

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 73 (1955)
Heft: 53

Artikel: Der Durchstich Isère-Arc des Kraftwerks Randens
Autor: Kobilinsky, M.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-62046>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 27.04.2025

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

Der Durchstich Isère-Arc des Kraftwerks Randens

DK 627.842:624.191.2

Schluss von Seite 804

Uebersetzung des Vortrages von Obering. M. Kobilinsky (Electricité de France), gehalten am 10. Nov. 1954 im Zürcher Ingenieur- und Architektenverein

Die Entspannung und Verankerung des Gesteins

Eine zweite Schwierigkeit, auf die wir übrigens aufmerksam gemacht worden waren, verursachte die Entspannung des unter Gebirgsdruck stehenden Gesteins. Sie trat auf der ganzen, über 3 km langen Strecke, deren Ueberlagerung 1500 m übertraf, auf. Diese Schwierigkeit konnte, ohne das Vortriebstempo zu verlangsamen, und mit kleinstem Kostenaufwand überwunden werden durch Anwendung des Verankerungsverfahrens, das seit mehreren Jahren im Bergbau sehr verbreitet ist (Bilder 12 bis 15). Es besteht darin, dass ein Loch von 1, 2 oder 3 m Tiefe gebohrt wird, in dessen Grund ein Stahlbolzen mit einem Keil oder besser mit einer Spreizvorrichtung gehalten wird. Am äusseren Ende des Ankers wird eine Stahlplatte durch Schraubenmutter oder -kopf fest an den Felsen gedrückt. Die Felspartien, die sich lösen könnten (Bergschläge), bleiben so an die tieferliegenden Schichten angeheftet. Diese Verbolzung wurde systematisch sofort nach jedem Abschlag angebracht, während die Löcher für die folgende Sprengung gebohrt wurden. Sie gestattete, die Schalen, die sich abzulösen drohten, festzuheften, zum Teil bevor die Entspannung erfolgte (d.h. in der Zeit von 4 bis 24 Stunden nach dem Sprengen). Es wurden in der Regel etwa ein Dutzend Bolzen je Meter Stollen versetzt, manchmal mehr, und es konnte auf diese Weise die nötige Sicherheit mit geringen Kosten und ohne Verlangsamung des Vortriebes, sowie ohne Verengung des Ausbruchprofils erreicht werden (Bilder 16 u. 17).

Ich glaube, dass die Einführung des Verankerns oder Heftens des Gesteins durch Ankerbolzen für die Erstellung von Durchstichen einen grossen Fortschritt bedeuten muss, wie es schon einen solchen für den Bergbau bedeutet. Ohne dieses Verfahren wären wir zweifellos genötigt gewesen, auf 3 km Länge entweder schwere Rahmen einzuziehen, die den Vortrieb um die Hälfte oder ein Drittel verlangsamen und sehr teuer sind (nicht nur wegen ihres Preises, sondern auch wegen des unvermeidlichen Mehrausbruchs und Mehrbetons) oder wir hätten uns eher entschliessen müssen, wieder zum Vorgehen mit Richtstollen überzugehen, wobei wir viele Monate und viel Geld verloren hätten.

Das Durchfahren der Trias

Besonders für einen Wasserstollen bedeuteten die Trias-zonen, die sowohl im Hauptstollen, wie im Stollen längs der Isère, in der Nähe der Thermalquellen von La Léchère, angetroffen wurden, eine weitere Schwierigkeit. Das Problem wurde durch die Erstellung einer doppelten Verkleidung unter Verwendung von gegen schweflige Wässer widerstandsfähigem

Zement gelöst. Die erste Verkleidung, die gegen den Fels gelegt wurde, diente zur Stützung. Sie wurde mit einer 1 oder 2 cm starken, bituminösen Mammutschicht bedeckt. Innerhalb dieser Abdichtung kam ein 20 oder 30 cm starker Eisenbetonring, der die Dichtungsschicht zu schützen und den Wasserdruck aufzunehmen hatte. Diese wasserdichte Strecke wurde an ihren Enden im nichttriasischen Gebirge durch einen mittels Injektionen hergestellten Schleier abgeschlossen. Eine solche Anordnung sollte nach menschlichem Ermessen verhindern, dass Wasser aus dem Stollen die Trias erreicht, wo es nach gewissen Theorien eine zerstörende Schwellung verursachen könnte.

Es sei hier noch erwähnt, dass nach Ansicht des Herrn Capdecombe, Mineralogieprofessor an der Naturwissenschaftlichen Fakultät in Toulouse, die Stärke der Schwellung infolge des Ueberganges des Anhydrites in Gips bisher überschätzt wurde, und dass die dabei entwickelten Kräfte einige kg/cm² nicht übersteigen können.

