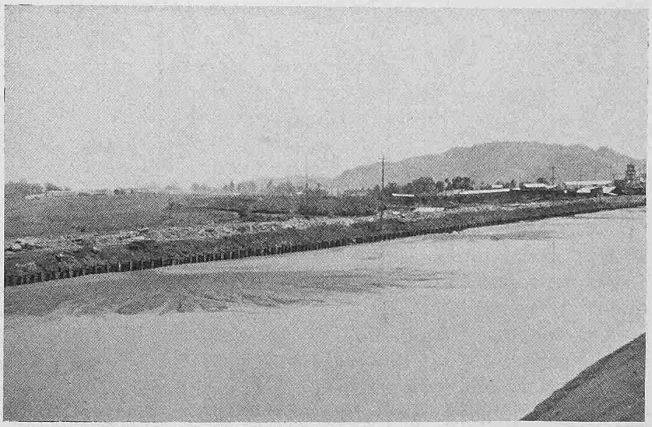

Abb. 18. Hölzerne Druckleitung am Rande des Kernsees.

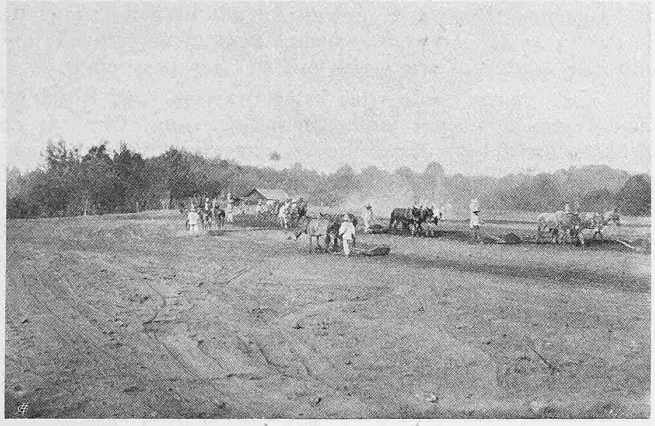

Abb. 19. «Scrapers» in der Lehmgrube beim Aufladen und Transport.

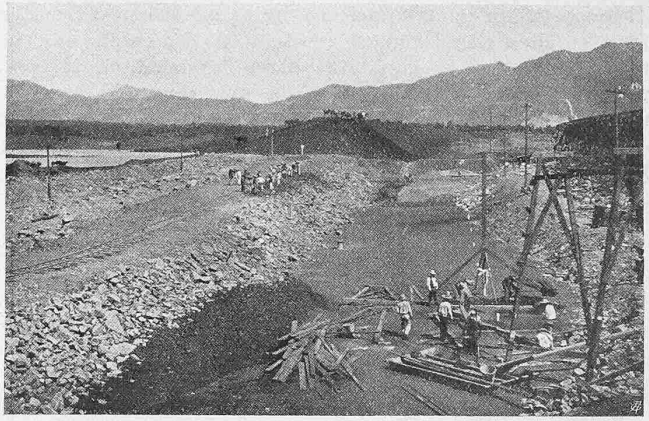

Abb. 20. Links oberer, rechts unterer Fuss des Hauptdammes, dazwischen der Lehmkern, über dem ein neuer Einschwemmkanal errichtet wird (rechts). Im Hintergrund Aufführung des linken Flügeldammes mittels der «Scrapers».

400 *m* und ermöglichte ein Einschwemmen des Kerns bis auf eine Höhe von 1340 *m* ü. M.; die Abbildungen 14 bis 16 veranschaulichen die verschiedenen Stadien der Schwemmung.

Zum Einfüllen des steinigen Materials wurden anfänglich die Züge direkt über den Dammfuss geführt und dort entleert. Durch jeweiliges Verschieben der Geleise an die Aussenkante der Auffüllung war es möglich, den Dammfuss von innen nach aussen hin auf seine richtige Breite auszubauen. Um den Damm aber auch leicht in die Höhe zu bringen, wurden über die Dammfüsse Holzbrücken gebaut und die Züge von diesen aus entleert, bis das Material die Böcke ganz eingedeckt hatte, worauf die Längsträger und die Geleise abgenommen und neuen Gerüsten aufgesetzt wurden; Abbildung 17 zeigt einen Materialzug auf der Brücke, bereit zum Ausladen.

