

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 77 (1959)
Heft: 44

Artikel: Ausgleichbecken: Vortrag
Autor: Schnitter, G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-84346>

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: 25.04.2026

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

Ausgleichbecken

Vortrag, gehalten am 12. Juni 1959 in der Schweiz. Gesellschaft für Bodenmechanik und Foundationstechnik von Prof. G. Schnitter, ETH, Zürich

1. Einleitung

Unter Ausgleichbecken verstehen wir im folgenden künstlich angelegte Staubecken mit einigen 10 000 m³ bis einigen 100 000 m³ Stauinthalt, wie sie beim Bau moderner Hochdruck-Wasserkraftanlagen benötigt werden. Sie dienen dabei verschiedenen Zwecken. In ihrer ursprünglichen Bedeutung entstanden sie aus dem Bedürfnis, bei Einzelwerken den schwankenden Wasserzufluss kurzfristig aufzuspeichern und ihn damit dem ebenfalls schwankenden Bedarf anzugleichen. Mit der Erstellung mehrerer hintereinander geschalteter und im Verbund arbeitender Kraftwerke ergab sich die weitere Funktion, als Puffer zu dienen zwischen dem oberen und unteren Werk, um Ungleichheiten der Belastung auszugleichen. Gleichzeitig wird dadurch die kurzfristige Aufspeicherung des Wassers aus dem Zwischenzugsgebiet ermöglicht. Ebenfalls gestatten die Ausgleichbecken die Zuleitung des Wassers aus flusseigenen oder fremden Einzugsgebieten in Form von Freispiegeltriebwasserleitungen und die Ableitung zum anschliessenden Krafthaus in unter Druck stehenden Stollen oder Leitungen.

Zu erwähnen ist auch, dass oft die untenliegenden Anstösser eines ausgenutzten Flusslaufes auf einen Ausgleich der Wasserrückgabe beim untersten Krafthaus drängen, woraus sich die Notwendigkeit eines dort zu erstellenden Ausgleichbeckens ergibt. Die Notwendigkeit oder Wünschbarkeit der Veredlung sogenannter Abfallenergie durch Pumpen und anschliessende Verarbeitung zu elektrischer Energie in Spitzenzeiten erfordert wiederum ein unteres Becken als Pumpensumpf und ein oberes als Reservoir (reines Pumpspeicherwerk als Extremlösung).

Diese mannigfaltigen Möglichkeiten der Verwendung brachten es mit sich, dass in unserem Lande und auch im Auslande in den letzten Jahren die Anzahl der Ausgleichbecken bei Hochdruckanlagen sich stark vermehrt hat und sich in Zukunft weiterhin vermehren wird.

2. Allgemeine Anordnung

Die allgemeine Anordnung eines Ausgleichbeckens hängt ab von den topographischen, geologischen und hydrologischen Gegebenheiten und den Erfordernissen des Betriebes. Grundsätzlich kann das Becken im Freien oder in einer Felskaverne erstellt werden. Im günstigsten Falle kann ein natürlicher See herbeigezogen werden. In manchen Fällen wird sich die zu tref-

fende Lösung aus den vorliegenden lokalen Verhältnissen aufdrängen. In andern Fällen wiederum sind beide Lösungen, offen oder untertags, möglich. Die richtige Wahl ergibt sich dann aus einem Kostenvergleich beider Lösungen. Bei den notorisch niedrigen Preisen, zu welchen heute Felskaver-

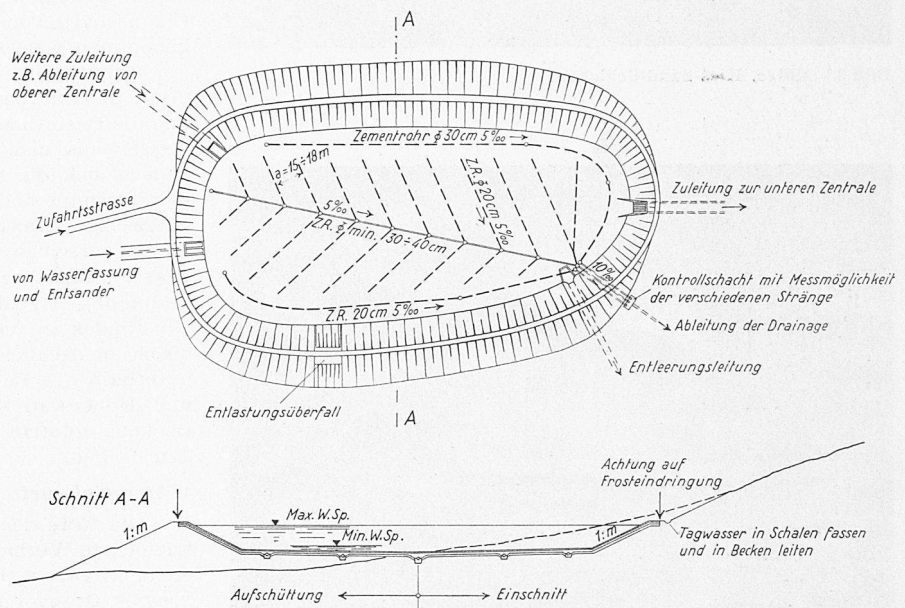


Bild 1. Generelle Anordnung der Drainageleitungen eines Ausgleichbeckens



Bild 2. Ausgleichbecken Motec der Gougra-Kraftwerke. Uebersicht der Baustelle mit Entwässerungssystem

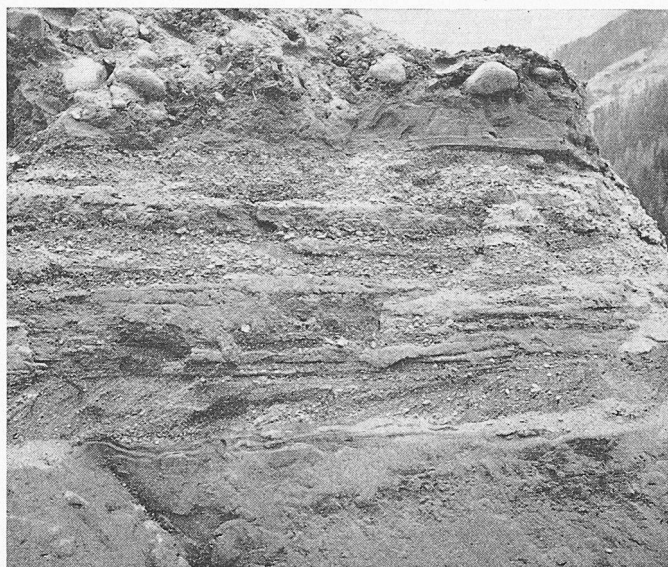


Bild 3. Motec, Kies-Sand-Schichten



Bild 4. Motec, Kies-Sand- und Silt-Schichten

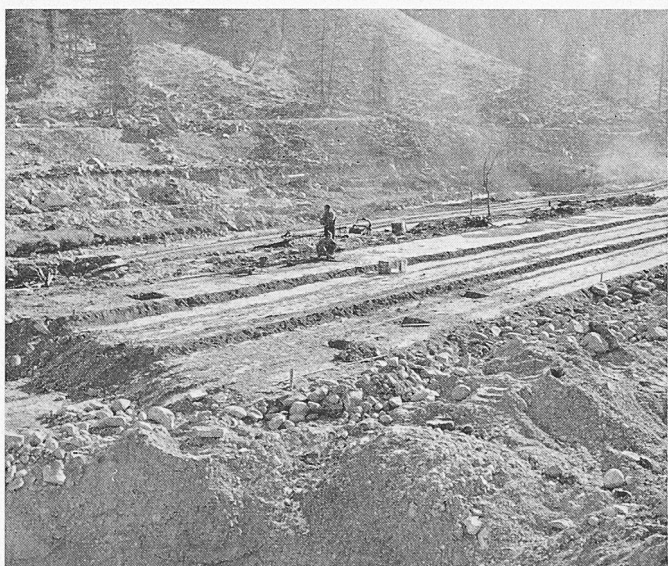


Bild 5. Versuchspiste

nen erstellt werden, ist es wohl möglich, dass in Zukunft häufiger als in der Vergangenheit diese Bauart angewendet werden wird, wobei einige der nachstehend beschriebenen Schwierigkeiten der Bauweise im Freien umgangen werden. Im folgenden wollen wir uns aber, der Sinngebung dieser Tagung entsprechend, nur mit den im Freien zu erstellenden Becken abgeben.

Zu einem Ausgleichbecken gehören als Nebenbauwerke ausser der oder den Zuleitungen und der Ableitung ein Entleerungsorgan (Grundablass) und ein Entlastungsorgan (Ueberlauf).