Temperaturen und Ventilation

Eine letzte Reihe von Schwierigkeiten hätten die Gesteinstemperaturen bereiten können. Die Höchsttemperatur betrug 34° C. Sie war also um wenigstens niedriger als die von Prof. Andreae nach der Methode Koenigsberger-Thoma zu

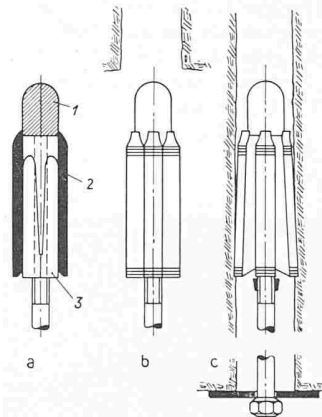


Bild 14. Verankerungsbolzen System «Ancrall». a Schnitt: 1 Holzkörper mit Gummihaut, 2 bewegliche Keile, 3 konisches Sechskant; b nach Spreizung der hinteren Keile, c nach dem Spreizen der vorderen Keile.

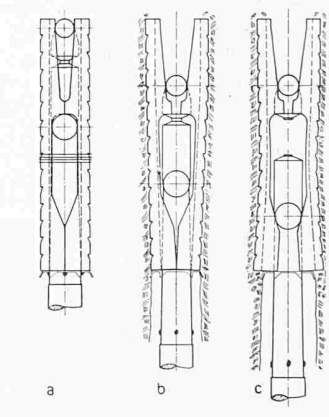
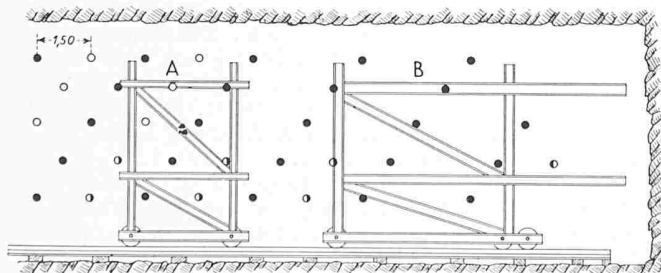


Bild 15. Verankerungsbolzen System «Boltex». a eingeführt, b nach Spreizung der hinteren Keile, c nach Bruch des Bolzens und daheriger Spreizen der vorderen Keile.



○ Löcher, gebohrt vom Gerüst A aus während dem Bohren des Vortriebs
● » » » » B » » » » »
● » » » » B » (Rückseite) » » » »
● » » » » B aus während dem Vorstrecken des Geleises

Bild 12. Verbolzung des Felsens. A Verbolzungs-Bohrgerüst, B Vortriebs-Bohrgerüst.

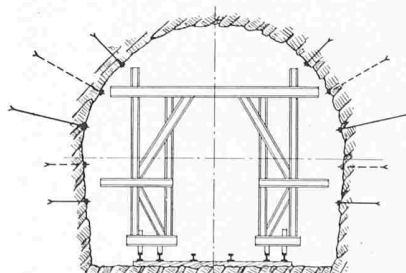
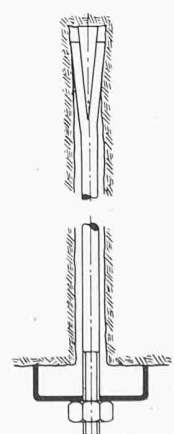


Bild 13 rechts. Bolzen mit gespaltenem Ende und Keil



37° C berechnete. Die theoretische Temperaturkurve stimmte übrigens auf der westlichen Stollenhälfte sehr gut mit der gemessenen Temperatur überein. Dagegen blieben auf der östlichen Hälfte des Stollens die wirklichen Temperaturen in der Regel 5 bis 6° C unter den berechneten, was wahrscheinlich aus den ziemlich bedeutenden Wasservorkommen auf dieser Strecke zu erklären ist²⁾. Die Ventilation gestattete die Lufttemperatur zwischen 25 und 30° zu halten. Wir hatten nämlich das Glück, den Stollen vor Ende des Winters durchzuschlagen. Wenn im zentralen Teil des Gebirges im Sommer hätte gearbeitet werden müssen, so wäre wohl eine Erhöhung der Lufttemperatur um 3 bis 4° erfolgt, die recht fühlbar gewesen wäre, und ich fürchte, dass dann die beiden fahrbaren Kühlapparate für 75 000 kcal/h, die wir für alle Fälle in Bereitschaft hatten, kaum mehr als psychologische Wirksamkeit gehabt hätten.