Entsprechend dem Anwachsen des Dammes liess man auch das Wasser im Stausee mehr und mehr ansteigen. Der Einlauf des Betonkanals durch den Damm wurde als oben offener Ueberlaufturm aufgebaut und etwa 5 *m* tiefer gehalten als die jeweilige Krone des Dammes, um dessen Ueberflutung zu verunmöglichen (Abbildung 18). Da inzwischen der neue, grosse und direkte Verbindungstunnel des Tenangostausees mit dem Necaxastausee fertiggestellt war, konnte man durch entsprechende Regulierung den Wasserspiegel des Tenangostausees stets tief genug halten, sodass ein Eintreten des Wassers in den Ueberlaufturm vermieden werden konnte. Selbst während der Regenzeiten der folgenden zwei Jahre, die freilich keine grossen Niederschlagsperioden aufwiesen, kam der Ueberlauf nicht in Tätigkeit.

Fast gleichzeitig mit dem Hauptdamm wurden auch die beiden *Dammflügel* in Angriff genommen. Der Baugrund war hierbei ausschliesslich Kulturland, Acker und Wiesen. Unter einer durchschnittlich 50 *cm* dicken Humusschicht traf man überall auf den schönsten Lehm. Da diese Flügel als Lehmdämme projektiert waren, musste man zuerst die ganze Fläche von allem Humus befreien, bevor mit dem Anschütten des Dammes begonnen werden konnte. Auch hier war der mittlere Kern in „Lehmpuddle", womöglich mit Wasser eingeschwemmt, auszuführen. Man verwendete deshalb besondere Vorsicht auf die Säuberung der Sohle des Dammkerns bis auf den reinsten Lehm hinab; das gesamte Aushubmaterial wurde ober- und unterhalb des Dammes als Berme deponiert. Dann schritt man zum Einfüllen; es wurden wieder zuerst die beiden Füsse des Dammes als gesonderte Anschüttungen bis zu 5 *m* Höhe ausgeführt und zwischen diese dann später der Lehmkern eingeschwemmt. Das Material für diese Anfüllungen entnahm man Lehmgruben, die durch Abtragen des Humus zu beiden Seiten des Dammes geöffnet wurden, selbstverständlich in genügender Entfernung, um eine ungünstige Beeinflussung des Dammes zu vermeiden.

Alle diese Abtragsarbeiten und das Einfüllen der Dammfüsse wurden ausschliesslich mit sog. „Scrapers" ausgeführt. Es sind dies grosse, eiserne Schaufeln, die durch zwei bis drei Maultiere gezogen und von einem Arbeiter geleitet werden (Abbildung 19). Der Erdboden oder der Lehm werden vorerst gepflügt und dann durch Einstechen dieser Schaufeln auf diese aufgeladen, hernach an den Bestimmungsort geschleift und dort durch Umkippen der Schaufeln ausgeladen (Abbildung 20). Ein solcher Scraper fasst ungefähr $^1/_{10}$ m^3 Material und braucht ausser den Maultieren und dem Fuhrmann, der zugleich die Schaufel am Bestimmungsort entleeren muss, einen Auflader, dem aber fünf bis sechs Scrapers zugleich zugeteilt werden. Diese Transportweise war sehr vorteilhaft und billig; die Maultiere arbeiteten über 10 Stunden täglich und bewegten

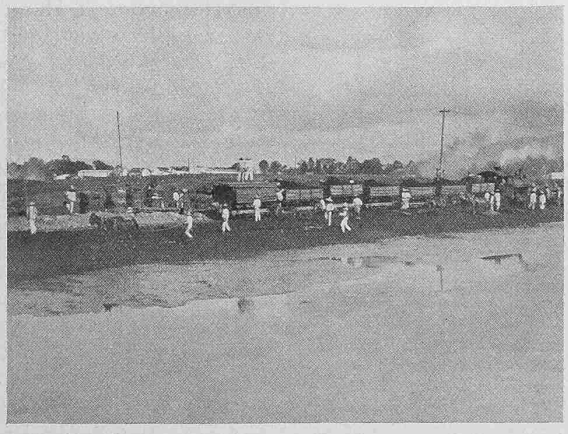

Abb. 21. Materialverteilung durch «Scrapers».

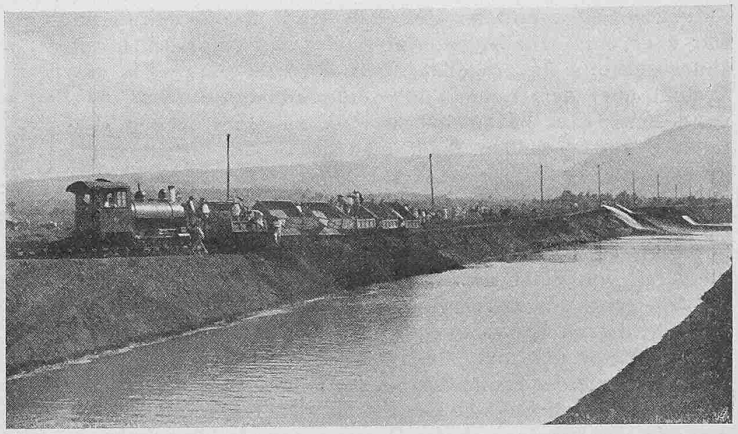

Abb. 22. Lehmanschüttung und nachfolgende Einspühlung.

