

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 105/106 (1935)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Die Sernf-Niederenbach-Kraftwerke  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-47478>

### **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:** 27.01.2026

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

INHALT: Die Sernf-Niedererbach-Kraftwerke. — Die Werkzeugmaschinen an der Schweizer Mustermesse 1935 in Basel. — Wettbewerb für Saal- und Schulhausbauten in Zofingen. — Nekrologe: Hans Meier. — Mitteilungen: 60 000 kW-Dampfturbine des Kraftwerkes Schelle. XIII. Internationaler Architektenkongress in Rom.

III. Internat. Schientagung in Budapest. Der III. Belgische Strassenkongress. Der Schweiz. Verein von Gas- und Wasserfachmännern. Der Schweiz. Elektrotechnische Verein. — Literatur: Eingegangene Werke. — Mitteilungen der Vereine: Schweizer Ingenieur- und Architekten-Verein.

## Band 106

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich.  
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

## Nr. 8



Abb. 23. Das Staubecken „Garichte“, im Hintergrund „Matt“.



Abb. 24. Das gefüllte Staubecken Garichte aus Norden.

## Die Sernf-Niedererbach-Kraftwerke.

Fortsetzung von Seite 18.

### DAS KRAFTWERK AM NIEDERENBACH.

Das Kraftwerk am Niedererbach nutzt die Möglichkeit aus, auf einer Höhe von 1600 bis 1700 m ü. M. Stauweiheranlagen zu erstellen, um als Hochdruckakkumulieranlage mit rd. 1090 m Bruttogefälle zur Ergänzung des Sernfwerkes verwendet zu werden. Für die Stauweiheranlagen kamen die beiden Talmulden „Garichte“ und „Matt“, mit einem nutzbaren Stauraum von zusammen rd. 8 Mill. m<sup>3</sup> in Frage (Abb. 2, 22 bis 24). Beide Becken liegen vollständig in Verrucano; ihre Eignung in geologischer Beziehung ist von den Geologen Dr. J. Oberholzer in Glarus und Prof. Dr. H. Schardt (†) in Zürich günstig begutachtet worden.

Das Einzugsgebiet der beiden Staubecken beträgt rd. 7,8 km<sup>2</sup>, sodass bei einem mittleren Jahresabfluss von etwa 50 l/sec/km<sup>2</sup> eine mittlere Jahresabflussmenge von 12 Mill. m<sup>3</sup> zur Verfügung steht. Bei minimalem Abfluss von nur 35 l/sec/km<sup>2</sup> (1921) kann noch mit einer Jahresabflussmenge von rd. 8,6 Mill. m<sup>3</sup> gerechnet werden. Die Bemessung des nutzbaren Stauraums erfolgte nicht nach topographisch und hydrologisch möglichem Maximum, sondern hinsichtlich grösster Wirtschaftlichkeit.

### STAUANLAGEN AUF GARICHTE.

Für den ersten Ausbau wurde nur die Erstellung des Staubeckens „Garichte“ in Aussicht genommen, mit dem normalen Stauspiegel auf Kote 1623,0 und einem nutzbaren Stauraum von rd. 3 Mill. m<sup>3</sup>. Die Seeoberfläche beträgt 157 000 m<sup>2</sup>, die normale Absenkung 23,5 m. Im Oktober bis November wird der Stauspiegel zum Ausgleich des Verlustes an nutzbarem Stauraum durch die Eisbildung vorübergehend um 0,75 m über den normalen Sommerwasserstand angestaut.

Durch die topographischen Verhältnisse der Talmulde „Garichte“ wurden für den vorgesehenen Stauspiegel zwei getrennte *Staumauern* notwendig; die Hauptstauwand am nördlichen Talausgang mit einer Höhe von 42 m über Fundamentsohle bei 229,3 m Länge und die seitliche Stauwand, zur Erhöhung des Felsriegels zwischen Garichte und Mettmern, mit einer grössten Höhe von 18,25 m und einer Länge von 254,2 m. Beide sind als geradlinige Gewichtsmauern aus Beton mit Steineinlagen und beidseitiger Verkleidung mit Bruchsteinmauerwerk ausgeführt worden. Die Hauptstauwand enthält insgesamt 42 750 m<sup>3</sup>, die Nebendammwand 12 725 m<sup>3</sup> Mauerwerk (Abb. 25 bis 27).

Für die statische Berechnung wurde ein mittleres spezifisches Gewicht aus Beton P. 200, den Blockeinlagen und dem Verkleidungsmauerwerk von 2,40 zu Grund gelegt; der Wasserspiegel wurde für die Berechnung auf der Höhe der Mauerkrone angenommen, und der Unterdruck wurde auf der Wasserseite mit  $\frac{2}{3} h$  berücksichtigt ( $h$  = Wassertiefe), auf der Luftseite mit Null. Gestützt hierauf ergaben sich für die Hauptwand max. Druckspannungen von rd. 9,0 kg/cm<sup>2</sup>, Schubspannungen von etwa 4,5 kg/cm<sup>2</sup> und Bodenpressungen von rd. 7,5 kg/cm<sup>2</sup>. Für die Nebendammwand betragen die betr. Spannungen 5,0, 2,5 und 4,0 kg/cm<sup>2</sup>. Um alle Neben-

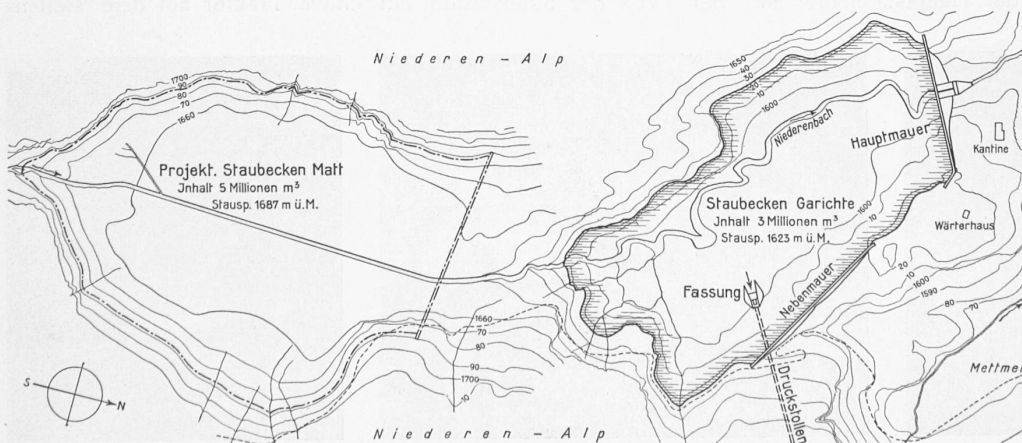


Abb. 22. Die Staubecken Garichte und Matt des Niedererbach-Kraftwerks. — Masstab 1 : 10 000.