Das beste Mittel gegen die Wärme ist zweifellos eine sehr leistungsfähige Lüftung. Diese wurde hier durch zwei am Stolleneingang aufgestellte Ventilatoren von 185 PS bewerkstelligt. Die Luft wurde durch zwei Rohrleitungen³⁾ von 1 m Ø eingeblasen, deren Stösse eine Gummidichtung erhielten und durch einen Deckring festgezogen wurden. Während der Betonierung musste das Lüftungsrohr jeweils verschoben werden. Dadurch entstanden Undichtigkeiten, durch die bei einem Druck von über 1000 mm WS, wie er erforderlich wurde, als der Vortrieb 5 bis 6 km erreichte, soviel Luft entwich, dass zeitweise die Luftmenge, die vor Ort ankam, auf ein Drittel der von den Ventilatoren gelieferten herabsank. Eine sorgfältige Revision und eine zusätzliche Dichtung der Stösse durch breite, gefettete Stoffbänder, die zwischen die Gummidichtung und den Deckring gelegt wurden, verminderten die Verluste ausserordentlich. Der Frage der Rohrstösse ist grosse Sorgfalt zu widmen, und es wäre gewiss vorteilhafter, statt sehr leistungsfähige Ventilatoren an den Mundlöchern aufzustellen, eine Reihe axialer Ventilatoren auf die ganze Länge des Stollens zu verteilen.

Die Rauchschwaden wurden natürlich bei jeder Sprengung jeweils abgesaugt. Das ständige Lüften durch Absaugen der Luft, das einige Zeit bewerkstelligt wurde, hat sich jedoch für einen so langen, tiefliegenden Stollen nicht bewährt. Hier ist die Zufuhr von frischer, unverdorbener und verhältnismässig trockener Luft, wie sie dank der grossen

²⁾ Vgl. *Andreae* in SBZ 1953, Nr. 42, S. 611.

³⁾ Auf jeder Seite eine.

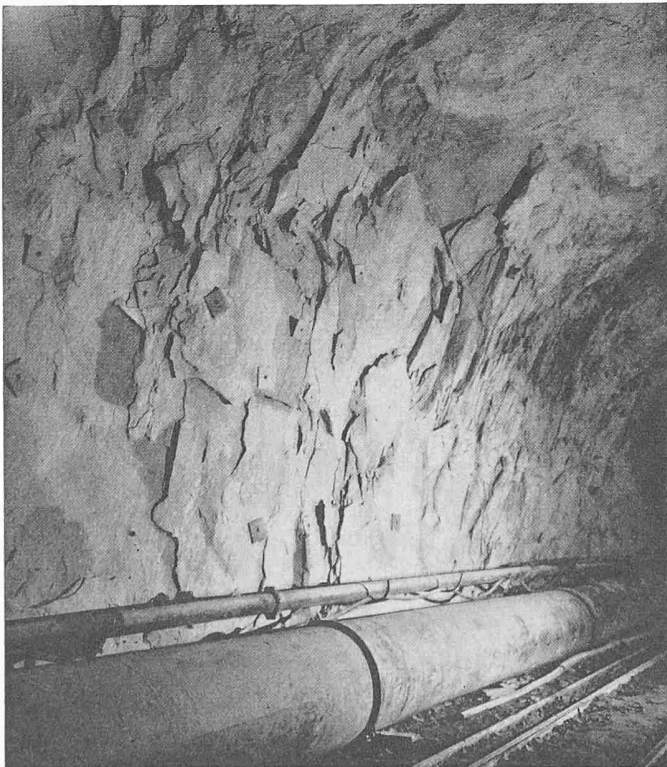


Bild 16. Charakteristische Entspannung des Gneises durch Verbolzung auf dem linken Widerlager der Ostseite, Km. 6,000

