Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 107/108 (1936)
Heft: 8

Artikel: Erfahrungen aus dem Druckstollenbau
Autor: Kocher-Preiswerk, H.F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-48355

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: 09.07.2025

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

INHALT: Erfahrungen aus dem Druckstollenbau. — Neueres über Federstähle. — Umbau des Hauses C. F. Meyer in Kilchberg (Tafel 3/4). — Neue Anwendungen der Ultraschallwellen. — Dieseltriebwagen der Schweiz. Bundesbahnen. — Mitteilungen: Die Gefahren der Metallverarbeitung. Sechsachsiger Doppeldecksteuerwagen «Lübeck». Der Schalenbau. Die 130 Jahre alte Brücke aus Lärchenholz. Versuchsergebnisse einer 36000 kW-Dampfturbine für Dampf von 120 kg/cm² und 480° C. Eine Kabelleitung für 220000 Volt. Akustische Spannungsmessung an Staumauern. Vom Freibad Allenmoos in Zürich. Das Leichtmetall «Vedal». Die Graphische Sammlung der E. T. H. Zur Bemessung von Schraubenverbindungen. — Wettbewerbe: Röm.-katholische Kirche Schönenwerd. — Nekrologe: Emil Vogt. Edm. Emmanuel. Paul Dieter. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine.

Band 108

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 mitgenauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 8

Erfahrungen aus dem Druckstollenbau.

Von Ing. H. F. KOCHER-PREISWERK, Basel-Riehen.

1. Einleitung.

Es ist auffallend, wie oft bei Entwurf und Ausführung von Bauten einerseits nur mehr oder weniger allgemein bekannte und gewohnte, den örtlichen Verhältnissen aber zu wenig angepasste und daher unzulängliche Wege gegangen werden, anderseits wieder längst bekannte Erfahrungen und neue fruchtbringende Gesichtspunkte nicht berücksichtigt werden. sodass immer wieder falsche Auffassungen Platz greifen und dadurch empfindliche Schäden entstehen können. In dieser Hinsicht sollten die Beschreibungen ausgeführter Anlagen kritischer gehalten sein und auch jene Massnahmen, die von Anfang verfehlt waren, oder sich im Laufe der Bauausführung als unzulänglich erwiesen haben, schildern, und die daraus enstandenen Folgen bekannt geben.

Im Nachstehenden sollen daher einige Erfahrungen aus dem Druckstollenbau bekannt gegeben werden, darunter auch solche, die leider zu spät erkannt wurden, um schwerwiegende finanzielle Auswirkungen zu verhüten. Dabei sind die Druckstollen des *Achenseewerkes bei Jenbach* im Tirol (ausgeführt 1925/27) und des *Sernfwerkes bei Schwanden*, Glarus (1929/32), bei denen der Verfasser mit der örtlichen Bauleitung betraut war, besonders berücksichtigt worden.

2. Linienführung.

Die geologisch-technische Linienführung ist wohl das schwierigste Problem im Stollenbau. Bei der Wahl des Tracé muss vor allem berücksichtigt werden, dass sich entsprechend dem Wasserdruck im Stollen um ihn herum eine gefährdete Zone bildet, in die das Wasser, wenn es aus dem Stollen austreten kann, einzudringen versucht. Es ist daher festzustellen, welchen Widerstand das Wasser in dieser Gefahrzone findet. Besonders schwierig ist die Trassierung der Hang- oder Lehnenstollen, wo die Höhen- und Tiefenlage von grösster Wichtigkeit sind. Der Hangstollen wird der kürzeren Zugänge wegen oft zu wenig tief in die Randzone der Talhänge verlegt, die meist als Folgen der Verwitterung, der Talverschüttungen und tektonischer Vorgänge keinen homogenen Aufbau zeigen und oft bis in grosse Tiefen in noch herrschenden, oder nur zeitweilig zum Stillstand gekommenen Setzungsbewegungen sind, sodass der geringste Anlass weitere Bewegung oder Bergdruck auslösen kann. Um Risse in der Stollenverkleidung zu vermeiden, empfiehlt es sich immer, mit dem Stollen die weniger gestörten und unnachgiebigen Gebirgschichten im Innern aufzusuchen, selbst wenn dadurch der eine oder andere Fensterzugang länger wird oder ganz aufgegeben werden muss. Dieser fundamentalen Forderung trägt man oft nicht genügend Rechnung. So z. B. beim Sernfwerk; es erübrigt sich hier, näher auf die dadurch veranlasste Stollenverlegung einzutreten, da sie in der «SBZ» (Bd. 106,) vor kurzem eingehend beschrieben worden ist; es sei aber darauf verwiesen.