## KRAFTWERK NIEDERENBACH

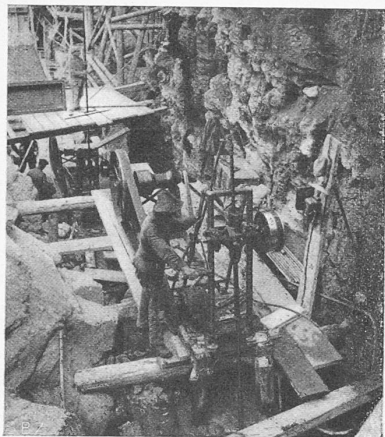


Abb. 32. Bohren von Injektionslöchern.

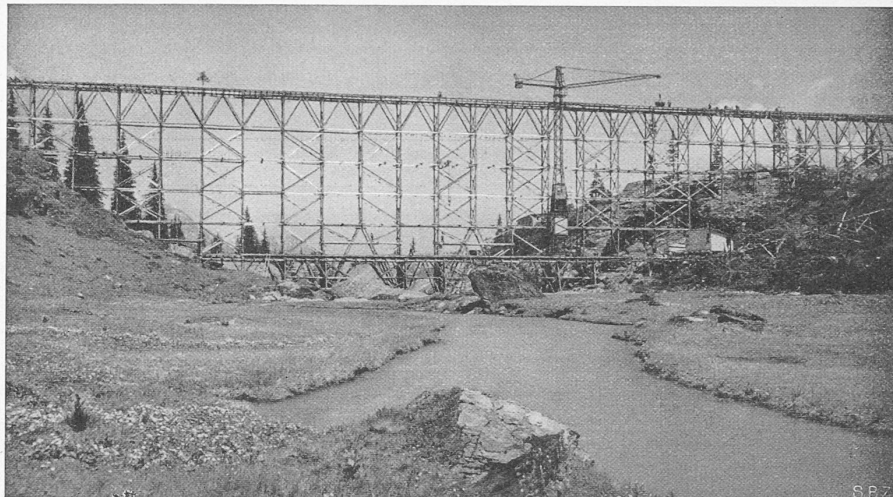


Abb. 31. Das Gerüst für den Bau der Hauptstaumauer Garichte, Blick talwärts.

spannungen, verursacht durch Schwinden des Betons und durch Temperatureinflüsse nach Möglichkeit auszuschalten, wurden beide Staumauern durch Trennfugen je nach der Mauerhöhe in einzelne Blöcke von 15 bis 20 m Breite unterteilt; diese Trennfugen sind nach Vollendung der Bauten auf der Wasserseite durch sechskantige Betonpfropfen mit P. 300 geschlossen worden (Abb. 25).

Beide Mauern konnten in mässiger Tiefe auf anstehenden Verrucano fundiert werden. Zur bessern Verbindung des Mauerwerkes mit dem Untergrund sowohl, als auch zur Abdichtung der Fundamentfläche wurden auf der Luft- und Wasserseite sporenartige Vertiefungen angeordnet. Zudem wurde die sauber gewaschene Fundamentfläche mit Zementmörtel übergossen, der Untergrund durch Tiefbohrungen mit Zementinjektionen gedichtet und überdies die Fundamentfläche mit sekundären Mörtelinjektionen abgedichtet. Die Krone beider Mauern liegt 1,75 m über dem normalen Sommerwasserstand, bezw. 1,00 m über dem höchst möglichen Wasserstand. Die Kronenbreite der Hauptmauer beträgt 3,00 m, die der Nebenmauer 2,00 m.

Bei der Hauptstaumauer sind in verschiedener Höhenlage zwei Begehungsstollen angeordnet; die Zugänge zum untern Begehungsstollen dienen gleichzeitig auch als Zugang zu den Schieberkammern der Grundablässe (Abb. 25 und 26). Diese sind in die Hauptstaumauer eingebaut und bestehen aus zwei eisernen Rohrleitungen von 1,0 m Durchmesser mit zweifachem Abschluss durch Drosselklappen. Beide Grundablassleitungen erweitern sich oben trichterförmig und sind zum Schutz gegen schwimmende Gegenstände mit einem Grobrechen aus einzeln hochziehbaren Röhren geschützt. Sie ergiessen das Wasser in das unterhalb der Staumauer liegende Tosbecken und durch dieses in den Niederenbach. Allfälliges Ueberschusswasser wird durch zwei Ausschnitte in der Hauptstaumauer mit der

Ueberlaufkante auf der Höhe des normalen Sommerwasserstandes ebenfalls in das Beruhigungsbecken und in den Niederenbach abgeleitet; der Ueberlauf ist für ein Katastrophenhochwasser von 15 bis 18 m<sup>3</sup>/sec berechnet. Es sind zwei Ueberlauföffnungen von je 8,0 m lichter Weite angeordnet, die mit automatischen Stauklappen von 0,75 m Höhe und Gegengewichten abgeschlossen sind. Im Sommer werden die Klappen in der tiefsten Lage (Kote 1623) verriegelt; erst im Spätherbst wird die Verriegelung der Klappe gelöst, womit der Wasserspiegel maximal bis auf Kote 1623,75 ansteigen kann. Da im November der Wasserverbrauch grösser sein wird als der Zulauf, wird sich der Wasserspiegel im Staubecken nur ganz kurze Zeit auf der maximalen Stauhöhe halten und den ganzen Winter über darunter liegen.

Bezüglich der Bauausführung der Stauanlagen auf Garichte und der Installationen dürften noch folgende Bemerkungen Interesse bieten.