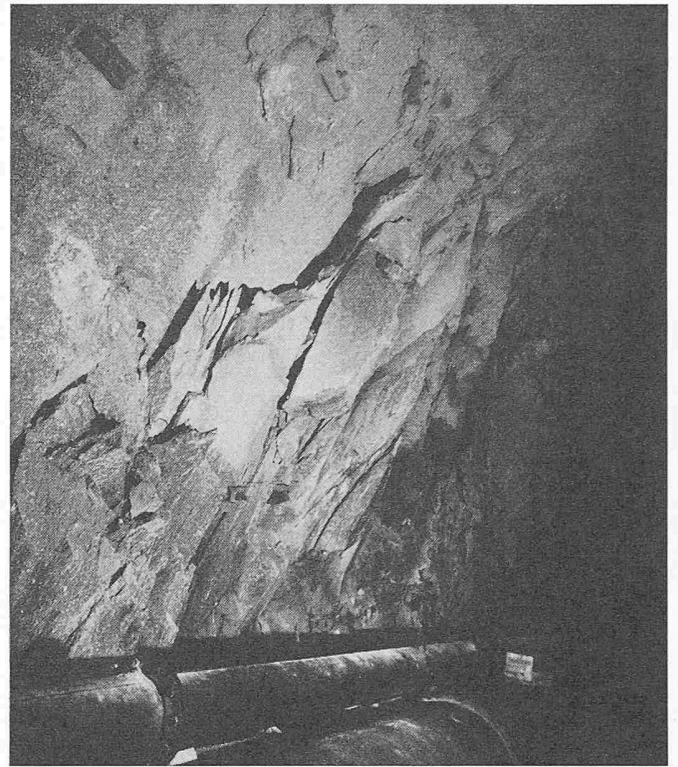


Bild 17. Typische Verbolzung

Geschwindigkeit nur durch die Rohrleitung bis vor Ort gelangen kann, unentbehrlich.

Die Bekämpfung der Silikose erfolgte natürlich durch Nassbohren und durch beständiges Begiessen der Berge während der Schutterung. Es gab wohl einige Silikosefälle bei Mineuren, die vorher auf anderen Baustellen gearbeitet hatten. Meines Wissens wurden aber keine solchen bei den Arbeitern festgestellt, die erst auf dieser Baustelle seit ihrer Inangriffnahme im Jahre 1949 ausgebildet wurden.

4. Verlauf der Arbeiten und Schlussfolgerungen

Der Verlauf der Arbeiten

Das Diagramm Bild 18 zeigt die verschiedenen Phasen dieses Kampfes mit dem Gebirge.

Der Stollen wurde Mitte 1949 mit den normalen Hilfsmitteln in Angriff genommen. Man sieht, wie in den ersten sechs Monaten die Mannschaften sich einarbeiteten und von Woche zu Woche Fortschritte machten, dann zeigt der geradlinige Verlauf der Kurve, dass der Vortrieb sein normales Tempo erreicht hat. Nach einem Jahr ist auf der unteren (West-) Seite Km. 2,000 erreicht, von wo ab die Kurve leider beinahe senkrecht ansteigt: das Diagramm spiegelt da die mitunter komplizierten Vorgänge wieder, die das Durchfahren der Strecke von Km. 2,000 bis 2,800 bedingte. Es erforderte etwa 20 Monate. Unterdessen schritt die andere Seite ziemlich regelmässig vorwärts. Eine kleine Unterbrechung brachte ein örtlicher Firstbruch. Eine Aenderung der Neigung der Kurve brachte der Beginn der Bergschlagstrecke, bis das Verbolzen richtig in Gang kam. Endlich, nach einem langen Streik, wurde die Arbeit wieder mit einem bemerkenswerten Tempo fortgesetzt, und es wurden im letzten Jahre die übrigbleibenden 4800 m erledigt. Der Durchschlag erfolgte am 23. März 1953. Die Abweichung betrug in der Richtung 28 cm, in der Höhe 3 cm.

Aus der Kurve der Betonierung des Gewölbes und der Widerlager ist ersichtlich, dass gegen das Ende die Betonierung dem Vortrieb immer näher rückte. Es gelang schliesslich, das Gewölbe und die Widerlager einen Monat nach dem Durchschlag zu vollenden. Von diesem Augenblick an wurden die Installationen allmählich zurückgefahren und das Sohlgewölbe erstellt. Ende Dezember 1953 war auch das Sohlgewölbe fertig.

Es wurden noch zwei Monate benötigt, um einige Vollendungsarbeiten in der Stollenstrecke längs der Isère auszuführen, und am 1. März 1954 konnten zum ersten Male die

Turbinen laufen, mit einer Verspätung von zwei Monaten gegenüber dem 1949 vorgesehenen Termin. Seit April hat die Zentrale bis Ende 1954 rd. 300 Mio kWh erzeugt.