3. Vorarbeiten und Sondierungen

Ingenieur, Geologe, Bodenmechaniker und die Bohrfirma sorgen für die Beschaffung der notwendigen Projektgrundlagen. Der Baugrund muss untersucht werden hinsichtlich seiner Setzungsempfindlichkeit, seiner Durchlässigkeit und seiner Scherfestigkeit. Aehnlich sind jene Materialien zu untersuchen, die, in wirtschaftlich erreichbarer Nähe sich befindend, für die Anschüttung allfälliger Dämme in Frage kommen können, wobei ausser auf die bereits erwähnten Eigenschaften auch auf die Frostempfindlichkeit Rücksicht genommen werden muss.

Ganz besonders aber sind die hydrologischen Verhältnisse abzuklären, d. h. die Lage des Grundwasserspiegels und die Beeinflussung desselben durch Tagwasser und Hangwasser aus den anschliessenden Bergflanken. Bekanntlich ändern sich die hydrologischen Bedingungen im Laufe der Zeit. Deshalb sind die diesbezüglichen Untersuchungen durch frühzeitige Anordnung von Piezometern und laufende Ableseung derselben vorzunehmen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass durch den Bau des Beckens selbst die hydrologischen Bedingungen geändert werden können. Dasselbe, und unter Umständen in verstärktem Masse, kann eintreten, wenn durch menschliche Eingriffe der natürliche Wasserabfluss unterhalb des Beckens gedrosselt wird, wodurch ein Rück- und Höherstau des Grundwasserspiegels im Bereiche des Beckens entsteht mit den sich daraus ergebenden nachteiligen Folgen.

4. Der Entwurf

Die Kote des maximalen Stauspiegels ist durch die betrieblichen Verhältnisse meist gegeben oder nur innerhalb enger Grenzen frei wählbar. Erwünscht ist ein möglichst grosses Stauvolumen; daraus lässt sich im Einzelfall bei gegebener Topographie die Höhenlage der Beckensohle ermitteln. Von entscheidender Bedeutung für den Entwurf des Beckens ist nun die Lage der Beckensohle zu jener des Grundwasserspiegels. Die Sohle sollte wenn immer möglich höher liegen als der Grundwasserspiegel, denn nur dann kann man das Becken entleeren, ohne Gefahr zu laufen, dass die Sohle unter der Wirkung des Auftriebes gehoben wird. Eine noch so gut und sorgfältig angelegte Sohlenentwässerung bietet keine genügende Gewähr gegen diese Gefahr des Auftriebes.

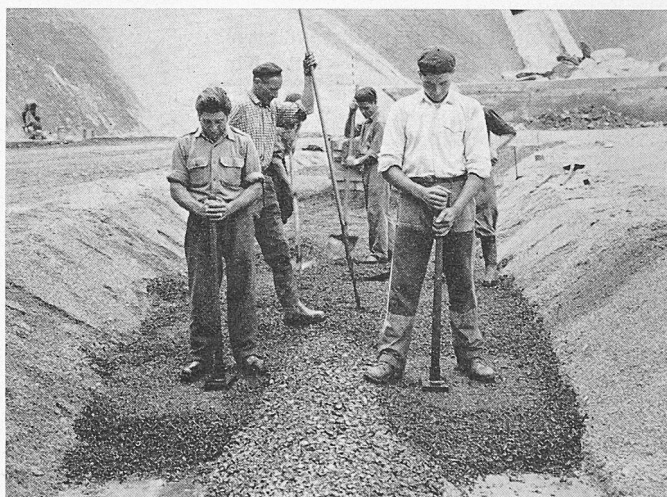


Bild 7. Becken Fionnay-Mauvoisin, Einbau von Filter und Drainage

Lässt sich die angeführte Forderung nicht restlos erfüllen, d. h. fällt auf dem ganzen oder nur auf einem Teil des Beckens der Grundwasserspiegel etwas über die Beckensohle und kann diese aus anderen Gründen nicht mehr gehoben werden, so verbleibt als einzige Notmassnahme die ständige Absenkung des Grundwassers unter das Becken durch Anordnung eines Drainagesystems ringsum entweder als durchgehende Leitung im Graben oder im Stollen oder als Einzelbrunnen, je nach den genau zu untersuchenden vorhandenen Bodendurchlässigkeiten. Auf alle Fälle entstehen daraus beträchtliche Mehrkosten.

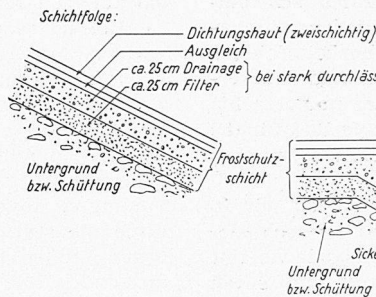
Liegt der Grundwasserspiegel noch höher, z. B. innerhalb des Bereiches der Stauspiegelschwankungen im Becken, so ist auch folgende Lösung denkbar: Bei hoch liegendem Grundwasser und tieferer Spiegellage im Becken fliesst das Grundwasser dem Becken zu, also kann auf dessen Abdichtung überhaupt verzichtet werden. Dabei sind allerdings der Filter und die Drainageschicht ganz besonders gut auszubilden und derart, dass Wasser in beiden Richtungen durch sie hindurchfliessen kann, ohne dass Ausschwemmungen auftreten können. Gleichzeitig ist die Neigung der Böschung mit Rücksicht auf den Strömungsdruck flacher zu wählen. Steigt bei kurzfristigen Spiegelschwankungen der Beckenspiegel über den Grundwasserspiegel, so tritt je nach der Durchlässigkeit des anstehenden Geländes ein mehr oder weniger bedeutender Wasserverlust ein. Es ist im Einzelfalle zu untersuchen, ob dieser Verlust tragbar erscheint. Diese Ausführung wird sich besonders für jene Fälle eignen, bei welchen das Becken nur während einer beschränkten Zeitperiode im Jahre in Betrieb ist.

5. Der Aufbau im einzelnen

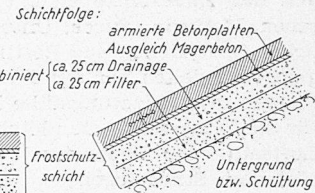
Der Baugrund wird in den wenigsten Fällen beeinflusst werden können; die Wahl der Lage des Beckens erfolgt aus Gesichtspunkten, die meist kaum gestatten, den Baugrund zu wählen. Oft kommen die Ausgleichbecken in alte Seeböden zu liegen, die teils durch Bergschuttmaterial, teils durch zugeschlepptes Geschiebe überdeckt sind.

Die erste Sorge gilt deshalb der Anordnung eines reichlich bemessenen und sorgfältig verlegten Entwässerungssystems (Bilder 1 und 2). Eine Ringleitung am Fusse der Böschung sammelt das in der Drainageschicht auftretende Wasser, ein oder mehrere Hauptstränge unterhalb der Beckensohle nehmen das Wasser der Querstränge auf und führen es der Ableitung zu, in welche ebenfalls die Ringleitung mündet. In die Leitungen sind Kontrollschächte ein-

Ausführung in Bitumen



Ausführung in Beton



Beispiel der Kornverteilung von Filter- und Drainagematerial bei gegebenem Untergrund

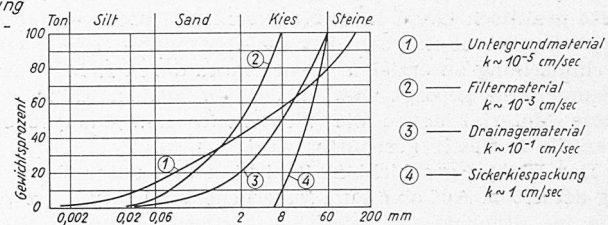
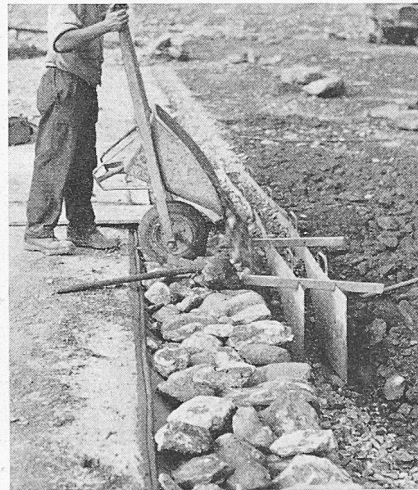
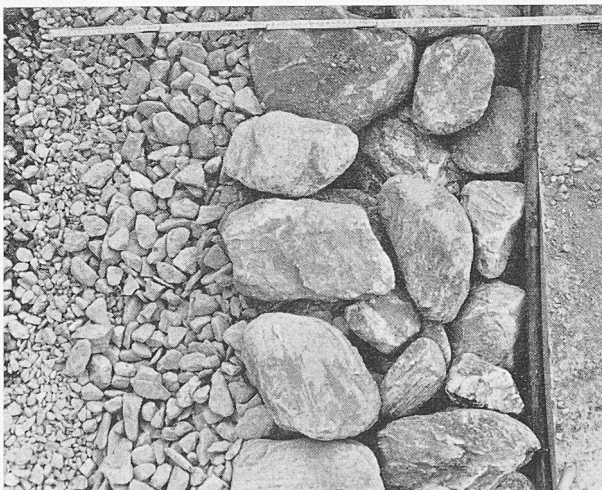