**Transportanlagen.** Zur Beförderung der Installationen, des Baumaterials und der Lebensmittel von der Bahnstation Schwanden nach der Baustelle auf Garichte mit einem Höhenunterschied von rd. 1100 m war die Anlage einer Transportbahn nötig. Die Unternehmung wählte hierfür eine kombinierte Lösung, bestehend aus einem Schrägaufzug, einer Hangrollbahn und einer Luftseilbahn. Mit dieser dreiteiligen Anlage konnten Installationsteile bis 2,5 t Gewicht befördert werden (Vergl. Abb. 1, S. 4, sowie 28 bis 30).

Um bei Baubeginn innert kürzester Frist eine Transportverbindung zwischen Schwanden und der Baustelle zur Verfügung zu haben, wurde vom „Kies“ im Niederental eine *provisorische Luftseilbahn* nach der Garichte errichtet; die Höchstlast dieser Seilbahn mit Antrieb bei der untern Station betrug 1000 kg. Die ankommenden Güter wurden von der Bahnstation mit einem Traktor auf dem stellen-



Abb. 23. Schrägaufzug längs der Druckleitung.



Abb. 29. Horizontalbahn 60 cm-Spur.

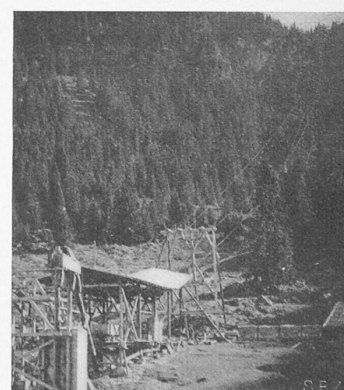


Abb. 30. Luftseilbahn Kies-Garichte.



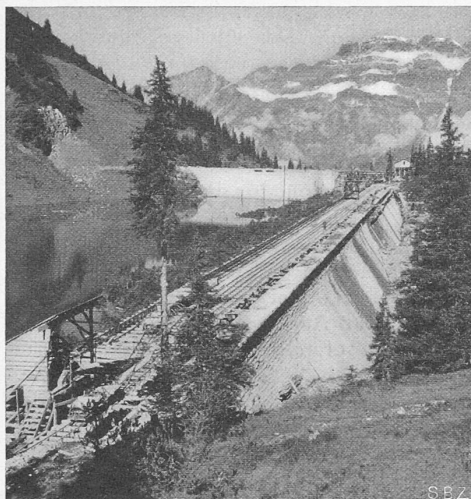


Abb. 27. Seitenmauer Garichte, hinten die Hauptmauer.

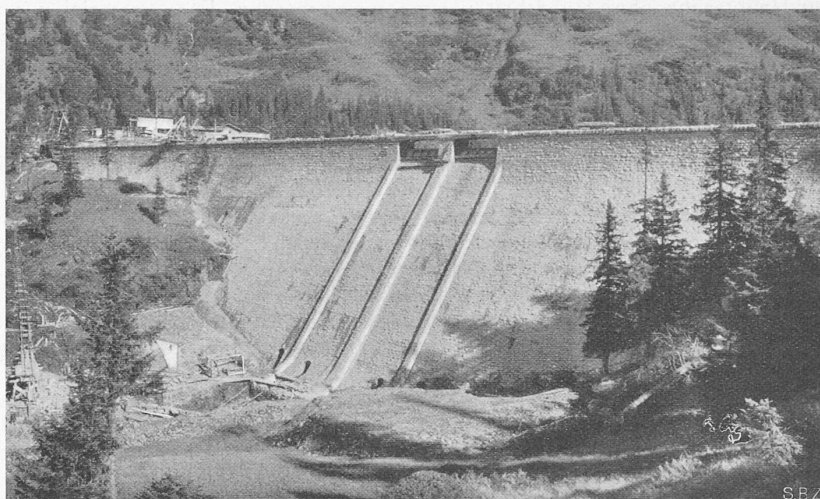


Abb. 26. Luftseite mit Hochwasser-Ueberläufen der 42 m hohen Hauptstaumauer Garichte.

weise steilen Strässchen des Niederentales zur untern Seilbahnstation gebracht. — Der *Schrägaufzug* begann „in den Herren“ bei Schwanden, am Ende der Zufahrtsstrasse, rd. 548 m u. M. und zog sich längs dem Druckleitungstracé den steilen Hang des Gandberges hinauf, bis auf eine Höhe von rd. 1050 m; die Länge dieser Standseilbahn betrug rd. 1100 m, die grösste Steigung 110‰, die Spurweite 1,0 m. Die Winde befand sich am oberen Ende und war für den Normalbetrieb mit 5 t Nutzlast berechnet, entsprechend 100 Sack Zement; die Fahrdauer bergwärts betrug 25 Minuten, talwärts mit der grossen Uebersetzung 9 Minuten. An beiden Endstationen wurde der Umlad mit

hölzernen Derricks von 2,5 t Tragkraft vorgenommen. — Die *Horizontalbahn*, eine rd. 3300 m lange Rollbahn von 60 cm Spur, führte von der oberen Station des Schrägaufzuges mit schwacher Steigung dem rechtseitigen Hang entlang in das Niederental hinein; sie hatte in der Mitte eine Ausweichstelle und Umladestation für die Standseilbahn der Stollenunternehmung. Der Transport geschah mittels Montania-Lokomotiven und Plattformwagen. — Die *Luftkabelbahn* als letztes Glied der Zufuhrbahn, das noch bis zum Ablauf der Garantiezeit stehen bleibt, überwindet einen Höhenunterschied von rd. 600 m, hat eine Länge von etwa 1300 m, eine grösste Spannweite von 800 m, zwei Tragseile von 34 mm Durchmesser und ein umlaufendes Zugseil. Die Spannungswichte für die drei Seile befinden sich bei der untern Station, während der Antrieb mit einem 80 PS Motor in der oberen Station angeordnet ist. Die Stützen bestehen aus Rundholz und haben für die Durchfahrt der Installationsteile ein möglichst weites Durchgangsprofil erhalten. Die Bahn arbeitet im Pendelbetrieb mit einer Fahrdauer von etwa 7 Minuten; die Pläne samt der mechanischen Ausrüstung stammen von der Firma Bleichert in Leipzig. — Zur Erleichterung des Zementtransportes wurden die Säcke in Transportrahmen mit einem Fassungsvermögen von je 50 Sack speditiert, die mit Hilfe der Derricks von einer Bahn zur andern umgeladen wurden; das Zementmagazin in der Nähe der Endstation der Luftkabelbahn war mit der Seilbahn durch ein umlaufendes Geleise verbunden.