Schlussfolgerungen

Der Vortrieb mit dem ganzen Stollenquerschnitt (der Vollvortrieb) hat sich in diesem Fall schliesslich nicht als rascher als der mit Richtstollen erwiesen, da der durchschnittliche tägliche Fortschritt nicht grösser war als z. B. beim Simplonbau. Der Vollvortrieb hat aber gestattet, billiger zu arbeiten mit bedeutend weniger Leuten (und es ist heutzutage kein leichtes Problem, Bergwerksarbeiter zu beschaffen). Die Belegschaft einer Seite (die drei Vorortschichten und die Tagesschicht) betrug nie mehr als 250 Mann, während sie im Simplontunnel ungefähr 1500 Mann zählte. Selbstverständlich erklärt sich dieser Unterschied zum Teil auch durch die Vervollkommenheit des Bohrungs- und Schuttergerätes und dadurch, dass im Simplon der Vollausschub von Tunnel I von Hand gebohrt und die Verkleidung aus Mauerwerk und nicht aus Beton hergestellt wurde. Immerhin kann man mit Sicherheit behaupten, dass der Richtstollenvortrieb weit mehr, zumindest zwei- bis dreimal soviel, Personal benötigt als der Vollvortrieb. Die Arbeit ist immer noch eine harte. Sie erfolgt aber doch unter bedeutend leichteren Verhältnissen als früher. Ich erinnere mich an den Seufzer der Erleichterung der Leute, als wir nach dem Versuch mit Richtstollen wieder zu unserer normalen Bauweise zurückkehrten.

Der Vollvortrieb kann, wohlverstanden, nur angewendet werden, wo die geologischen Verhältnisse günstig sind. In dieser Beziehung sind die Erfahrungen des Stollens Isère-Arc besonders wertvoll im Hinblick auf die Erstellung von zwei anderen grossen Durchstichen, die gegenwärtig geplant sind und die gleiche geologische Formation, d. h. das kristalline Massiv der Belledonne, durchfahren sollen. Es sind dies der Mont-Blanc-Tunnel und der Stollen Arc-Isère für das Kraftwerk von Gencelin.

Wenn gesagt wurde, es seien für den Vollvortrieb günstige geologische Verhältnisse Voraussetzung, so ist beizufügen, dass das Heften des Felsens durch Ankerbolzen ein neues Verfahren ist, das ermöglicht, den Vollvortrieb auch in Gebirge anzuwenden, wo dies früher nicht denkbar gewesen wäre. Ein Spezialist dieses Verfahrens versichert, dass Anker von grosser Dehnbarkeit genügen können, um auch plastisches Gebirge zu stützen. Ich hatte keine Gelegenheit, dies zu erproben, da ich an diese Methode noch nicht dachte, als wir in der Mylonitzone waren. Ich will aber gern glauben, dass da sehr grosse Möglichkeiten bestehen.

Werden nun Strecken angetroffen, die nur durch Holzeinbau erfolgreich gestützt werden können, muss natürlich zu den guten alten Bauweisen zurückgekehrt werden. Ein Hauptvorteil der klassischen Bauweise liegt darin, dass der Sohlstollen eine Sondierung bildet, die gestattet, zum voraus die nötigen Anordnungen zu treffen. In einem ähnlichen Falle,

wo der Vortrieb wieder durch die Notwendigkeit aufgehalten würde, die Verkleidung bis unmittelbar vor Ort zu führen, wäre es, glaube ich, von Vorteil, über eine Ausrüstung zu verfügen, die ermöglichen würde, diesen Aufenthalt zum Vortreiben eines Erkundungsstollens von kleinstem Querschnitt zu benützen, durch den die Länge des zu durchfahrenden schlechten Gebirges rasch festgestellt werden könnte. Eine solche Erkundung würde viel besser als eine Sondierbohrung gestatten, die schwierige Frage der zu wählenden Bauweise in voller Kenntnis der Verhältnisse zu entscheiden. Denn der Vollvortrieb verlangt vor allem, dass um jeden Preis getrachtet werde, so lange wie möglich den Lichtraum für das Durchbringen der Geräte offen zu halten, um die Vollvortriebsmethode beibehalten zu können.

Die verwendete Ausrüstung hat sich bewährt, besonders der Conway-Bagger ist infolge seiner Leistungs- und Widerstandsfähigkeit ein bemerkenswertes Gerät. Voraussetzung ist allerdings, dass er sehr sorgfältig unterhalten werde.

Was die Förderung anbelangt, so wurde 1947 vorgeschlagen, dafür Lastwagen einzusetzen. Demgegenüber glaube ich jedoch, dass die Zeit des Geleises für die Förderung in langen Stollen und Tunneln dieses Durchmessers noch nicht vorbei ist. Eher kann man an ein Förderband denken als an Lastwagen.