Bild 6. Generelle Schnitte zur Ausbildung der Dichtungshaut, Drainage und Filterschicht

zuschalten zur Kontrolle und Reinigung des Systems bei leerem Becken. In der Ableitung wird in einem grösseren Kontrollschacht eine Messeinrichtung (z. B. Messüberfall) erstellt, die es ermöglichen muss, die totale sekundliche Wassermenge des Systems zu messen. Bei grösseren Becken empfiehlt es sich, dafür Sorge zu tragen, dass das Abwasser der Hauptstränge und der Ringleitung getrennt gemessen werden kann. Bei stärkerem Andrang kann auch erwogen werden, durch Anordnung einer Pumpe das gefasste Wasser in das Becken zu fördern. Durch regelmässige Entnahme von Wasserproben im Kontrollschacht während des Betriebes soll auch festgestellt werden, ob Materialausschwemmungen auftreten. Tagwasser, welches oberflächlich dem Becken zufliesst, wird in Schalen gefasst und dem Becken zugeleitet. Falls der Grundwasserspiegel nahe an die Beckensohle reicht, ist der Einbau von Piezometern zu empfehlen, um den im Falle einer Entleerung möglichen Auftrieb schätzen und die richtige Arbeitsweise des Entwässerungssystems kontrollieren zu können.

Meist wird ein Becken teils in Einschnitt, teils in Aufschüttung zu liegen kommen. Die Dämme werden aus Material geschüttet werden müssen, welches in der Nähe zu finden ist, aus dem Beckenaushub selbst stammt oder auch aus Stollenausbruch. Es handelt sich meist um den Bau eines homogenen Erddammes mit wasserseitiger Oberflächendichtung; Innendichtungen werden seltener verwendet. Sämtliche Materialien, mit Ausnahme solcher mit starken organischen Beimengungen oder grosser Plastizität, können verwendet werden unter Beachtung gewisser Einbauvorschriften, die sich aus dem zur Verwendung gelangenden Material ergeben. Erwünscht sind, wie bereits erwähnt, geringe Setzungsempfindlichkeit und gute Scherfestigkeit. Von letzterer und von der Beschaffenheit des Baugrundes hängen die Böschungsneigungen ab. Günstig sind Materialien mit nicht zu geringer Durchlässigkeit und guter Frostbeständigkeit, also nichtbindige, kiesig-sandige Böden.



Bilder 8 und 9. Becken Safien-Platz, Drainage und Filterschicht beim Entwässerungssystem

Die Stabilitätsberechnung der Dämme und der Böschungen der Einschnitte erfolgt nach der bekannten schwedischen Methode durch Untersuchung verschiedener möglicher Gleitflächen und Bestimmung ihres Sicherheitsfaktors gegen Abgleiten der auf ihnen lastenden Erd- und Wassermassen. Als Belastungsfälle kommen auch hier in Betracht: für die Wasserseite die plötzliche Stauabsenkung und für die Luftseite der Bauzustand oder der Betriebszustand bei höchstem Stauspiegel.

Bei der Gewinnung des Dammmaterials treffen wir in unseren Verhältnissen oft auf Lagerungen stark verschiedener Materialien, z. B. wechsell Sand und Feinsande ab mit grobkörnigen Kiesen (Bild 3) oder gar Sand mit Silten (Bild 4). Eine eigentliche Auslese oder gar Aufbereitung dürfte praktisch kaum in Frage kommen. Durch geschickte Baggerung ist es möglich, bei der Gewinnung bereits eine Durchmischung zu erzielen; ferner muss durch richtige Anweisung dafür gesorgt werden, dass in solchen Fällen das feinere Material gegen die Wasserseite und das gröbere gegen die Luftseite geschüttet wird.

Der Einbau geschieht in Schichten und unter Verdichtung derselben. Auf eine gute künstliche Verdichtung ist vor allem im Hinblick auf möglichst geringe Setzungen Wert zu legen. Die zur Anwendung gelangenden Oberflächendichtungen sind setzungsempfindlich, und es kann insbesondere bei lokalen stärkeren Setzungen der Dämme oder des Untergrundes zu Rissen, Wasserverlusten oder gar zu Durchbrüchen kommen. Man darf sich deshalb nicht allein auf die durch das Befahren mit Fahrzeugen erzielte Verdichtung verlassen. Als Verdichtungsgeräte kommen in Betracht Pneuwalzen und Schaffusswalzen (in bindigen Böden) und die verschiedenen Vibrationswalzen. Das zu verwendende Verdichtungsgerät, die richtige Schichtstärke (0,20 bis 0,50 Meter) und die günstigste Passenzahl werden am vorteilhaftesten an Ort auf einem Versuchsfelde bestimmt (Bild 5). Die erzielte Verdichtung wird, wie üblich, geprüft durch Ermittlung des Trockenraumgewichtes nach dem bekannten Verfahren unter Zuhilfenahme eines kalibrierten Sandes (Geräte: Dezimalwaage, Trockenofen, Siebsätze, Trichter, Schutzblech, Eimer). Die Dammkrone und die luftseitige Böschung werden humusiert oder in grösseren Höhen durch Abdeckung mit groben Steinen gegen Tagwasser geschützt. Der luftseitige Dammfuss soll aus möglichst durchlässigem, grobblockigem Material bestehen. Jeder Damm ist um ein gewisses Mass zu überhöhen, das sich aus der voraussicht-

lichen Setzung des Dammes selbst und des Untergrundes abschätzen lässt.

Besonders muss noch erwähnt werden, dass kein gefrorenes Material eingebaut werden darf, dass aber auch nicht auf gefrorene Schichten geschüttet werden soll. Letztere führen gerne zu bevorzugten Durchsickerungshorizonten. Auch besteht gar keine Gewähr dafür, dass gefrorenes Material in nützlicher Frist, d. h. vor dem Aufbringen der Dichtung, aufgetaut sein wird. Taut es nachher auf, sind Setzungen unvermeidlich — ganz abgesehen davon, dass durch die stärkere Wasseranreicherung beim Auftauen an diesen Stellen lokal die Scherfestigkeit stark abgemindert wird.

Die *Durchführung von Leitungen* aus Beton durch Dämme verlangt immer besondere Aufmerksamkeit. Durch Anordnung von besonderen Schikanen rings um die Leitungen kann der Sickerweg verlängert werden. Bei ungünstigem Baugrund sind die Leitungen besonders zu fundieren, sonst werden sie sich unter dem Gewicht der Dammaufschüttung setzen und wegen ihrer Steifigkeit Risse erleiden.

Untergrund und Schüttung sind durch einen geeigneten *Filter* etwa 20 cm stark abzudecken. Er hat zu verhindern, dass durchsickerndes Wasser Feinstbestandteile ausschwemmen und sich dadurch Hohlräume mit nachfolgenden Setzungen bilden könnten. Besondere Sorgfalt verlangt der Filter unter der Beckensohle. Ist der Untergrund nicht sehr durchlässig, gehört eine Drainageschicht von etwa 0,15 bis 0,25 m Stärke über den Filter. Filter- und Drainageschicht bilden eine Einheit, einen Stufenfilter (Bild 6). Seine Kornzusammensetzung hängt ab von jener des zu schützenden Untergrundes bzw. der Anschüttung. Ganz grob kann gesagt werden, der Filter soll 100 mal durchlässiger sein als seine Unterschicht und die Drainageschicht wiederum 100 mal durchlässiger als der Filter. Genauer besehen ist aber jede Filterzusammensetzung von Fall zu Fall zu bestimmen und im Laboratorium experimentell zu prüfen. Dabei kann von den bekannten Filterkriterien ausgegangen werden, wie sie von Terzaghi, vom Bureau of Reclamation oder vom Corps of Engineers angegeben werden. In der Praxis (Bild 7) wird man sich an die von der Aufbereitung der Betonzuschlagsstoffe her vorhandenen Korngrößen halten müssen (z. B. bei kiesigem Boden in Motec Filter aus 25 % 0÷3 mm, 50 % 3÷8 mm, 25 % 8÷30 mm).