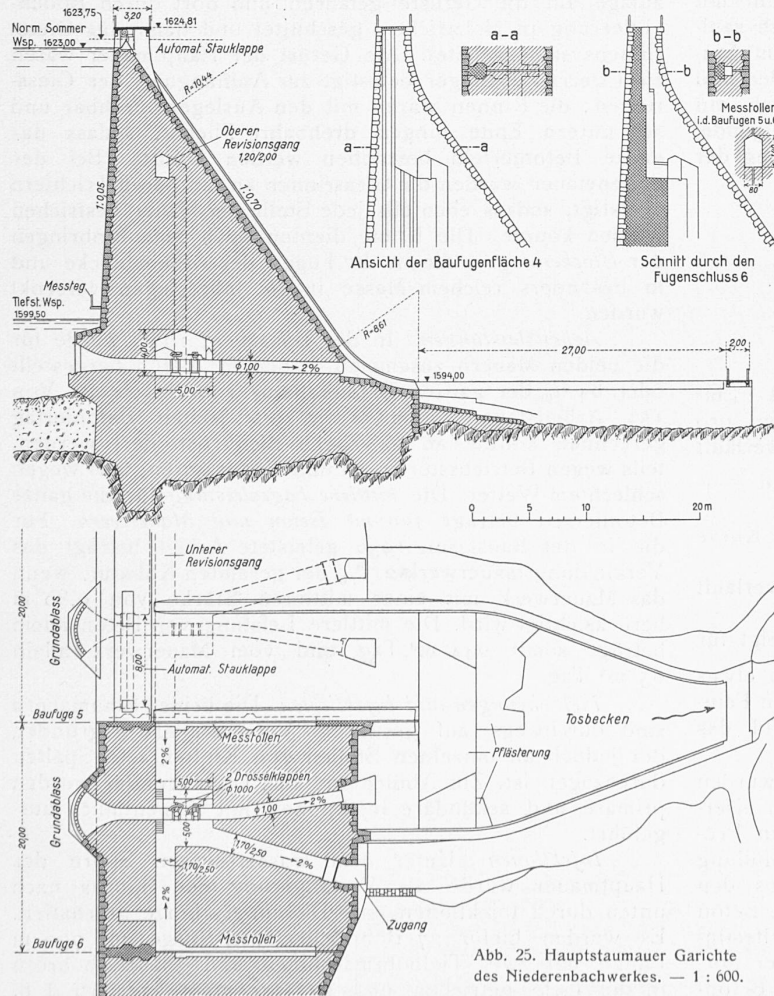


Abb. 25. Hauptstaumauer Garichte des Nierenbachwerkes. — 1 : 600.

*Betonmaterial.* Das zur Betonbereitung notwendige Kies- und Sandmaterial wurde auf der etwa 60 m über „Garichte“ gelegenen Talstufe „Matt“ gewonnen mit einem auf Raupen montierten Löffelbagger; das Material wurde mit Rollwagen einem Silo oberhalb der Aufbereitungsanlage zugeführt.

*Verkleidungssteine.* Es mussten die beim Ausgang des Talbodens der Matt in allen Grössen verstreut herumliegenden Findlinge aus Quarzporphyr hierfür verwendet werden, ein massiges, hartes, wildes, und daher schlecht spaltbares Gestein vulkanischen Ursprungs, jedoch sehr widerstandsfähig gegen Witterungseinflüsse.

Die *Aufbereitungsanlage für Sand und Kies* wurde am Hang, zwischen dem Matt- und dem Garichtebecken erstellt. Dank dem zur Verfügung stehenden Höhenunterschied von etwa 20 m konnten die einzelnen Vorgänge zur Ausscheidung der notwendigen Korngrössen durch Brechen und Sortieren und für den Abtransport

zur Hauptsache ohne Hubarbeit vorgenommen werden. Für die Füllung der Wagen mit Betonmaterial wurden die leeren Rollwagen durch eine Kettenbahn mit Hilfe von Mitnehmern langsam unter den Silozellen hinweggeführt, wobei die Siloschnauzen am Boden der Zellen automatisch ausgelöst und die Wagen mit der eingestellten Menge jeder Komponente beladen wurden. Beim Verlassen der Aufbereitungsanlage war der Inhalt der Rollwagen so zusammengesetzt, dass er mit einer ganzen Anzahl Sack Zement die vorgeschriebene Betonmischung ergab.

**Betonieranlage.** Von der Aufbereitungsanlage fuhren die kippbaren Materialwagen von 1000 l Inhalt in Zügen von etwa 12 Wagen dem künftigen Stausee entlang und über das Transportgerüst der Seitenmauer zur Betonieranlage zwischen den beiden Staumauern. Diese bestand aus zwei Betonmischern von Roll, von je 1000 l Fassungsvermögen. Zum Transport von Beton- und Verkleidungssteinen an die Verwendungsstelle wurden parallel zu den beiden Staumauern auf der Wasserseite ausserhalb der Bauwerke Gerüste errichtet; diese Gerüste aus Rundholz beanspruchten für beide Mauern insgesamt rund 650 m<sup>3</sup> Holz. Das Gerüst der Seitenmauer (Abb. 27, S. 87 u. 33, S. 89) hatte vier Geleise von 60 cm Spurweite aufzunehmen; zwei dieser Geleise dienten zur Verbindung des Steinbruches und der Aufbereitungsanlage mit der Betonieranlage und den Staumauern, die beiden andern, zunächst der Mauer gelegenen Geleise dienten dem Betonbetrieb. Ueberdies war auf diesem Gerüst noch ein Geleise für einen Portal-drehkran verlegt. Das Gerüst der Hauptstaumauer wurde für zwei Geleise gebaut, die den Betonbetrieb aufzunehmen hatten. Wasserseits des Hochgerüsts wurde noch ein niederes Gerüst errichtet für einen Turmkran. Alle Gerüste mussten vor dem Einstau entfernt werden.