3. Anlage der Querstollen oder Fenster.

Im allgemeinen werden die Querstollen da vorgesehen, wo sie am kürzesten ausfallen. Diesem Ziele nachstrebend, werden sie oft angelegt, wo Rinnen die Talhänge einkerben, wobei übersehen wird, dass hier wohl eine tiefere Ausräumung stattgefunden hat, aber auch tiefergehende Natureingriffe möglich waren, d. h. die zerstörende Wirkung auch tiefer ins Gebirge hineinreicht. Solche ungünstige Querstollen können allerdings oft gute Aufschlüsse über den Aufbau des Talhanges vermitteln, also für die Abklärung der geologischen Verhältnisse sehr wertvoll sein.

Meistens durchfährt man mit dem Fensterstollen auf längere Strecken dem Fels vorgelagerte Gehängeschutt- und Moränedecken. In diesen Strecken ist mit einem Niedergehen des Einbaues sicher zu rechnen, da das Fenster gewöhnlich am längsten im Einbau stehen bleibt. Der Einbau muss daher von Anfang an eine reichliche Ueberhöhung erhalten, will man ein späteres, sehr zeitraubendes und kostspieliges Auffirsten vermeiden.

Der einwandfreien Abführung des Drainagewassers ist in den Fensterstrecken im lockern, ungebundenen Hangschutt besondere Aufmerksamkeit zu schenken, weil auch durch unbedeutende, aber ständige Wasserverluste leicht Rutschflächen und in der weitern Folge Erdschlipfe mit Zerstörung der Zugänge eintreten können.

4. Stollenvortrieb und Ausbruch.

Auch beim Druckstollenbau, ganz kleine Querschnitte ausgenommen, ist der Vortrieb eines Richtstollens von rd. 4 m² die Regel. Die Ausweitung auf das volle Stollenprofil folgt in einem gewissen Abstand, meistens erst nach dem Durchschlag des betreffenden Stollenstückes. Die Ausbruchkosten sind dabei für Querschnitte bis rd. 6 m² höher als beim sofortigen Ausbruch des ganzen Profiles. Dieser Bauvorgang hat aber bezüglich Lüftung, Wasserhaltung und Förderung so wesentliche Vorteile, dass die Mehrkosten des Ausbruches durch diese aufgewogen werden, ganz besonders dann, wenn eine Unterteilung des Stollens durch Fenster nicht, oder nur begrenzt möglich ist.

Der *Fortschritt* beim Stollenvortrieb hängt in Strecken ohne Einbau ausschliesslich von der erforderlichen Schutterungszeit ab. Während es im Laufe der Zeit möglich war, durch Verbesserungen an den Bohrgeräten den Zeitaufwand für das Abbohren der Brust erheblich herunterzudrücken, ist es nicht gelungen, die Schutterung technisch zu vervollkommnen. Versuche mit maschineller Schutterung in kleinen Stollen haben bisher nicht befriedigt, sodass diese im Richtstollen auch heute noch manuell erfolgt. Der Durchschlag eines Stollens und damit die ganze Bauzeit wird also im wesentlichen vom Querschnitt des Richtstollens bestimmt, weshalb dieser möglichst knapp bemessen wird.

Beim Achensee- und beim Sernfwerk wurden Richtstollen von rd. 4 m² so angesetzt, dass ihre Sohle mit dem fertigen Sohlenaushub des Stollenprofils übereinstimmte und später nur ein Nachnehmen der Firste und Ulmen erforderte. Diese Bauweise war besonders bei der vorzeitigen Verlegung der Stollendrainage zweckmässig. In Strecken mit Einbau dagegen wurde der Richtstollen mit der ganzen Ausbruchhöhe vorgetrieben, sodass für die Ausweitung nur die Ulmen stehen blieben. Sein Querschnitt wurde dadurch allerdings vergrössert (5 bis 7 m²), doch konnte damit das schwierige und zeitraubende Auswechseln des Firstverzuges bei der Ausweitung vermieden werden.