Die gelochten Drainleitungen sind durch eine Sickerkiespackung zu schützen, damit kein Material in sie hinein-



Bild 10. Ausgleichbecken Corina, Pian San Giacomo, Kraftwerk Mesocco. Anordnung der Drainageleitungen und der Kontrollschächte; getrennte Ableitung für Hang- und Sohlenentwässerung

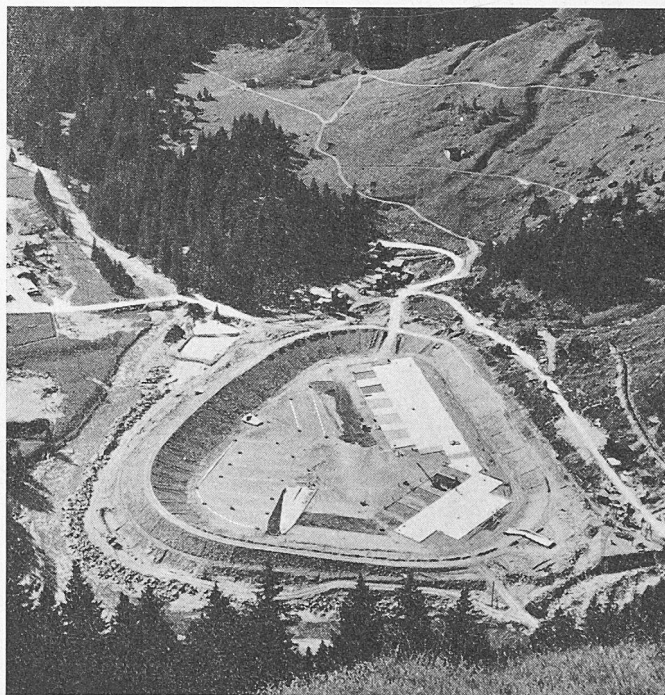


Bild 11. Gleiches Becken, Filterschicht und teilweise eingebrachte Drainageschicht; alternierendes Betonieren der einzelnen Betonplatten. — Photos: A. Rieser, Mesocco

Badenmaterial: Grobsand, $\sigma_e = 2,08 \text{ t/m}^3$, $w = 8\%$

Parameter: ϑ_s = mittlere Tagestemperatur während der Frostperiode in $^\circ\text{C}$

Frosteindringung nach 30 Tagen bei konst. ϑ_s

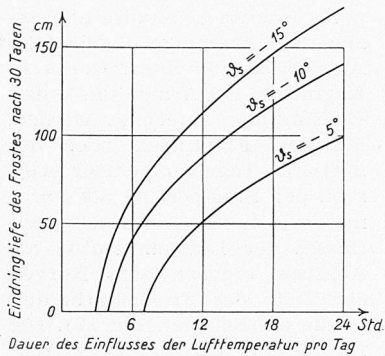


Bild 12. Berechnete Kurven der Frosteindringung beim Ausgleichbecken

geschwemmt werden kann. In den USA gilt, dass der d_{85} des die Leitung umhüllenden Materiales grösser als der zweifache Lochdurchmesser der gelochten Entwässerungsleitung sein soll (Bilder 8 und 9). Der Einbau und die Verdichtung der Drainageschicht führt, wie die verschiedenen Ausführungen zeigten, bei den angewandten wasserseitigen Neigungen von 1:1,75 bis 1:2 zu Schwierigkeiten, so dass zum Abwalzen der Böschung und zur Tränkung derselben oder zu einem Abspritzen mit Bitumen gegriffen wurde.

Die Bilder 10 und 11 zeigen ein neues Ausführungsbeispiel aus dem Misox.

6. Abdichtung

Die Abdichtung geschieht mit einer Dichtungshaut aus Bitumen in zwei Schichten von je 3÷4 cm, aufgebracht unter Zwischenschaltung einer Ausgleichsschicht oder durch Anordnung von bewehrten Betonplatten. Da darüber in den folgenden Vorträgen gesprochen wird, beschränken wir uns auf einige Bemerkungen. Grosse Beachtung verdienen die Belagsanschlüsse an Betonbauwerke und zwar bei beiden Belagsarten. Welche Belagsart zur Ausführung gelangen soll, scheint uns vornehmlich eine Kostenfrage zu sein. Technisch dürften bei gleicher Sorgfalt in der konstruktiven Ausbildung der Einzelheiten und in der Ausführung beide Lösungen gleichwertig sein.

7. Frostempfindlichkeit

Der Einbau von durch den Frost gefährdeten Böden muss unterbleiben in jenen Teilen der Aufschüttung und des Untergrundes, in welchen die Möglichkeit des Eindringens der 0° -Isotherme besteht. Schäden am Belag sind sonst unvermeidlich. Dabei halten wir uns vorläufig an das Kriterium von Casagrande, welches Böden mit mehr als 3% Feinstanteilen von unter 0,02 mm Korngrösse als frostgefährdet bezeichnet. Leider treffen wir solche Materialien in unseren Verhältnissen relativ häufig an, weshalb die Möglichkeit des Auftretens von Frosteinwirkungen bei einem Ausgleich-

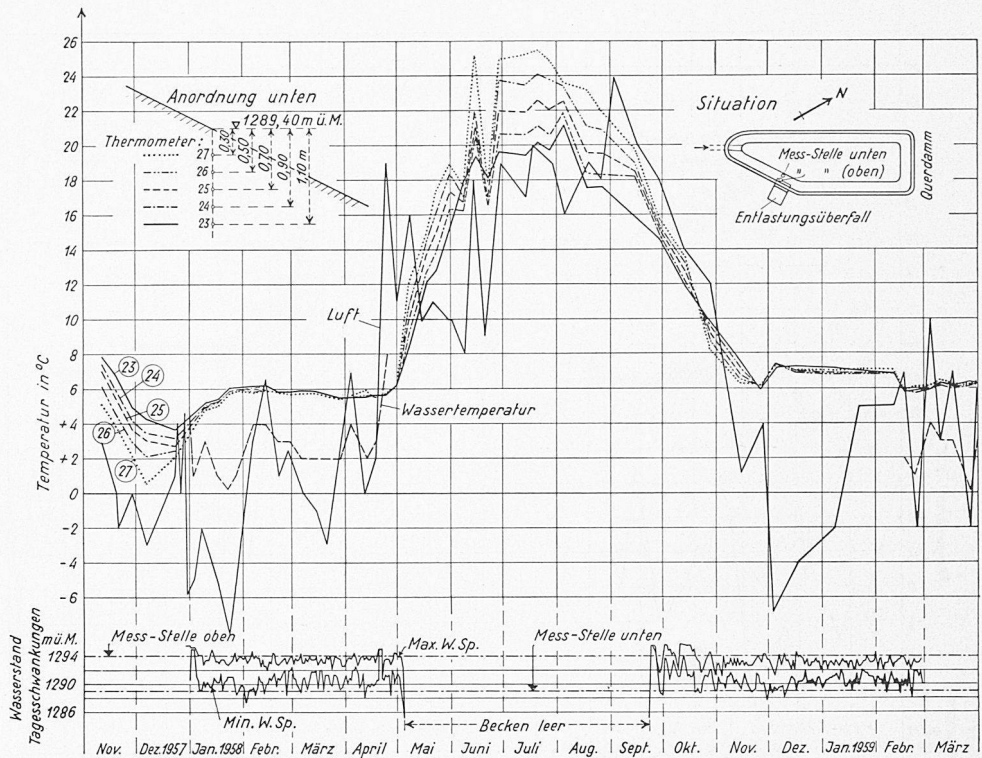


Bild 13. Becken Safien-Platz, Temperaturverlauf in der wasserseitigen Böschung, Messtelle Entlastungsüberfall unten

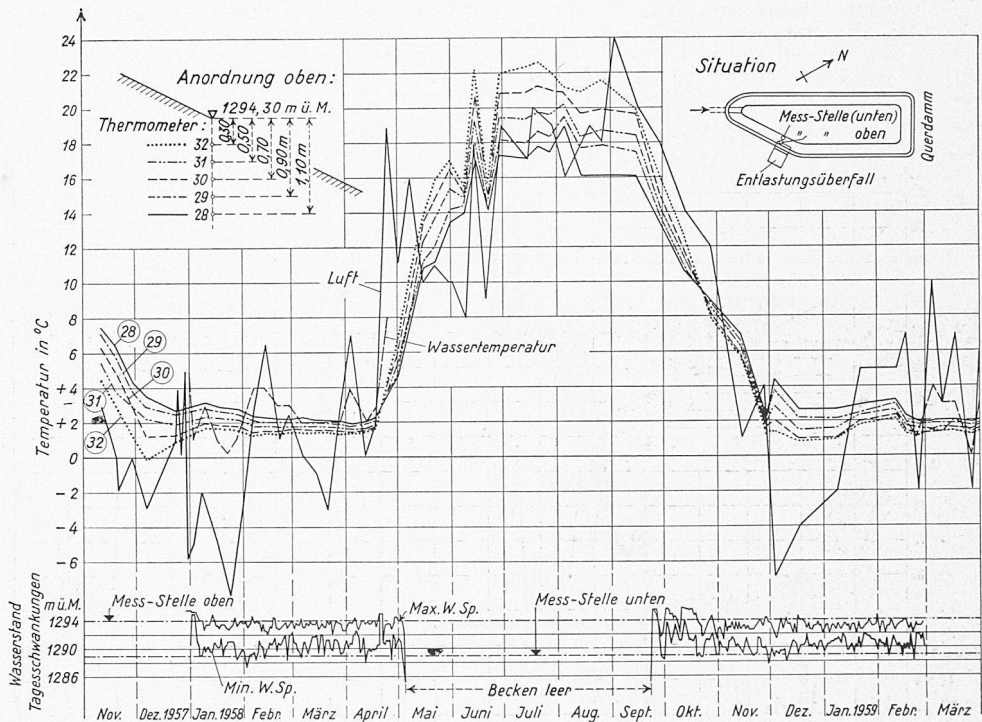


Bild 14. Becken Safien-Platz, Temperaturverlauf in der wasserseitigen Böschung, Messtelle Entlastungsüberfall oben

becken etwas näher untersucht wurde. Voraussetzung hiezu ist die Kenntnis des jährlichen Verlaufes der Lufttemperatur am betreffenden Ort, der Wassertemperatur und der Betriebsbedingungen bezüglich Stauhaltung im Becken, der Dauer der Schwankung zwischen Maximal- und Minimalstau, und vor allem eine bindende Aussage darüber, ob das Becken im Winter entleert werden wird. Ähnlich wie dies im Strassenbau bereits üblich ist, kann unter diesen Voraussetzungen und nach der Ermittlung des Frostindex