**Zusammensetzung des Betons.** Zur Erzielung eines möglichst dichten Betons wurden die vier Materialkomponenten verschiedentlich granulometrisch untersucht mit einem Siebsatz von 12 verschiedenen Sieben. Durch zahlreiche Versuche wurde ein möglichst dichter, beim Einbringen mit den Giessrinnen sich nicht trennender und doch fliessbarer Beton gesucht. Dabei erwies sich ein Ueberschuss von Feinsand als notwendig, wie nachfolgende, der Betonierung zu Grunde gelegte Zusammensetzung der einzelnen Komponenten zeigt:

Komponenten	Anteil in %	Mischung in l
Grobkies	33,9	330
Feinkies	22,5	220
Brechsand	10,2	100
Flussand	33,4	325
Total	100,0	975

Die gewählte Mischung ergab mit drei Sack Zement  $\frac{3}{4}$  m<sup>3</sup> fertigen Beton P. 200, entsprechend 1300 l Mischgut pro m<sup>3</sup> fertigen Beton. Die granulometrische Kurve verläuft

zur Hauptsache unterhalb der EMPA Kurve  $P = 50 \sqrt{\frac{d}{D}} + 50 \sqrt{\frac{d}{D}}$  für  $D = 60$  mm, und oberhalb der Bolomey-Kurve  $P = 12 + 88 \sqrt{\frac{d}{D}}$ . Für die grossen Körnungen verläuft

sie unterhalb der Fullerkurve  $P = 100 \sqrt{\frac{d}{D}}$  und steigt für kleine Körnungen über diese Kurve und sogar noch etwas über die der EMPA an, was mit dem Ueberschuss von Feinsand zusammenhängt. Der Wasserzusatz wurde auf das allernotwendigste beschränkt.

**Betonprüfung.** Während der Bauausführung wurden regelmässig Probewürfel von 20 cm Kantenlänge in eisernen Formen hergestellt und nach drei Wochen zur Prüfung an die EMPA nach Zürich geschickt. Die Einfüllung der Formen erfolgte am Ausguss des Betons aus den Mischern. 12 Probezeilen von je drei Würfeln mit Beton P 200 ergaben nach 28 Tagen eine mittlere Würfel-festigkeit von 80 kg/cm<sup>2</sup>. Diese liegt rd. 20 % unter der normalen Druckfestigkeit für Beton P 200, weil das Beton-

material z. T. ziemlich viel schieferige, flache und brüchige Verrucano-Bestandteile enthielt. Das mittlere Raumgewicht des Betons dieser 12 Serien betrug 2,34 kg/dm<sup>3</sup> und schwankte zwischen 2,29 und 2,38 kg/dm<sup>3</sup>, stimmt also mit dem in der statischen Berechnung berücksichtigten Raumgewicht des Betons von 2,35 gut überein. Wasserdurchlässigkeitsproben der eidgenössischen Materialprüfungsanstalt an Würfeln haben sowohl für Beton, als auch für Mörtel gute Resultate ergeben.

**Bauvorgang.** Um den Fundamentaushub der Hauptstaumauer im Trockenem ausführen zu können, wurde der Niederenbach in einem Holzkennel von 2,0 m Breite und 1,0 m Höhe abgeleitet. Zur Abhaltung des Grundwassers wurde ein Betonfangdamm erstellt, der zugleich zur Auflagerung des Betoniergerüsts diente. Die Verkleidung in Bruchsteinmauerwerk wurde vor dem Betonieren auf beiden Seiten der Mauer etwa 1,50 m aufgemauert. Sie hat auf der Wasserseite eine mittlere Stärke von 60 cm und auf der Luftseite von rd. 100 cm und versah zugleich die Schalung für den Beton. Nur in der Querrichtung mussten die Baufugen samt den Dichtungsschächten eingeschalt werden. Die Mörtelbereitung erfolgte in einer besonderen Mischmaschine von  $\frac{1}{6}$  m<sup>3</sup> Trommelinhalt, die am östlichen Ende der Seitenmauer aufgestellt war; der Mörtel erhielt eine Mischung von 300 kg Portland-Zement pro m<sup>3</sup> Sand, wurde auf Rollwagen an die Verwendungsstelle geführt und durch Abfallrohre vom Gerüstboden in die Baublöcke entleert. Die Verkleidungssteine wurden auf Plattformwagen auf die Gerüste gefahren, sauber abgespritzt und mit einem Kran auf die Mauer hinuntergelassen. Bei der Seitenstaumauer wurde hierfür ein selbstfahrbarer Portal-drehkran verwendet und bei der grossen Staumauer ein 25 m hoher Turmdrehkran mit 20 m langem Ausleger (Abb. 31).

Der Beton wurde auf Rollwagen von  $\frac{3}{4}$  m<sup>3</sup> Fassungsvermögen mittels Rohöllokomotiven von der Betonieranlage auf die Gerüste gefahren und dort durch Bodenentleerung in Holztrichter geschüttet und damit ins Giessrinnensystem geleitet. Am Gerüst der Hauptmauer waren zwei Derrick-Ausleger befestigt zur Aufhängung der Giessrinnen; die Rinnen waren mit den Auslegern drehbar und am unteren Ende hingen drehbare Flieger, sodass das ganze Betonierfeld bestrichen werden konnte. Bei der Seitenmauer wurden die Giessrinnen an fahrbaren Trichtern befestigt, sodass ebenfalls jede Stelle der Mauer bestrichen werden konnte. Die Krane dienten auch zum Einbringen der Blockeinlagen, die in die Fugen der Arbeitsblöcke und in besonders reichem Masse in die Jahresfugen versenkt wurden.

**Arbeitsleistungen.** In der Bausaison 1930 wurde für die beiden Mauern zusammen 46600 m<sup>3</sup> Beton hergestellt oder 84 % der ganzen Betonkubatur von 55500 m<sup>3</sup>. Von 151 Arbeitstagen, vom ersten bis letzten Betonier-tag gerechnet, konnte an 24 Tagen nicht betoniert werden, teils wegen Betriebsstörungen und Reparaturen, teils wegen schlechtem Wetter. Die *mittlere Tagesleistung* für die ganze Betonierzeit beträgt 309 m<sup>3</sup> Beton und Mauerwerk. Für die in der Bausaison 1930 geleistete Arbeit beträgt das Verkleidungsmauerwerk 21 % der gesamten Kubatur, wenn das Mauerwerk mit einer mittleren Stärke von 0,80 m berücksichtigt wird. Die mittlere Leistung von Beton allein beträgt somit 244 m<sup>3</sup>/Tag und vom Mauerwerk allein 65 m<sup>3</sup>/Tag.