Es gibt wohl kaum einen andern Ingenieurbau, der mehr nach der Anwendung des *Taylorsystemes* verlangt, als der Stollenbau mit seinen mit jedem Laufmeter sich wiederholenden Arbeiten. Während öfterer Wechsel in der Tätigkeit des Arbeiters bald den besten Facharbeiter verdirbt, werden sogar ungelernte Arbeitslose allmählich routinierte Spezialisten, wenn sie durch ein geeignetes Lohnsystem am Erfolg interessiert werden. Der bauleitende Ingenieur darf daher nicht ausser Acht lassen, dass eine Einflussnahme auf die Stollenarbeiten im Sinne der neuzeitlichen Arbeitsmethoden wertlos bleibt, solange die alltäglichen Handgriffe nicht ständig überwacht und verbessert werden. Durch Anwendung und Ueberwachung geeigneter Massnahmen auf der Baustelle, die dem Aussenstehenden oft unwesentlich erscheinen, sind schon öfters Resultate erzielt worden, die in ihrer Gesamtheit den finanziellen Erfolg des ganzen Baues entschieden haben.

Die Vortriebsverhältnisse beim *Achenseestollen* waren im Allgemeinen günstige (Abb. 1 und 2). Mit Ausnahme des Verbindungsstückes vom Schieberschacht des Einlaufwerkes bis zum anstehenden Fels, das mittels Druckschild im Seeschlamm, Bergschutt und Moräne erstellt werden musste, war nur eine rund 400 m lange Strecke in der Rauhwacke mit Einbau versehen, der übrige Teil des 4500 m langen Druckstollens lag im standfesten Guttenstein- und Wettersteinkalk. Bei dreischichtigem Betrieb, mit je zwei Bohrhämmern vor Ort, wurden nachstehende Vortriebsleistungen erzielt:

	Tagesfortschritt	Mittel	Max.
Guttenstein- und Wettersteinkalk, trocken,	F = 4,5 m²	5,4 m'	8,0 m'
Guttenstein- und Wettersteinkalk mit Wassereinbruch,	F = 5,4 m²	4,2 m'	6,6 m'
Rauhwacke mit Einbau	F = 6,9 m²	2,4 m'	4,0 m'

Durch Ansetzung entsprechender Leistungsprämien und durch intensive Ueberwachung der einzelnen Stollenarbeiten war es schon nach kurzer Zeit möglich, in Strecken ohne Einbau regelmässig zwei Abschüsse pro Schicht und damit obige Fortschrittleistungen zu erreichen. Wenn der Durchschlag des Stollens doch erst nach 16 Monaten erfolgte, so hat das seinen Grund darin, dass im Baerenkopfstollen grosse Wassereinbrüche erfolgten, die bald zur vollständigen Einstellung des Vortriebes auf der Nordseite, sowie zu einer dreimonatlichen Unterbrechung auf der Südseite, zwecks Erstellung der Drainageleitungen, zwangen.

Beim *Sernfstollen* waren die Verhältnisse auch nach der Stollenverlegung nicht so günstig. Die am Eingang und am Ende des Stollens vorgelagerten mächtigen Gehängeschutt- und Moränedecken, die Uebergangstrecke zwischen Flysch und Verrucano, die bald nach der Aufschliessung Druckerscheinungen zeigten, erforderten starken Einbau. Ferner verlangten auch die im standfesten Fels immer wieder angeschnittenen Klüfte und Spalten einen starken Kopfschutz und die Ableitung beträchtlicher Wassereinbrüche. Die Vortriebleistungen waren deshalb hier bedeutend geringer. Zur Auffahrung des 4200 m langen Stollens wurden 20 Monate benötigt, weil auch hier der Stollenvortrieb von den Fenstern II und III aus, zur Erstellung der Drainageleitungen, für drei Monate ganz eingestellt werden musste.