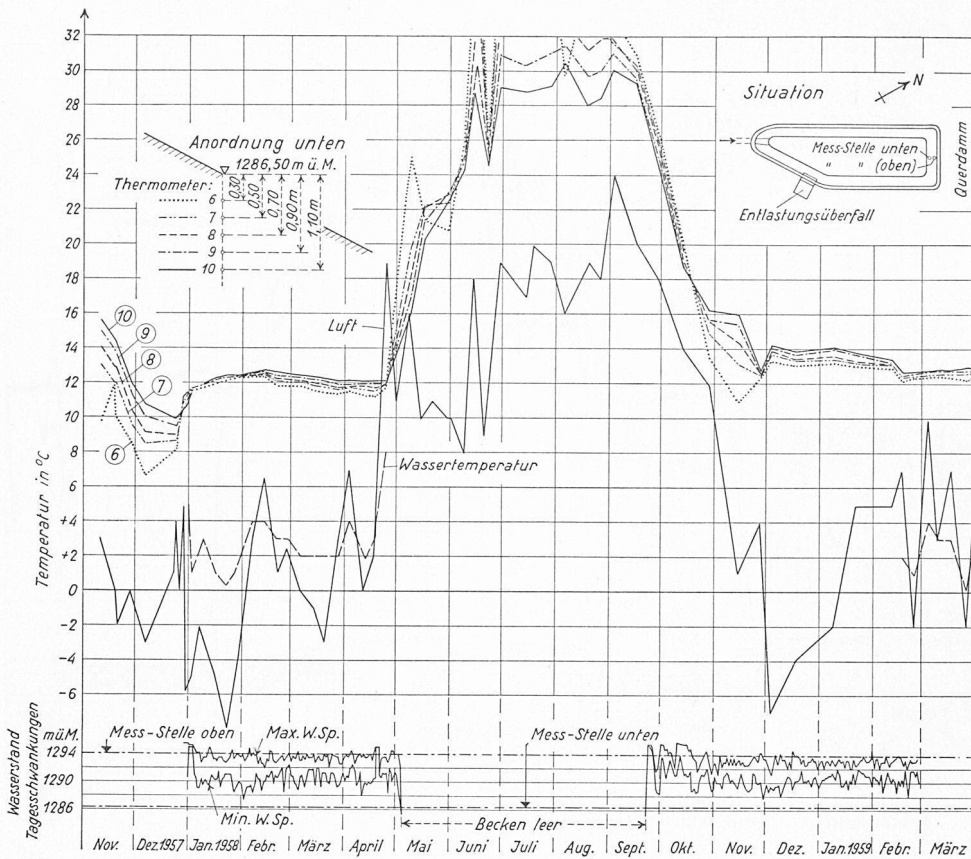


Bild 15. Becken Safien-Platz, Temperaturverlauf in der wasserseitigen Böschung, Messtelle Querdamm unten

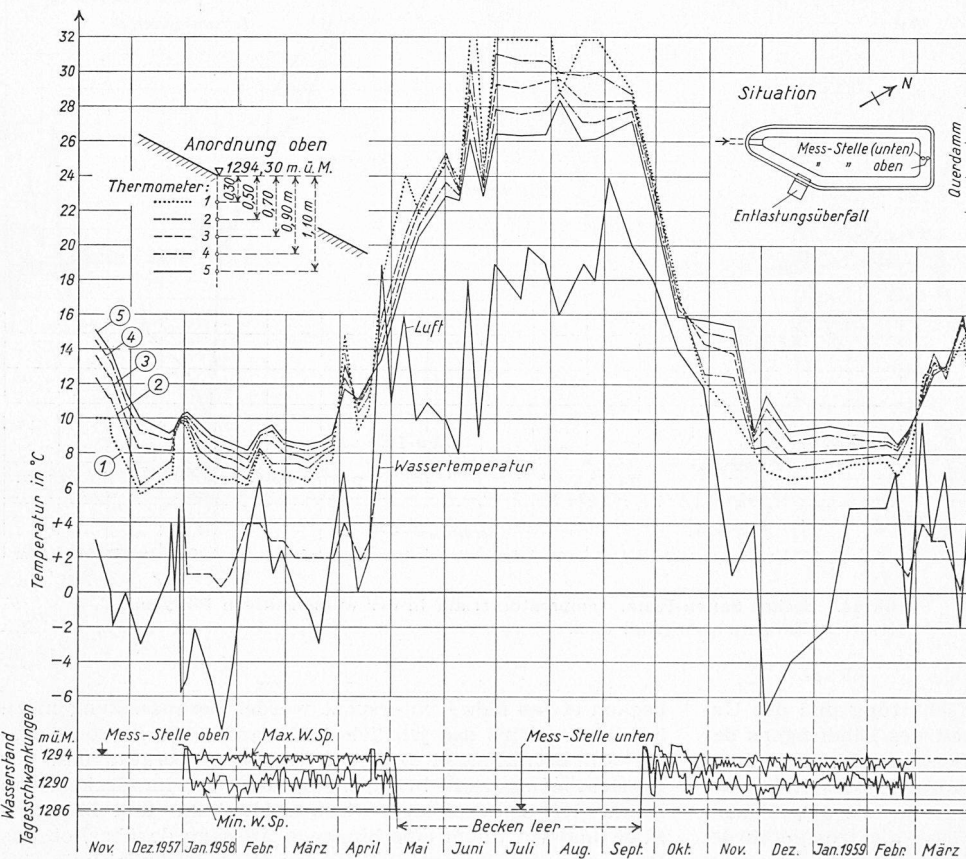


Bild 16. Becken-Safien-Platz, Temperaturverlauf in der wasserseitigen Böschung, Messtelle Querdamm oben

sowie mit einigen Annahmen bezüglich Wärme-Leitfähigkeit, Schmelzwärme und gewisser Korrekturfaktoren (nach «Frost-investigation, first interim report: Analytical studies of freezing and thawing of soils» by Aldrich and Paynter, Corps of Engineers, US Army) die Frosteindringtiefe berechnet werden. Mit dem Frostindex oder der mittleren Tagestemperatur während der Frostperiode als Parameter und der Dauer des Einflusses der Lufttemperatur als Abszisse ergeben sich Kurven der Tiefe der Frosteindringung (siehe als Beispiel Bild 12). Die für die Berechnung zu treffenden verschiedenen Annahmen haben zur Folge, dass die Resultate nur prinzipieller Natur sind und im Einzelfalle starke Abweichungen erleiden können. Vor allem ist dabei auf die Bedeutung der Sonnenexposition der betrachteten Stelle hinzuweisen sowie auf den Einfluss der Schneedecke. Es ergeben sich damit bei dem selben Becken stark verschiedene Frosteindringungstiefen. Das sicherste Verfahren, um für die zukünftigen Becken zuverlässige Unterlagen zu erhalten, ist die Durchführung von Temperaturkontrollmessungen durch Einbau von Thermometern. Die Beispiele der Bilder 13 bis 17 bzw. 18 zeigen die Anordnung und Messresultate an den Ausgleichbecken Safien-Platz des Kraftwerks Zervreila bzw. Motec der Gougra-Kraftwerke.

Die Thermometer für die Temperaturbeobachtungen sind bei beiden Becken unter der wasserseitigen Böschung verlegt, und zwar eine Messtelle 1 m unter dem maximalen Stauspiegel und eine Messtelle 1 m über der minimalen Absenkkote.

Im Becken Safien, 1295 m ü. M. (Bilder 13 bis 17), wird an einer Süd- und Westböschung je oben und unten an der Böschung, in Motec (1561 m ü. M.) an einer Ost- und Westböschung gemessen.