Zum Abschluss möchte ich unterstreichen, dass, hier noch mehr als anderswo, die Einführung leistungsfähiger Maschinen die Hauptrolle des Menschen in keiner Weise vermindert hat. Vom Vertreter der Unternehmung, von dessen Impuls alles abhängt, über die Bauführer und Mineurvorarbeiter, auf deren Kenntnis des Gebirges die Sicherheit beruht, bis zu den Mineuren und Schutterern, deren Gewandtheit eine Hauptbedingung für gute Leistungen ist, sind es Menschen, die jederzeit den Fortschritt in Händen halten.

Die Ausbildung der Belegschaften und die Organisation der Rolle eines jeden in jeder Phase des Arbeitsverlaufes verlangen eine lange Arbeit. Natürlich hängt die Leistung der Arbeiter auch von der Vortriebsprämie ab, die im Tunnelbau einen sehr wirkungsvollen Antrieb geben kann. Dabei möchte ich darauf aufmerksam machen, dass meiner Meinung nach das Erzielen einer grossen Vortriebsgeschwindigkeit die Sicherheit durchaus nicht benachteiligt. Ich habe im Gegenteil während dieser ganzen Arbeit feststellen können, dass Leistung und Sicherheit Funktion ein und desselben Faktors sind: einer guten Organisation!

Es ist zu hoffen, dass die Erfahrung der Kader und Mannschaften, die im Durchstich Isère-Arc ausgebildet wurden, bald für die Ausführung ähnlicher Werke eingesetzt werden kann. Es ist sicher, dass wenn die, welche diesen Stollen ausführen und für die es sich mehrheitlich um eine neue Tätigkeit handelte, eine neue ähnliche Arbeit zugewiesen erhielten, ihnen die gewonnene Erfahrung gestatten würde, viel Zeit und Geld zu ersparen.

Bauherr dieses Alpendurchstiches waren, als Direktor der R. E. H. Alpes d'E. D. F., M. M. Chapouthier, Olivier-Mar-

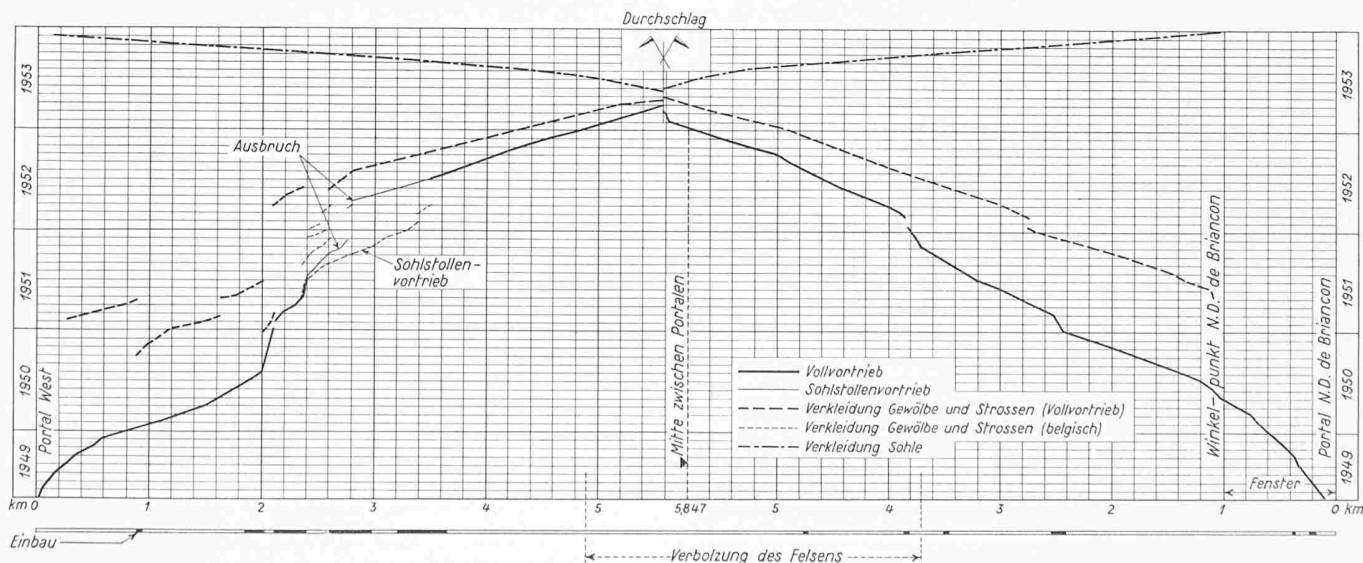


Bild 18. Arbeitsfortschritte des Durchstichs Isère-Arc, 1949 bis 1953

tin und zuletzt Pousse, unter deren Direktion mir die örtliche Bauleitung übertragen war. Bauunternehmung waren die Entreprises André Borie, Paris; Bohrarbeiten und Injektionen wurden durch die S. I. F. (Entreprise Bachy) ausgeführt.