**Tiefbohrungen und Injektionen.** Die beiden Staumauern sind durchwegs auf gesundem Verrucanofels gegründet, der jedoch an einzelnen Stellen von Klüften und Spalten durchzogen ist. Zur Abdichtung des Untergrundes wurden primäre und sekundäre Injektionen mit Zementmilch ausgeführt.

**Injektionen.** Unter dem wasserseitigen Sporn der Hauptmauer wurde als Verlängerung des Sporns nach unten durch Injektionen eine Dichtungsschürze geschaffen. Es wurden hierfür 27 Bohrlöcher von insgesamt 730 m Länge mit zwei Tiefbohrmaschinen und Diamantbohrern in die Tiefe getrieben und 247 t Zement injiziert, d. h.



339 kg/m Bohrloch (Abb. 32, S. 86). Die Injektion erfolgte normalerweise bis zu einem Druck von 40 at. Diese Spezialarbeit wurde im Unterakkord von der Tiefbohrfirma Giov. Rodio & Cie. (Mailand) in Verbindung mit der A. G. für Grundwasserbauten (Bern) ausgeführt. Sekundäre Injektionen hatten den Zweck, die oberste Felsschicht zu dichten und die Fugen zwischen Felsoberfläche und Fundamentbeton auszufüllen. Die Bohrlöcher sind über die ganze Fundamentfläche der beiden Mauern verteilt, wurden von Hand mit dem Bohrhämmer gebohrt und erhielten eine mittlere Länge von 3,85 m. Auf die Löcher wurden eiserne Rohre von 1" aufgesetzt, und injiziert, nachdem die Betonschicht eine Mindesthöhe von etwa 6 m erreicht hatte. Diese Injektionen wurden bis zu einem Druck von 20 at ausgeführt mit einer Pressluft-Injektionspumpe von Häny & Cie. (Meilen). Insgesamt wurden in 380 Bohrlöcher 89 t Zement gepresst oder 235 kg/m Bohrloch, wobei auf durchschnittlich 12 m<sup>2</sup> Grundfläche ein Bohrloch zu liegen kam.

**Unterdruckmessungen.** Die Berechnung der Staumauern erfolgte als reine Gewichtsmauer unter Berücksichtigung des Unterdruckes. Er wurde auf der Wasserseite mit  $\frac{2}{3}$  des hydrostatischen Druckes in Rechnung gesetzt, um der Porosität von Felsuntergrund und Mauerwerk gerecht zu werden. Um die Richtigkeit dieser Annahme zu prüfen, wurden bei der Hauptstaumauer zur direkten Messung des Unterdruckes an zwölf Stellen auf den sauber gewaschenen Felsuntergrund Trichter aus Eisenblech aufgesetzt, deren Scheitel durch 2"-Röhren mit dem untern Revisionsgang verbunden sind. Die Rohrenden sind je mit einem Durchgangshahn abgeschlossen und so ausgebildet, dass ein Präzisionsmanometer angeschraubt werden kann. Im Herbst 1931 sind zwei Messungsreihen durchgeführt worden, aus denen hervorgeht, dass der Unterdruck von lokalen Verhältnissen abhängig sehr stark wechselt. So konnten Unterdrucke bis 96% des vollen hydrostatischen Druckes gemessen werden, während an andern Stellen gar kein Unterdruck zu konstatieren war. Aus den angeordneten Messtellen lässt sich eine Abnahme des Unterdruckes von der Wasser- gegen die Luftseite deutlich erkennen und es zeigte sich, dass im Mittel die getroffene Annahme für die statische Berechnung ungefähr richtig war.

**Formänderungsmessungen an der Hauptmauer.** Die eidg. Landestopographie führte trigonometrische Beobachtungen aus über allfällige Lageverschiebungen von Vierbolzen an der Luft- und Wasserseite der Hauptmauer, sowie Präzisionsnivelements in den beiden Revisionsgängen. Vor und nach dem Einstau sind bereits verschiedene Messreihen durchgeführt worden. Desgleichen führte die

E. M. P. A. im höchsten Baublock zwischen den Baufugen 5 und 6 der Hauptstaumauer zahlreiche direkte Längen- und Verdrehungsmessungen aus. Hierfür wurden sowohl aussen als auch in Gängen und Schächten des Mauerkörpers viele Bolzen für Längenänderungsmessungen versetzt, sowie eine Anzahl Setzteller und Setzröhren für die Messung der Neigungsänderungen. Alle diese Messungen sollen für eine längere Beobachtungsreihe fortgeführt werden.

Nachträgliche Mauerwerkinjektionen wurden im April 1932 bei entleertem Staubecken an beiden Staumauern in Angriff genommen und ohne wesentliche Störung des Kraftwerkbetriebes bis Mitte August durchgeführt. Zur Hauptsache wurde auf der Wasserseite, bei der Hauptstaumauer aber auch auf der Luftseite und im Innern injiziert. Die Bohrlöcher wurden mit pneumatischen Bohrhämmern ausgeführt und zwar immer so tief, dass der Betonkern innerhalb des Verkleidungsmauerwerks angeschnitten wurde. Im Ganzen wurden an der Hauptstaumauer 428, an der Seitenstaumauer 217, total 645 Injektionen gemacht, für die dünnflüssiger Zementbrei mit maximal 20 at Druck eingepresst wurde, bis dieser konstant blieb. Bei einzelnen Bohrlöchern hat sich die Injektion bis auf eine Entfernung von 20 m und bis auf eine Höhe von etwa 10 m über dem Bohrloch bemerkbar gemacht. Der Zementverbrauch pro Bohrloch schwankte zwischen 0 und 40 Sack und betrug im Durchschnitt 10,2 Sack pro Bohrloch. Durch diese Injektionen, deren Kosten sich auf annähernd 94.000 Fr. beliefen, konnten beide Staumauern sozusagen ganz abgedichtet werden, nachdem frühere Messungen an den beiden Zugängen zur Schieberkammer nur unbedeutende Sickerverluste, z. B. im Januar 1932 total 11 l/min, ergeben hatten.

**Bauausführung.** Am Bau der Stauanlagen auf Garichte beteiligten sich hauptsächlich folgende Firmen: Bauunternehmung Staumauern Garichte, Hans Rüesch und Jean Müller & Söhne, beide in St. Gallen, für die Tiefbauarbeiten; die Unternehmung Giov. Rodio mit der A.-G. für Grundwasserbauten in Bern als Unterakkordant; die L. von Roll'schen Eisenwerke für die Lieferung der Grundablässe; Huber & Lutz, Ingenieurbureau in Zürich für die Lieferung der automatischen Stauklappen.