Während der Wintermonate 1957/58 und 1958/59 war das Becken in Safien in Betrieb, während es im Sommer nicht gefüllt wurde. Vergleicht man den Temperaturverlauf der beiden Messtellen unten, die beide, abgesehen von kurzen Unterbrüchen, ständig unter Wasser lagen, so fällt vor allem auf, dass die südexponierte Böschung um rd. 6° wärmer ist als die Westseite.

Bis auf 1,10 m unter Oberkante Böschung ist der Temperaturgradient klein; bei der Westböschung ausgesprochener als

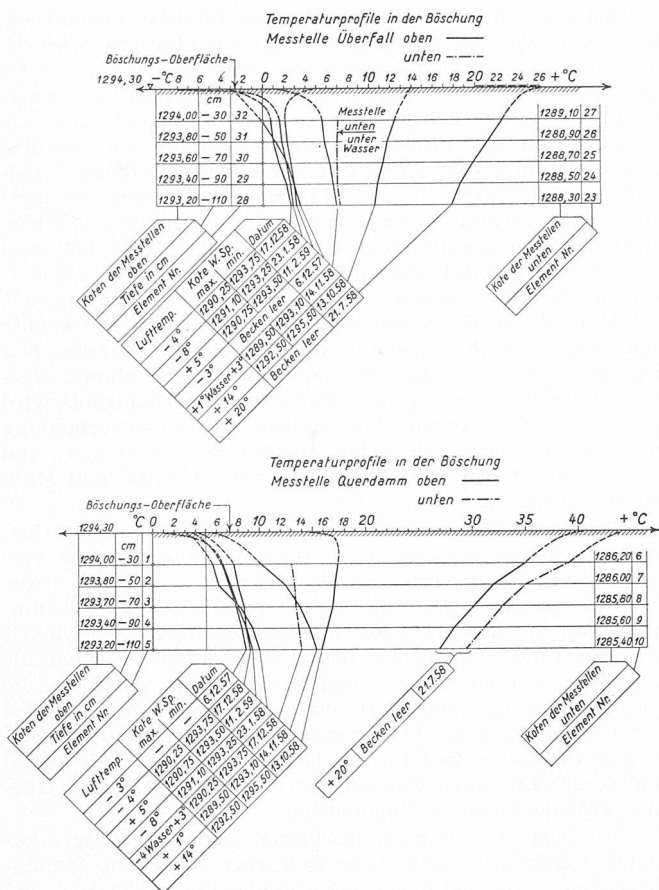


Bild 17. Becken Safien-Platz, Temperaturprofile in der Böschung

bei der Südseite. Die Wassertemperatur schwankte zwischen 3 und 5° während den Wintermonaten, war also tiefer als die 30 cm unter der Böschung am obersten Thermometer abgelesene Temperatur.

Die verhältnismässig hohen Temperaturen unter Wasser der Südseite sind auf die Erwärmung der Böschung durch die Sonne zurückzuführen, obwohl die Sonnenscheindauer nur kurz ist. Der milde Winter 1958/59 kommt auch in der etwas höheren Böschungstemperatur — gegenüber dem Winter 1957/58 — zum Ausdruck.

Die beiden oberen Messtellen lagen praktisch beide Winter über dem Wasserspiegel. Was vor allem auffällt, sind die durchwegs positiven Temperaturen. Einzig im Dezember 1957 zeigte das oberste, 30 cm unter O. K. Böschung liegende Element —0,1° an. Auch hier ist die Westböschung im Mittel um 5° kälter als die Südböschung. Der Temperaturgradient zwischen dem obersten Element auf 30 cm und dem untersten auf —1,10 m ist hier ausgeprägter.

Beide Böschungen lagen unter einer Schneeschicht, was die positiven Temperaturen erklärt. Die Lufttemperaturen variierten zwischen —8 und +7° C im Winter 1957/58 und zwischen —7 und +5° im Winter 1958/59, wobei dies jeweils die Lufttemperaturen zur Zeit der Ablesung der Böschungstemperaturen sind.

Die im Sommer gemessenen Temperaturen erreichten Maximalwerte in 30 cm unter dem Belag von 39,1° auf der Südböschung und 25,5° auf der Westböschung. Der Belag selber dürfte noch wesentlich höhere Temperaturen aufweisen.

Vom Becken in Motec (Bild 18) liegen erst die Beobachtungen des

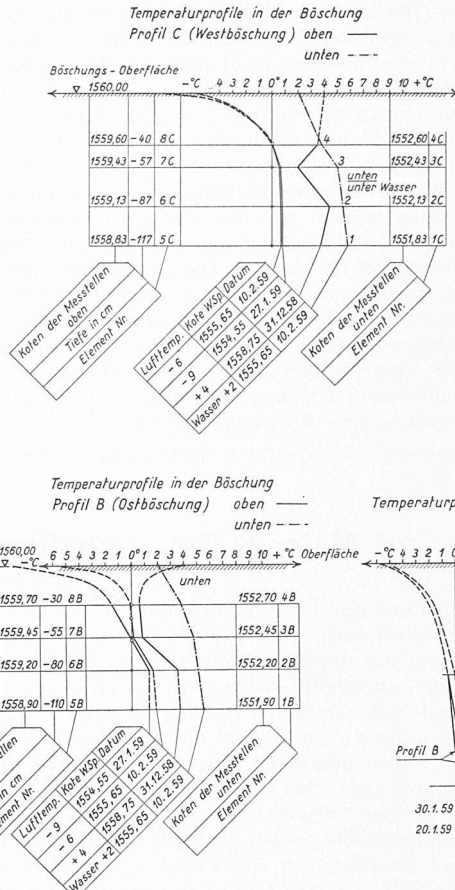


Bild 18. Becken Motec, Temperaturprofile in der Böschung

Winters 1958/59 vor. Die im Wasser liegenden Messtellen zeigen einen gleichmässigen Temperaturverlauf zwischen +4 und 6° an, bei einer Wassertemperatur von rd. 2°. Die oben liegenden Messtellen, die ebenfalls über dem Wasserspiegel lagen, zeigen, im Gegensatz zum Ausgleichbecken Safien, das Eindringen der 0°-Isotherme bis auf eine Tiefe von —60 cm an der Ost- und —40 cm an der Westböschung an. Auf der Krone verläuft die 0°-Isotherme zwischen —1,30 Meter und —1,70 m auf der Ost- und in rd. —0,90 m Tiefe auf der Westseite, die am Berg anliegt.

8. Kontrollen

Einige der wichtigsten durchzuführenden Kontrollen während des Baues und der vorzusehenden Messungen nach

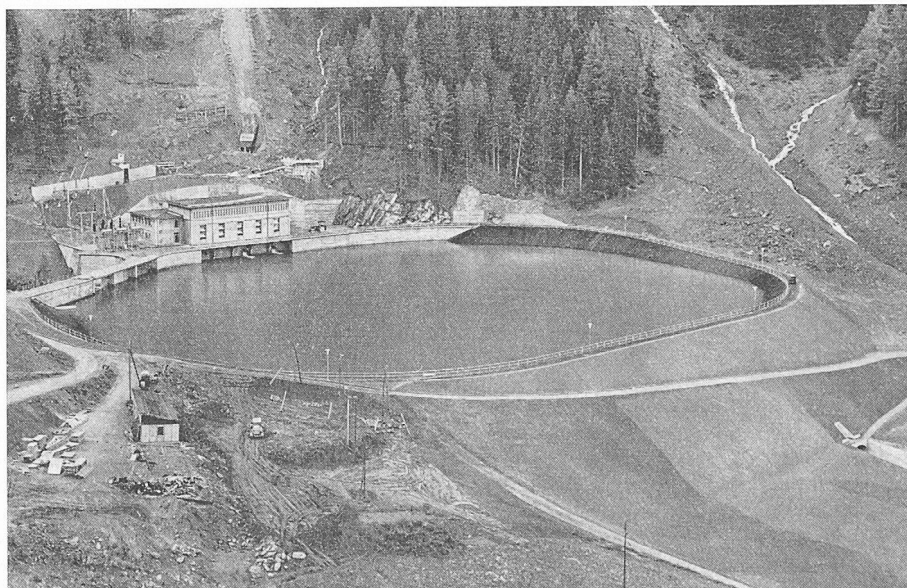


Bild 19. Ausgleichbecken Liddes (Pallazuit) der Forces Motrices du Grand St-Bernard

dem Bau des Beckens wurden bereits erwähnt: Raumgewichtsbestimmungen des Dammaterials, Einbau von Piezometern und Thermometern, Kontrolle des Wasserdurchflusses im Entwässerungssystem und eventuell der Verluste. Die Setzungsvorgänge an den Dämmen sollten durch eingebaute Setzungspegel oder zum mindesten durch wiederholte Nivellements ständig verfolgt werden.