Literaturverzeichnis

Chute Isère-Arc (Centrale de Randens), par P. Chapouthier et M. Kobilinsky, revue «Travaux», janvier 1951.

La chute Isère-Arc et la centrale de Randens, revue «Batir», Novembre 1953.

Une nouvelle application du boulonnage des roches, par D. Olivier-Martin, revue «Travaux», Juillet 1954.

L'exécution d'un grand souterrain pour l'aménagement hydroélectrique d'Isère-Arc, par D. Olivier-Martin et M. Kobilinsky, «La Technique Moderne Construction», Avril 1955.

Sur la géologie de la galerie Isère-Arc, par C. Bordet, «Bulletin de la Société Géologique de France» 1955.

Communication No. 16 du 5^e congrès des Grands Barrages, par MM. Ract-Madoux, Basset et Cambefort.

Calcul de la cheminée à étranglement de la chute Isère-Arc, par M. Bouvard et J. Molbert, revue «Houille Blanche», Mai 1953.

La centrale souterraine de Randens, par D. Olivier-Martin, «Annales de l'Institut Techn. du Bâtiment et des Travaux Publics», Décembre 1954.

«Darf man das?»

D. K. 72.092

Eine Frage ist das, die den Architekten beschäftigt, welcher an einem Wettbewerb teilgenommen und einen Entwurf abgegeben hatte, der entweder nicht preisgekrönt, etwa bloss angekauft oder vielleicht sogar prämiert, *nicht aber zur Weiterbearbeitung auserkoren worden war*. Wenn er nun diesen, seinen unglücklichen Entwurf in irgend einer Form wiederfindet, von einem andern, glücklicheren Kollegen weiterentwickelt, der sich auf das geistige Eigentum eines Ausgeschiedenen stützt und dessen Ideen ausschöpfen kann, dann fragt er sich: «Darf man das?»