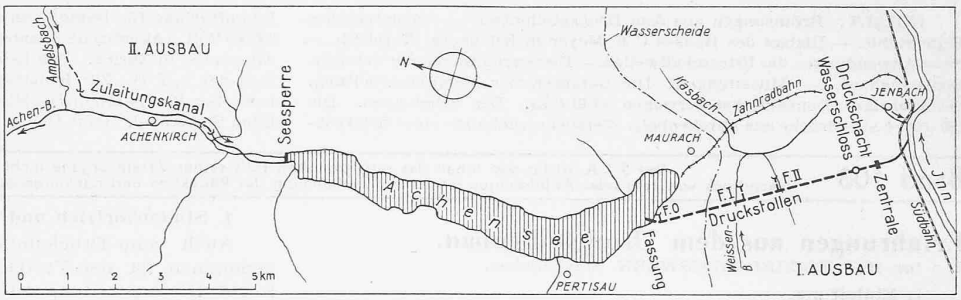

Abb. 1. Uebersichtskarte des Achsensee-Kraftwerks bei Jenbach, Tirol. — Masstab 1 : 150 000.

Bei der Aufstellung des Bauprogrammes muss mit Verzögerungen durch solche Ereignisse immer gerechnet werden, hat doch die Erstellung der Drainageleitungen, die im Bauprogramm beider Anlagen vorgesehen war, weil sie zum Teil früher als vorgesehen ausgeführt werden musste, grosse zeitliche Verschiebungen des Durchschlages bedingt. Beim Achenseewerk konnte dieser Zeitverlust bei den nachfolgenden Arbeiten wieder eingeholt werden, während er beim Sernfwerk im Verein mit der Stollenverlegung zu einer Ueberschreitung des Fertigstellungstermins um volle fünf Monate führte.

Die Ausweitung des Richtstollens auf das volle Stollenprofil erfolgt meistens von beiden Seiten gegen die Mitte hin, um die Förderung für die nachfolgende Ausmauerung nicht zu stören. Nur in Strecken mit Wasserandrang ist es zu empfehlen, die Ausweitung von einer Seite aus im steigenden Ast vorzunehmen da gewöhnlich mit dem Sohlenaushub gleichzeitig auch die Drainageleitungen verlegt werden.

Von grösster Wichtigkeit ist die sorgfältige Einhaltung des endgültigen Ausbruchprofiles. Bei grossen Tunneln spielt der ungewollte Mehrausbruch eine unbedeutende Rolle. Bei Druckstollen mit relativ kleinen Querschnitten und ganz besonders in ausgemauerten Strecken dagegen beeinflusst das Ueberprofil die Baukosten ganz erheblich, da der Mehrausbruch wieder durch gutes Mauerwerk ersetzt werden muss. Das ist ein weiterer Grund, warum auch bei kleinen Stollenquerschnitten zuerst ein Richtstollen vorgetrieben und das Nachnehmen auf das volle Profil, unabhängig vom hastenden Vortrieb, rückwärts in Ruhe vorgenommen wird. Das Nachnehmen des Ausbruchprofiles muss umso sorgfältiger erfolgen, je teurer die Stollenauskleidung ist. Durch wiederholte Anordnung von nur kleinen Schüssen und Beseitigung kleiner Felszähne mittels Abbauhämmern, war es beim Achenseestollen möglich, das Ueberprofil im Guttenstein- und Wettersteinkalk auf 0,7 m³ pro m′ oder auf 8 % der Ausbruch-, bezw. 29 % der Betonkubatur herunterzudrücken. Beim Sernfstollen in schwer schiessbarem, rissigem Verrucano, wo mit Schrämmen nichts erreicht werden konnte, betrug das Ueberprofil im Mittel 0,8 m³ pro m′ oder 16 % der Ausbruch-, bezw. 53 % der Betonkubatur.

5. Wasserhaltung.

Ueber den Umfang der notwendigen Wasserhaltung ist man bei Inangriffnahme eines Stollenbaues wohl selten im Klaren. Selbst bei gründlichen geologischen Vorerhebungen können höchstens das Auftreten von Gebirgswasser und die voraussichtlichen Einbruchstellen festgestellt werden, doch lassen sich nie zuverlässige Angaben über die zu erwartenden Abflussmengen machen. Der Ingenieur muss daher immer mit der Möglichkeit überraschender Wassereinbrüche, die die Arbeiten beeinträchtigen, rechnen, wenn durch den Stollen Grundwasserbecken, oder mit Wasser gefüllte Hohlräume und Spalten angeschnitten werden. Ob eine natürliche Stollenentwässerung mittels Drainagen genügt oder ob Installationen für eine künstliche Wasserhaltung notwendig sind, zeigt sich gewöhnlich erst im Laufe des Stollenvortriebes, also zu einer Zeit wo die Vereinbarungen zwischen Bauherrschaft und Unternehmung bereits abgeschlossen sind. Aus diesem Grunde sollte jeder Bauvertrag vorsichtigerweise die notwendigen Reserven und generelle Preiszuschläge enthalten, damit sich spätere, bereits unter dem Druck solcher Ereignisse stehende Verhandlungen erübrigen.