Zum Schlusse möge der Vollständigkeit wegen noch auf einen Punkt hingewiesen werden, der beim Entwurf eines Ausgleichbeckens mitberücksichtigt werden muss. Das Wasser unserer Gebirgsbäche enthält bedeutende Mengen mitgeführter Feinbestandteile, die sich im Becken ablagern. Die ordnungsmässige *Spülung* oder Reinigung desselben ist eine Forderung, deren Nichtbeachtung unangenehme Betriebsstörungen zur Folge haben kann. Doch ist hier nicht der Ort, die verschiedenen Spülmöglichkeiten und die dabei auftretenden hydraulischen Vorgänge zu erörtern.

Adresse des Verfassers: Prof. G. Schnitter, Gloriosastr. 39, Zürich 6.

50 Jahre Carl Maier & Cie., Schaffhausen

DK 061.5:621.3

Als Carl Maier am 1. November 1909 in seiner elektromechanischen Werkstatt die Fabrikation von Oelschaltkasten aufnahm, lag der Schaltapparatebau in der Schweiz noch in seinen Anfängen, während Generatoren, Transformatoren und Motoren schon damals höheren Ansprüchen genügten. Wenn die Anzahl der an die schweizerischen Elektrizitätswerke angeschlossenen Motoren im Jahre 1909 ungefähr 30 000 und 1958 über 1,1 Millionen betrug, so zeigen diese Zahlen, welche Entwicklung in den letzten 50 Jahren in der Verwendung elektrischer Energie eingetreten ist.

Seit ihrem Bestehen ist die Firma Carl Maier & Cie., kurz CMC genannt, dem Bau von Schaltapparaten und zugehörigen Anlagen treu geblieben, und sie hat bis heute wesentlich zur Entwicklung auf diesem Gebiet beigetragen. Einen ersten Aufschwung erlebte das Unternehmen mit dem Beginn der Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen. 1914 wurde der erste Oelschalter für 85 kV an der Landesausstellung in Bern gezeigt und 1915 die erste Kommandoraumanlage für das Kraftwerk Massaboden im Wallis gebaut. In den zwanziger Jahren folgten die Oelschalter für 150 kV und die Kommandoraumausrüstungen für die Kraftwerke Ritom, Amsteg und Vernayaz sowie die Unterwerke Emmenbrücke, Zürich-Seebach, Sargans und Biel der SBB. Im Lauf der Jahre wurden bis heute viele Kraftwerke und Unterstationen im In- und Ausland mit CMC-Kommandoraumanlagen ausgerüstet; so in neuester Zeit u. a. die Zentralen Rothenbrunnen der Zervreila-Kraftwerke und Biasca der Blenio-Kraftwerke in der Schweiz und die Ringsend Generating Station in Dublin, das grösste Kraftwerk in Irland. Zur Zeit befinden sich die Kommandoraumanlagen für die Grosskraftwerke Göschenen und Soazza in Fabrikation.

Ein weiteres Sondergebiet sind die Hochspannungstrennschalter, von denen die ersten Lieferungen in den zwanziger Jahren erfolgten. Heute werden diese Trenner für Spannungen bis 380 kV in den Ausführungen als Drehtrenner und Scheren- oder Pantographentrenner gebaut und sind in der ganzen Schweiz in den ausgedehnten Freiluftanlagen grosser Kraftwerke und Hochspannungsverteilstationen im Betrieb.

Neben diesen Zweigen nahmen vor allem die Niederspannungs-Schaltapparate seit jeher einen wichtigen Platz im Fabrikationsprogramm ein. Konstruktion, Fabrikationsmethoden und Lieferungsumfang der Apparate haben in diesen 50 Jahren eine gewaltige Entwicklung durchgemacht. Die ersten Konstruktionen waren auf eine Erzeugung in kleinen Serien (50 bis 100 Stück) ausgerichtet. Es lohnte sich bei diesen kleinen Stückzahlen nicht, alle Einzelteile maschinell herzustellen; die Handarbeit hatte weitgehenden Anteil. Der Bedarf an Motorschutzschaltern nahm in den vierziger Jahren stark zu. Diese Steigerung war einmal auf die einsetzende Hochkonjunktur, zusätzlich aber auch auf die Tendenz zurückzuführen, Transmissionsantriebe in Fabriken und

Werkstätten mehr und mehr auf Einzelantriebe umzustellen. Dazu kam die Bestimmung der Hausinstallationsvorschriften, nach welcher alle Motoren mit einer Leistung von 1 PS und mehr mit Motorschutzschaltern zu schützen sind, sowie die in den letzten Jahren zunehmende Automatisierung. Die Konstruktion der neuen Motorschutzschalter und Schütze wurde diesem grösseren Bedarf angepasst. Die früher handbearbeiteten Einzelteile sind Stanzteilen gewichen, die keramischen Isoliermaterialien durch im Unternehmen selbst hergestellte Kunstpressstoffteile ersetzt worden. 1950 hat man die erste 25 Tonnen-Pressen aufgestellt, heute stehen 16 Kunststoffpressen für Pressdrücke von 25 bis 150 t im Betrieb. Die Montagezeit des Motorschutzschalters Typ Tp 15 konnte dank der Schachtelungsbauweise und der in neuester Zeit eingerichteten Fliessbandmontage auf ein Minimum verringert werden. Der Schalt- und Auslösemechanismus wird aus seinen Einzelteilen ohne jegliche Schraubenverbindung zusammengesetzt. Der hohe Einsatz an Maschinen- und Werkzeugkosten wird durch die kürzere Arbeits- und Montagezeit mehr als kompensiert.

Die Firma baut ihre Schütze für alle Nennstromstärken von 6 bis 200 A und liefert sie als Einzelapparate oder eingebaut in Steuerausrüstungen für Werkzeugmaschinen, Pressen usw. Solche elektrische Steuerungen werden in Zusammenarbeit mit den betreffenden Maschinenfirmen entwickelt und mit allen Apparaten und Instrumenten versehen als komplette elektrische Ausrüstung abgeliefert. Auch für die Automatisierung ganzer Produktions- und Förderanlagen hat CMC elektrische Steuerungen ausgearbeitet und geliefert, so in neuerer Zeit für den Getreide-Silo der SBB in Wil und ferner für einen grossen Getreide-Silo mit Schiffslade- und Entladeanlage in Südamerika.

Die CMC-Leitungsschutzschalter und Sicherungsautomaten haben sich dank ihrer vielfachen Verwendungsmöglichkeiten — sie sind Sicherung und Schalter zugleich — und dank ihrer Qualität einen wichtigen Platz in den elektrischen Installationen von Grossbauten, Betrieben und Wohnhäusern geschaffen. Die Kleinautomaten Typ JL werden in besonderer Ausführung als Tramautomaten in Hunderten von Strassenbahnwagen und Trolleybussen in vielen Städten der Schweiz und Europas mit bestem Erfolg verwendet.

Das Programm der Niederspannungsapparate wird abgerundet durch die Taster als Steuerelemente für die Schütze, die Reihen- und Prüfklemmen und die Industriestecker von 25 bis 125 A. Ein spezielles Gebiet, dem immer mehr Bedeutung zukommt, sind die Steuerapparate und Schaltbatterien explosions sicherer Ausführung zum Schutze von Personal und Einrichtungen in chemischen Fabriken und unterirdischen militärischen Anlagen.

Neben den Schaltapparaten war es naheliegend, auch den Bau industrieller Verteilanlagen in das Fabrikationsprogramm aufzunehmen. Im Jahre 1926 baute CMC als erste Firma in der Schweiz die ersten Verteilkasten.

CMC hat in der Nachkriegszeit einen anhaltend steilen Aufstieg erlebt. In den letzten 12 Jahren hat sich der jährliche Faktorenausgang verfünffacht. In der gleichen Zeit erhöhte sich die Belegschaft von 275 auf rd. 700 (200 Angestellte und 500 Arbeiter und Arbeiterinnen). Frauen werden in den Werkstätten seit 1941 vor allem für die Montage von Kleinapparaten mit gutem Erfolg beschäftigt.

In baulicher Hinsicht hat man die Werkstattgebäude 1946 aufgestockt und 1952/53 einen grossen Neubau erstellt, in dem neue Fabrikationsräume und Platz für die Konstruktionsabteilung geschaffen werden konnten. Das neue Verwaltungsgebäude, das sämtliche Büros zusammenfasst und die Ebnat-Terrasse den Werkstätten freigeben wird, konnte zum Teil bereits bezogen werden.

Die sozialen Einrichtungen sind heute ähnlich denjenigen von Grossbetrieben der schweizerischen Maschinenindustrie ausgebaut. Der Pensionsfonds für Angestellte wurde 1949 in die Angestellten-Pensionskasse umgewandelt und aus dem Alters- und Fürsorgefonds für Arbeiter wurde 1954 die Arbeiter-Pensionskasse.