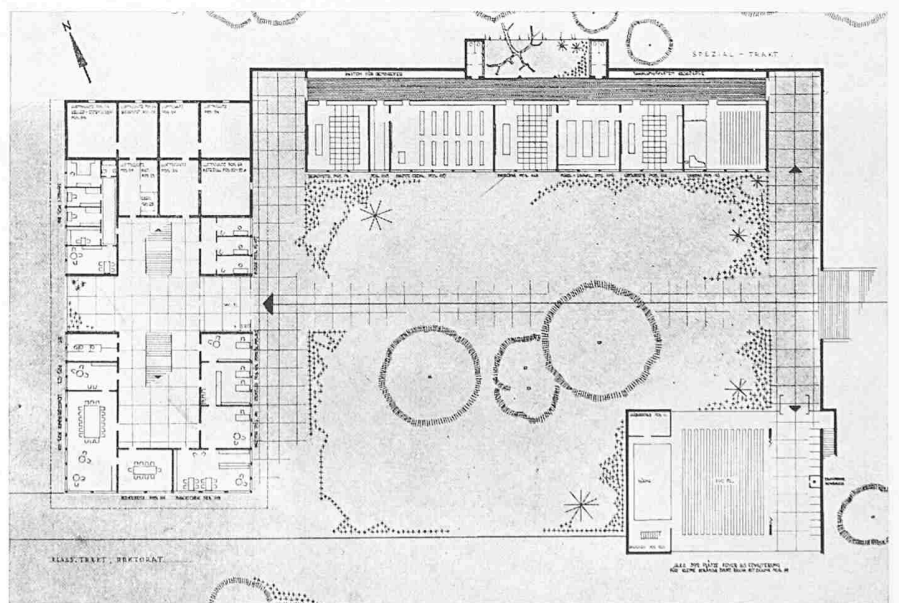
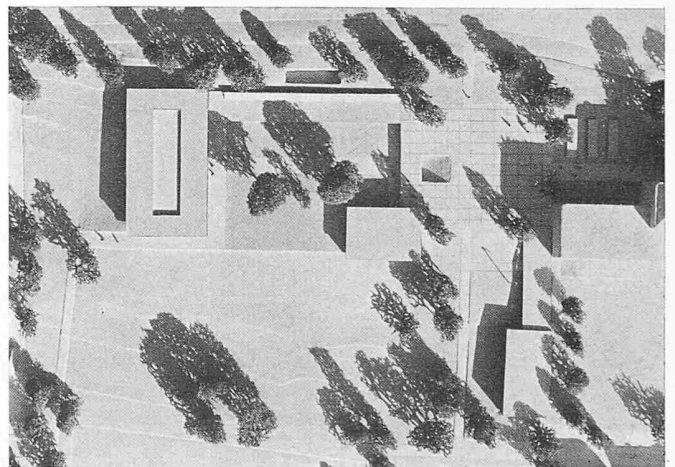
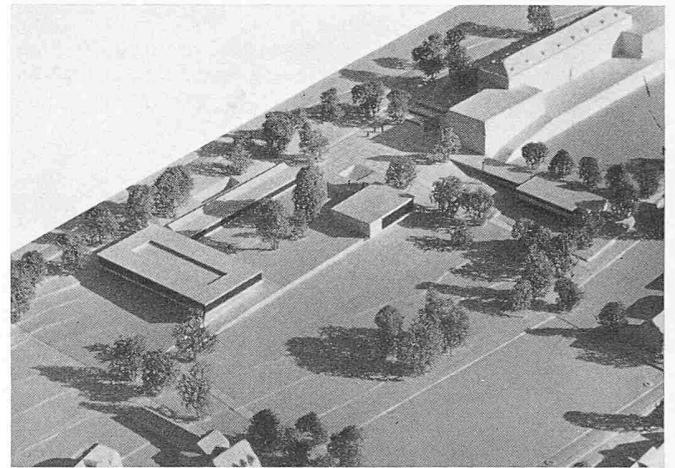
Zur Illustration bringen wir einen Fall, der sich soeben ereignet hat. Im Wettbewerb für die Erweiterungsbauten der Kantonsschule Winterthur wurde der Entwurf von Schucan und Ziegler (Zürich) im 7. Rang placiert und angekauft. Die vier ersten Preisträger (s. Veröffentlichung ihrer Projekte in SBZ 1955, Nr. 10, S. 132) wurden gemäss Empfehlung des Preisgerichtes zu einem engeren Wettbewerb eingeladen. Sie lieferten neue Projekte ab, die das gleiche Preisgericht erneut beurteilen konnte. Frappant, die Aehnlichkeit der Situationslösung des in der zweiten Runde als bestes erkannten Projektes mit dem Schucan-Ziegler'schen der ersten Runde; ähnlich der Aufbau und ähnlich der Grundriss. E. Lanter, der zur Bauausführung empfohlen wurde, konnte die Grundlage des seinerzeit angekauften Entwurfes übernehmen, musste es offenbar tun, weil sie besser als seine eigene war.

Wer von beiden mir mehr leid tut, das muss ich dahingestellt sein lassen. Der eine trauert seiner guten Idee nach, der andere sitzt auf Kohlen. Es liegt nun in der Natur des Wettbewerbes, dass sich der einen Wettbewerb ausschreibende Bauherr nicht nur einen guten Architekten, sondern auch den besten Entwurf sucht. Die in letzter Zeit häufig angewandte Regel, mehrere Verfasser zur Ueberarbeitung ihrer Entwürfe aufzufordern, bringt es nun mit sich, dass man das beste sucht und es dort nimmt, wo man es findet.

Beim kürzlich entschiedenen Wettbewerb für ein Primarschulhaus in Neuhausen wurde beschlossen, den zur Weiterbearbeitung ihrer Entwürfe aufgeforderten Kollegen nahezulegen, ihre eigenen Grundgedanken weiter zu entwickeln und nicht diejenigen anderer Teilnehmer! Er wurde also von der ausschreibenden Behörde und vom Preisgericht als korrekt bezeichnet, wenn nur

eigenes Gedankengut benutzt werde. Vom Standpunkt der Bauherrschaft bestimmt ein Verzicht, für die Teilnehmer der zweiten Runde Sicherheit und Einschränkung zugleich. Hier werden die Architekten nur noch ein eingegrenztes Wirkungsfeld haben, und der Gemeinde kann vielleicht ein wertvoller Gedanke verlorengehen.

Was ist nun richtig? Diese Frage einmal gründlich zu behandeln, wäre wichtig, denn immer wieder hört man vom Diebstahl geistigen Eigentums und vom Plagiat (dies auch



Im ersten Wettbewerb angekaufter, im siebenten Rang klassierter Entwurf der Architekten Schucan und Ziegler, Zürich. Oben Modellansicht aus Südosten, Mitte Situationsplan, unten Erdgeschossgrundriss