bei 50 *m* Transportweite 20 bis 30 m^3, bei 200 bis 300 *m* Transportweite immer noch 10 bis 15 m^3 Material im Tag. Das Anfüllen des Dammes geschah in Schichten von 20 bis 30 *cm* Höhe; es muss für solche Dammbauten als sehr vorteilhaft bezeichnet werden, da die gleichmässige Verteilung des Lehms und zugleich das Einstampfen desselben durch die Maultiere die denkbar günstigste Bauweise ist. Es wurde auch an keiner Stelle des Dammes ein späteres Setzen des Materials beobachtet.

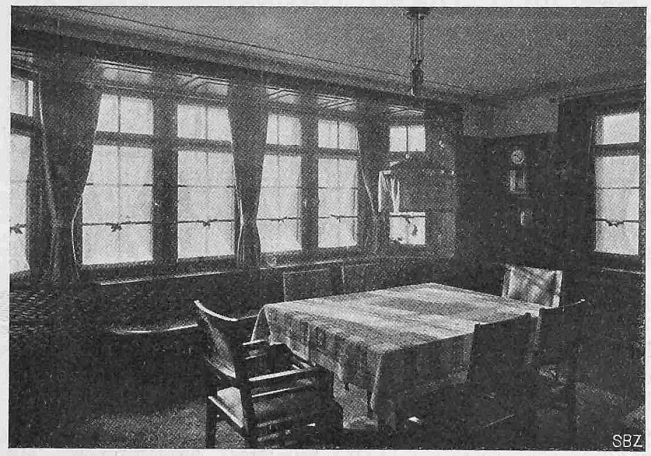

Abb. 3. Esszimmer im Hause Stoffel Saurer.

Als der Lehmkern des Hauptdammes die Höhe des Baugrundes der Flügeldämme erreicht hatte, waren die Dammfüsse der Flügel durchschnittlich auf einer Höhe von 5 *m* angelangt und zum Einschwemmen des Lehms bereit. Jetzt war ein gesonderter Aufbau von Hauptdamm und Flügel nicht mehr nötig. Da der ganze lange Damm eine einzige Rinne darstellte, konnte mit einer neuen Methode des Einschwemmens begonnen werden. Man legte dem ganzen Damme entlang eine Wasserleitung mit Anschlüssen für Hydranten von 50 zu 50 *m* und mittels dieser wurde der Lehm längs der Innenseite der Dammfüsse in den Kern hineingeschwemmt. Der Lehm wurde durch den Wasserstrahl vollständig aufgeweicht und durchnässt und setzte sich als eine homogene Masse im Kerne nieder. Das Höheraufbauen der Dammfüsse konnte nicht mehr mit den Scrapers allein bewerkstelligt werden, da die zu überwindende Transporthöhe zu gross wurde, weshalb man das Material in Eisenbahnzügen aus den Lehmgruben heranführte und die Scrapers nur noch die richtige Verteilung zu besorgen hatten (Abbildungen 21 und 22). Sobald der „Lehmpuddle" 2 *m* unter der jeweiligen Dammkrone angelangt war, wurden die Scrapers zum Bau eines neuen 2 *m* hohen Eisenbahndammes benützt, die Geleise auf diesen gehoben und von der erhöhten Lage aus das Einschütten des Lehms in den Dammkern und das Einschwemmen vorgenommen.

Das Legen und der Unterhalt der Hydrantenleitungen war aber eine sehr langwierige Sache und verursachte viel Unterbrechung des regelmässigen Zug-Verkehrs. Da das Wasser über dem Lehmpuddle eine konstante Höhe von mindestens 1 *m* haben musste, um ein Eintrocknen des Lehmes zu vermeiden, kam man dazu, auf diesen langgestreckten, künstlichen See ein Floss zu setzen mit zwei elektrisch angetriebenen Zentrifugalpumpen, an welche die Hydranten direkt angeschlossen wurden. Die Pumpen bezogen das Wasser aus dem Kernsee, die Elektromotoren die Kraft von einer dem See entlang gezogenen Leitung; die Speisung des Kernsees geschah mit Pumpen aus dem Stausee, dessen Wasserspiegel, wie schon bemerkt, stets nur wenige Meter unterhalb der Dammkrone stand. Auf diese Weise konnte der Damm bis auf die Höhe gebracht werden, wo die Wasserdichtigkeit des Kerns nicht mehr notwendig war, da die letzten 3 *m* des Dammes nur als Ueberhöhung über den endgültigen Stauspiegel gebaut wurden. Dieser war mit einer Höhe von 1350 *m* ü. M. projektiert, die Krone des Dammes aber wurde gebaut bis auf die Kote 1353; die letzten 3 *m* des Dammes wurden trocken aufgebracht und nur der mittlere Kern etwas mit Wasser besprengt.