#### DRUCKSTOLLEN.

Der Druckstollen hat eine Länge von 3909,16 m und ist durch vier Fenster in Teilstrecken von 295 bis 1236 m Länge unterteilt. Er liegt auf seiner ganzen Länge in Verrucano, der allerdings sehr verschiedenen Charakter hat. Der Stollen ist mit dem Minimalprofil von 1,80 auf 1,80 m ausgeführt, gunitiert mit betonierter Sohle (Abb. 36), oder kreisrund mit Betonverkleidung, auf kurzer Strecke noch mit einem innern, armierten Betonmantel. Er konnte zum grössten Teil ohne Einbau, fast im Trockenen ausgebrochen werden (die grösste Sickerwassermenge aus der Strecke zwischen den Fenstern I und II wurde mit etwa 300 l/min gemessen).

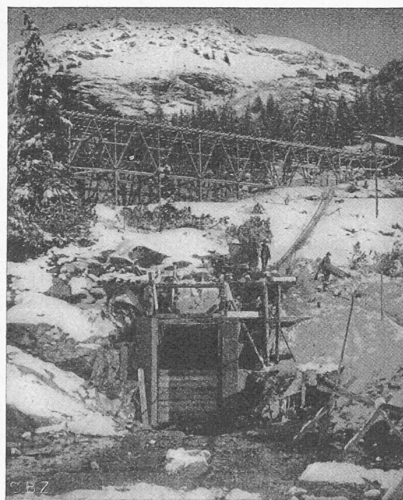


Abb. 33. Ansicht des Druckstolleneinlaufes unter dem Südostende der Seitenmauer Garichte.

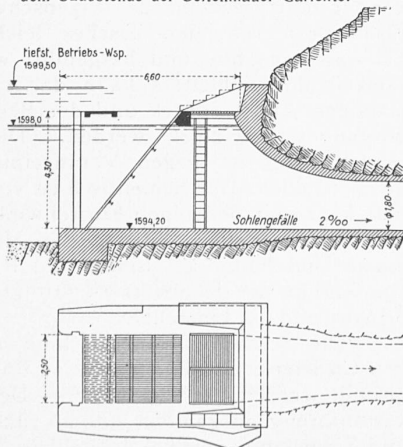


Abb. 34. Druckstolleneinlauf, Grundriss u. Schnitt 1:250.

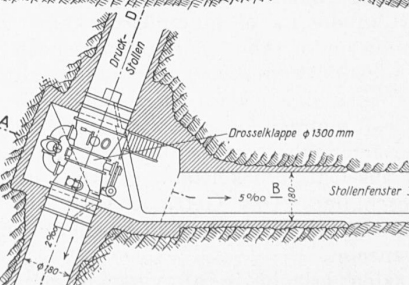
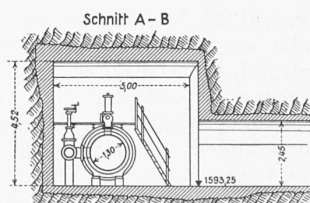


Abb. 35. Stollenabschlusskammer, 1:250.

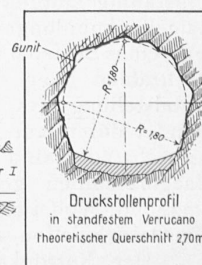
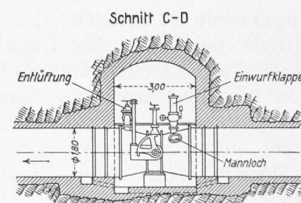


Abb. 36. — 1:100.

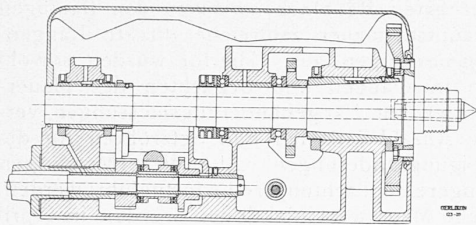


Abb. 2. Drehbank-Spindelstock (Werkzeugm.-Fabr. Oerlikon).

Der Einlauf in den Druckstollen liegt auf der Ostseite des Staubeckens, mit der Sohle 5,30 m unter dem tiefsten Wasserspiegel. Er besteht aus zwei Flügelmauern mit dazwischen gelagertem, sehr reichlich bemessenem Feinrechen von 15 mm Lichtweite zwischen den einzeln abhebbaren Rechenstäben (Abb. 33 u. 34). Bei Fenster I ist der Stollen zur Stollenabschlusskammer erweitert. Dieser Abschluss besteht aus einer Drosselklappe von 1,30 m Durchmesser mit Umgangsleitung; die Klappe schliesst mit eisernen, konischen Anschluss-Stutzen beidseitig an den hier verkleideten Druckstollen an (Abb. 35). Fortsetzung folgt.

### Die Werkzeugmaschinen an der Schweizer Mustermesse 1935 in Basel.

Von Dr. Ing. HEINRICH BRANDENBERGER, Privatdozent a. d. E. T. H.

An der diesjährigen Mustermesse in Basel waren nicht alle Schweizer Werkzeugmaschinenfabriken vertreten. Auch fehlten die Spezialmaschinen, die sich besonders im Auslande eines grossen Erfolges erfreuen. Was gezeigt wurde, war mehr für den Inlandbedarf bestimmt. Mit wenigen Ausnahmen stören sich die Schweizer Werkzeugmaschinenfabriken in ihrem Erzeugungsprogramm gegenseitig nicht, sodass man den Eindruck eines gemeinsamen Vorwärtsschreitens hat. Alle Ausführungen, die man sehen konnte, waren vom Qualitätsgedanken durchdrungen. Der Fortschritt des letzten Jahres besteht weniger in Neuschöpfungen, als in der Vertiefung der konstruktiven Einzelheiten.