1923 wurde die Einzelfirma Carl Maier in die Kollektivgesellschaft Carl Maier & Cie. umgewandelt, wobei Ernst

Fortsetzung Seite 733

Hauser (1880 bis 1950), der sich bereits im Schalttafelbau grosse Verdienste erworben hatte, als Teilhaber eingetragen wurde. Nach dem Tode des Gründers, Carl Maier (1877 bis 1952), wurde den beiden Söhnen, Paul und Ernst, beide dipl. Elektroingenieure S. I. A. und G. E. P., die grosse Aufgabe übertragen, das Werk des Vaters weiterzuführen. Der Betrieb hat den Charakter eines reinen Familienunternehmens beibehalten, in welchem Paul Maier als unbeschränkt haftender Gesellschafter nach dem Vorbild seines Vaters mit grosser Initiative und Arbeitskraft die Führung übernommen hat. Der Familiengesellschaft sind zwar insbesondere in finanzieller Hinsicht gewisse Grenzen gesetzt. Ihre grossen Vorteile liegen jedoch in der Beweglichkeit der Führung, in der Fähigkeit, rasch Entschlüsse fassen zu können, sowie in der Tatsache, dass Firmainhaber und Arbeitnehmer zusammen ein Team bilden, sich gegenseitig Achtung und Vertrauen entgegenbringen, sich verstehen oder Missverständnisse besprechen und so jene Atmosphäre schaffen, in der allein erspriessliche Arbeit geleistet werden kann.

Nekrologe

† **Paul Wachter**, dipl. Arch. S.I.A., in Meilen (Zürich), war am 23. August 1894 in St. Gallen geboren worden. Nach einer frohen, gesegneten Kindheit im Kreise seiner fünf Geschwister, unter Führung seiner glaubensstarken Eltern, durchlief er die Primar- und Kantonsschule. Während der Maturitäts- und Studienjahre erlebte er erstmals eine harte Zeit im Ersten Weltkrieg: neben den Verpflichtungen des Aktivdienstes galt es durchzuhalten an der ETH, wo er im Herbst 1920 das Diplom als Architekt erwarb. Damit war die Hoffnung seines Vaters, selbst Architekt, und sein eigener Lebenswunsch erfüllt.

Im Wiederaufbau nach dem Ersten Weltkrieg, in Belfort, Altkirch und Haguenau im Elsass, fand er seine ersten Arbeitsgebiete. Nach seiner Verheiratung zog er 1925 mit seiner Familie nach Basel in einen neuen Wirkungskreis. Später siedelte er um an den Zürichsee, zuerst nach Erlenbach, dann 1930 nach Meilen. In den dreissiger Jahren bekam er die Arbeitskrisenzeit zu spüren, doch allmählich schaffte sich Paul Wachter in seinem Berufe vorwärts, und es war ihm vergönnt, im Frühling 1938 sein Wohnhaus zu beziehen und es später zu erwerben.

Ausser Wohnhäusern im Ausland und in der Schweiz übernahm er die Ausführung des Postgebäudes mit Telefonzentrale in seiner Wohngemeinde. Seit 1947 amtierte er als Kreisschätzer des Bezirkes Meilen, eine Aufgabe, die ihm viel Freude bereitete. Er war noch voller Pläne und hoffte, seiner beruflichen Arbeit noch lange nachgehen zu können. Nun hat aber der Tod ihm alle Arbeit aus den Händen genommen. Auf dem Heimweg aus den Ferien, von welchen er gestärkt wieder ans Werk gehen wollte, erlag er, für ihn selbst und für seine Familie ganz unerwartet, am 12. August in S'chanf (Engadin) einer Herzkrise.

† **Gustav Mathys**, dipl. Ing., G. E. P., von La Chaux-de-Fonds, wurde daselbst am 8. April 1883 als ältester Sohn des Direktors der städtischen Industriellen Betriebe geboren und hat dort die Schulen besucht bis zur Maturität am Gymnasium, das er 1902 mit dem Eidg. Polytechnikum vertauschte, wo er 1905 das Diplom erwarb. Es folgte die erste Praxis in der Gutehoffnungshütte Sterkrade, hierauf eine Tätigkeit bei Motor-AG. in Baden und 1908 bis 1919 bei Dyckerhoff und Widmann K.-G. Da war er zuerst Bauführer auf Grossbaustellen, anschliessend Ingenieur und dann Oberingenieur für Tiefbau (Ausführung grosser Bauvorhaben in Deutschland und Oesterreich, Hafengebäuden in Polen, Ungarn und Litauen). Das Kriegsende brachte seine Rückkehr in die Schweiz und den Eintritt bei den SBB, wo er das erste Projekt für das Kraftwerk Ruppertswil bearbeitete.

Von 1920 bis 1925 war Gustav Mathys in der Firma Conrad Zschokke AG., Genf, Oberingenieur und Prokurist (Ausarbeitung verschiedener Projekte, insbesondere das mit dem ersten Preis ausgezeichnete Projekt für den Hafen Algier; Oberaufsicht über Grossbaustellen in Frankreich und

Nordafrika, Einführung in Marokko der EGTH, Entreprises de Grands Travaux Hydrauliques, einer Gründung der S. A. Zschokke; in Frankreich Hafengebäuden in Marseille und in Caen, Elektrifizierung von Staatsbahnen usw.). Weil die häufigen Auslandsaufenthalte nicht mehr zu vereinbaren waren mit der Erziehung seiner fünf Kinder, ging Mathys 1925 zur Firma Losinger AG. als Filialleiter in Zürich (Ausführung verschiedener Bauvorhaben, insbesondere Chantarella-Corviglia-Bahn).

Seine endgültige Stellung fand der Heimgegangene 1929 bei der Société Suisse d'Electricité et de Traction (Suisselectra) in Basel. Als Chef der Tiefbauabteilung und Prokurist hatte er wesentlichen Anteil an der beachtenswerten Entwicklung dieser Gesellschaft. Er wirkte bei der Projektierung und Bauleitung von Wasserkraftanlagen, anfänglich auch im Ausland (Jugoslawien), nachher ausschliesslich im Inland: Projekt und Oberbauleitung der Kraftwerke Orsières der Ciba und Le Châtelot (Zentrale und Hälfte Druckstollen). Die Krönung seiner Tätigkeit bei der Suisselectra bildeten Projekt und Oberbauleitung der Kraftwerke an der Lienne, die auf seine persönliche Initiative zurückgehen und für deren Realisierung er seit dem Jahre 1943 eintrat. Seine letzte Arbeit war das Projekt für das Kraftwerk Entremont der Société des Forces Motrices du Grand St-Bernard. 1957 trat er in den Ruhestand, am 16. Juni 1959 ist er gestorben.



G. MATHYS

Dipl. Ing.

1883

1959

G. Mathys, Ingénieur extraordinaire, n'a pas cédé devant aucune difficulté. C'était un grand chef. La mort seule a pu le vaincre et encore là, nous le suivrons.

En 1921 Casablanca l'a vu débarquer. Les travaux de terrassement du premier tronçon de la voie normale de Casablanca à Rabat d'environ 100 km étaient terminés, mais il manquait la traversée de quatre Oueds par de grands viaducs fondés à l'air comprimé, ceci dans des conditions très difficiles. C'était un point d'attaque pour Mathys et il a emporté l'adjudication pour le compte des EGTH. Malgré les prix bas et les grandes profondeurs de fondation, qui atteignaient 30 m sous la vase et l'eau, les résultats de ses efforts étaient triomphants. Son travail de pionnier au Maroc a été suivi par un développement considérable des EGTH dans ce pays neuf. Secondé par une vingtaine d'Ingénieurs, dont beaucoup de Suisses, on a exécuté neuf lots de chemins de fer à voie normale, les deux premiers barrages du Maroc, des travaux de port, irrigations, routes etc., formant la masse de l'aménagement technique de ce pays nouveau sous l'égide de la France.

La perte de son frère cadet, conducteur des travaux, mort en portant secours à un ami en danger qu'il a sauvé, n'a pas porté défaillance à l'énergie indomptable de Gustave Mathys. Nous sommes bien attristés par son décès, mais la mort ne peut pas tout prendre; les traces qu'il a laissées par terre restent — notre admiration et amitié pour ce grand Ingénieur du Poly également.

F. J. Becker, Ing. civ., Rabat, Maroc

† **Walter Dietrich**, dipl. Masch.-Ing., S. I. A., geboren am 30. Dez. 1883 in Münsingen, besuchte die Schulen in Bern und studierte am Kantonalen Technikum in Burgdorf und am Eidg. Polytechnikum in Zürich, wo er 1907 das Diplom erwarb. Nach zwei Jahren Assistentenzeit bei Professor Prašil und nach Aufhalten in Ingenieur-Bureaux in Paris und in der Schweiz wirkte er am Kantonalen Technikum Burgdorf von 1911 bis 1919 als Lehrer. Alsdann folgte eine mehrjährige Tätigkeit bei den Bernischen Kraftwerken; 1927