Die ganze obere, das heisst wasserseitige Böschung des Dammes erhielt eine Steinpflasterung von 30 *cm* Stärke zum Schutz gegen Wellenschlag; der untern Dammböschung hingegen gab man einen Humusbelag, der später angesät wurde. Ueberlaufturm und Betonkanal durch den Damm, als provisorische Bauwerke, wurden schliesslich mit Mauerwerk ausgefüllt und an deren Stelle ein definitiver Ueberlauf am südlichen Ende des Dammes erstellt. Dieser erhielt eine Breite von 80 *m*, seine Sohle auf Kote 1350 wurde gepflastert und die Seitenwände in Mauerwerk ausgeführt. Das Ueberlaufwasser fliesst in ein Paralleltal zum Tenangotal, kommt also mit dem untern Dammfuss in keinerlei Berührung und kann auf diese einfache Weise durchaus schadlos abgeleitet werden.

Der Bau des Dammes nahm vier Jahre in Anspruch, was in Anbetracht seiner grossen Ausdehnung als kurze Bauzeit bezeichnet werden darf. Fast von Anfang an wurde kontinuierlich, das heisst Tag und Nacht, Werktags und Sonntags gearbeitet; die elektrische Kraft für alle Motoren und die Beleuchtung lieferte die nahe gelegene Hauptzentrale von Necaxa, Salto-Grande. Es soll noch nachgetragen werden, dass die Gesamtkubatur des Tenango-Dammes etwa 1 300 000 m^3 betrug und die maximale monatliche Anschüttung rd. 50 000 m^3 erreichte.

Bauten der Arch. Höllmüller & Hänny, St. Gallen.

Im Folgenden beginnen wir mit der Wiedergabe einiger Bauten der St. Galler Architekten Höllmüller & Hänny, zunächst eines kleinen Wohnhauses im Toggenburg, sodann zweier Innen-Umbauten bestehender Wohnhäuser. Im nächsten Heft soll der Neubau des „Rösslitor", des Heims der Museumsgesellschaft St. Gallen, vorgeführt werden.

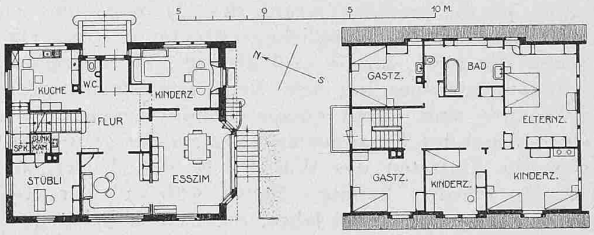

Abb. 1 u. 2. Einfamilien-Wohnhaus Stoffel-Saurer. — Grundrisse 1:400.

Arch. Höllmüller war vor seiner Verbindung mit Arch. Hänny während mehrerer Jahre Bauführer, Geschäftsführer und schliesslich Teilhaber der St. Galler-Filiale von Curjel & Moser, von deren Werken schon Verschiedenes unsern Lesern bekannt gemacht worden. Als knappe Erläuterung schreiben uns Höllmüller & Hänny zu den Bildern was folgt:

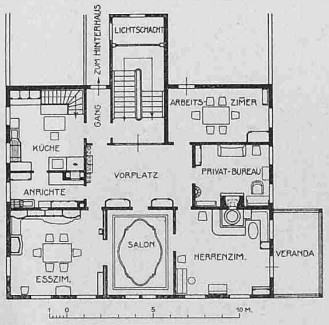

Abb. 4. Wohnhaus-Umbau Stähelin in Wattwil. — Grundriss 1:400.

1. *Das Wohnhaus Dir. A. Stoffel-Saurer* (an der Strasse von Lichtensteig nach Dietfurt, Abb. 1 bis 3, Tafel 19) ist ein schlichtes Einfamilienhaus im Charakter alter, dortiger Häuser. Die im Grundriss etwas gedrängte Anlage, nach den Intentionen des Bauherrn durchgeführt, hat sich in der Folge als praktisch erwiesen.

2. *Umbau des Hauses J. E. Stähelin, im Bundt, Wattwil* (Abb. 4 bis 6, Tafeln 20 und 21). Bei diesem Bau handelte es sich speziell um den Einbau von drei Zimmern