Von der Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon waren Drehbänke mit 225 und 250 mm Spitzenhöhe ausgestellt (Abb. 1). Der Antrieb erfolgt über Keilriemen. Der Motor ist im Kastenfuss eingebaut und steht auf einer Wippe, um die Keilriemen zu spannen. Die kleineren Drehbänke werden mit 16, die grösseren mit 24 Spindelgeschwindigkeiten ausgeführt. Das grosse Antriebsrad ist vor dem Hauptlager auf dem Spindelbund aufgeflanscht (Abb. 2), sodass die dreifach gelagerte Arbeitsspindel bei schweren Schnitten von der Torsionsbeanspruchung entlastet ist. Die vordere Lagerstelle ist konisch; die ungeschlitzte Lagerbüchse wird mittels beidseitig der Lagerstelle angeordneten Gewinderingen eingestellt. Das Achsialspiel kann unabhängig davon reguliert werden. Das Hauptlager und das mittlere Beruhigungslager sind durch einen gemeinsamen Deckel starr miteinander verbunden und bilden so einen einzigen kräftigen Lagerkörper. Sämtliche Lagerstellen des Spindelstockes sind zweiteilig, damit man jede einzelne Welle vollständig montiert in die Lager hineinlegen kann. Zwei Lamellenkupplungen (a und b, Abb. 3) erlauben (je nach Stellung eines Schieberades) entweder zwei aufeinanderfolgende Drehzahlen oder Vor- und Rücklauf zu schalten. In der Mittelstellung des Kupplungshebels c wird die Arbeitsspindel durch eine Lamellenbremse d stillgesetzt. Sämtliche Antriebsräder sind aus Chromnickelstahl, gehärtet und auf Maagmaschinen geschliffen. Das Getriebe wird von Oel überspült, wobei ein sichtbarer Ausfluss zu einem Schauglas die Oelzirkulation anzeigt.

Der Nortonkasten erlaubt je 28 verschiedene Steigungen des englischen, metrischen und Modulsystems ohne

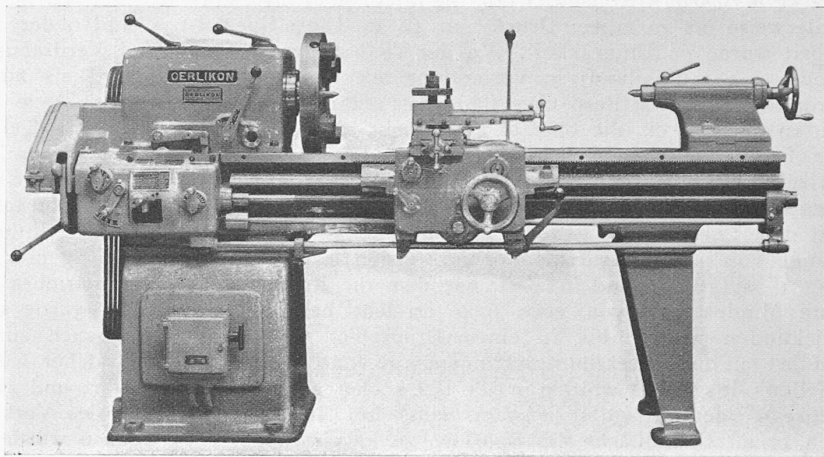


Abb. 1. Schnelldrehbank (Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon).

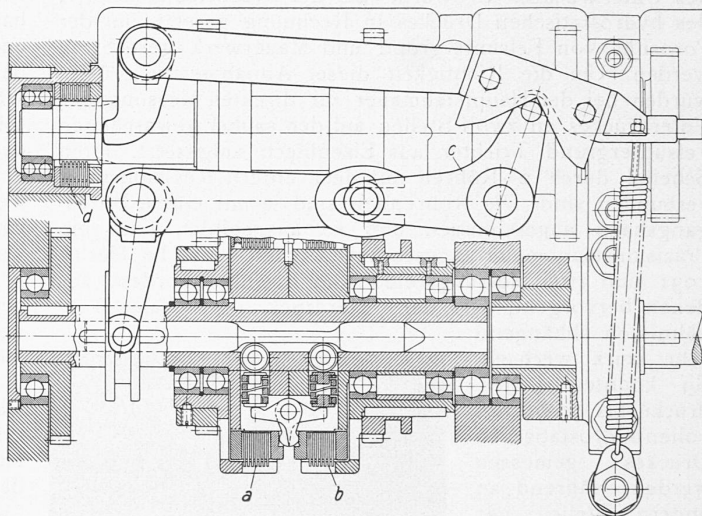


Abb. 3. Doppel-Lamellenkupplung und Lamellenbremse der Drehbank Oerlikon. Masstab 1 : 5.

Radwechsel zu schneiden. Die Leitspindel kann aber auch über Wechselräder direkt angetrieben werden. Beim Gewindeschneiden läuft das Arbeitsstück immer in der gleichen Richtung, während die Leitspindel durch ein Stirnradwendegetriebe umgesteuert wird.

Durch die Anordnung der tieferliegenden Schlittenführung können die Führungsprismen ohne Unterbruch an der Kröpfung vorbei bis zum Spindelstock laufen.

Die von Fritz Wunderli, Uster, gebaute Diamantscheiben-Schleifmaschine (Abb. 4) ist mit einem Pendeltisch ausgestattet. Sie ist als Tischmaschine oder auf Ständer montiert lieferbar. Die zu schleifenden Hartmetall-Werkzeuge können entsprechend der Eigenschwingung des auf zwei Flachfedern ruhenden Tisches leicht geradlinig an der Schleifscheibe hin- und hergeführt werden. Die Aufmerksamkeit des Schleifers kann dadurch ganz dem gefühlsmässigen Anpressdruck und der Beobachtung des Schleifvorganges gewidmet werden. Die Pendelführung des Schleiftisches ist gegen Verunreinigung und Abnutzung unempfindlich. Der Schleiftisch ist von 0 bis 12° einstellbar und kann mit beliebigen Einstellwinkeln versehen werden. Die Schleifscheibe sitzt auf der Motorwelle und ist mit einem Umschalter auf Links- und Rechtsgang zu schalten. Die Zufuhr des Kühlwassers erfolgt nach dem Schleuderprinzip und ist einstellbar.

Die Schnellauf-Bohrmaschine mit Stufenkonusantrieb von Christen & Co., Bern, kann zu Bohreinheiten zusammengestellt werden (Abb. 5 und 6). Der Bohrspindelstock ist kastenförmig ausgebildet und an runder Säule durch Trieb- und Zahnstange vertikal verstellbar. Die Säulen selbst sind auf ihrer Befestigungsbasis in T-Nuten verschiebbar, so-