Beim **Achenseewerk** zeigte der Bärenkopfstollen (zwischen Fenster 0 und I) ausserordentlich starken Wasserandrang, während der übrige Teil des Stollens (von Fenster I abwärts) staubtrocken war. Diese Eigentümlichkeit lässt sich durch die geologische Entwicklungsgeschichte des Achensees[1]) erklären.

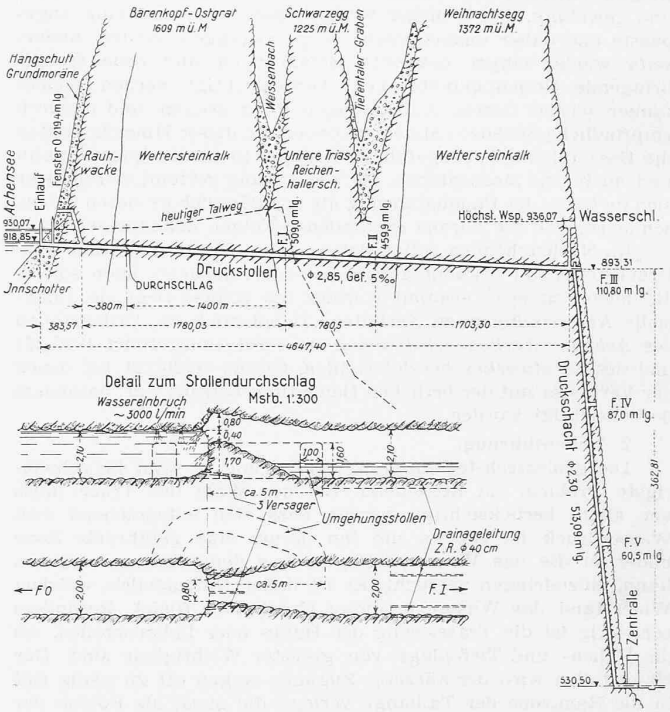

Abb. 2. Längenprofil 1 : 60 000/6000 und Abb. 2a Durchschlagstelle 1 : 300.

Beim Fenster 0 (Abb. 3), das mit Rücksicht auf die Arbeiten beim Einlaufbauwerk etwa 30 m über dem Seespiegel angesetzt wurde und aus einem rd. 130 m langen Fensterstollen und einem rd. 90 m langen schrägen Schacht bestand, war eine künstliche Wasserhaltung gleich zu Beginn des Schrägschachtes notwendig. Zu diesem Zwecke wurde etwa 10 m hinter der Brust ein Pumpenaggregat von 250 bis 1000 l/m aufgestellt, das dem Vortrieb folgend jeweils versetzt wurde. Das an der Brust sich noch sammelnde Wasser wurde mit einer Handpumpe zur Vortriebspumpe zurück gefördert. Bei jedem Abschuss mussten die Pumpen jedoch stillgelegt und aus dem Schussbereich entfernt werden. Dauerte dabei die Unterbrechung in der Wasserhaltung aus irgend welchen Gründen etwas länger, so füllte sich der Schacht zu hoch mit Wasser, und musste dann mittels eines fahrbaren Pumpenaggregates, das mit der Aufzugswinde in den Schacht hinabgelassen wurde, soweit abgepumpt werden, bis die Aufstellung der Vortriebspumpe wieder möglich war. Sobald der Schrägschacht die Sohle des Hauptstollens erreicht hatte, wurde im Kreuzungspunkt eine stationäre Pumpanlage, bestehend aus 3 Kreiselpumpen von je 2000 l/m installiert, um das Wasser durch den Schacht hochzupumpen. Dabei mussten alle Vorkehrungen getroffen werden, die bei einem plötzlichen Wassereinbruch oder einer Störung durch Stromunterbruch ein rasches Entfernen der Pumpenmotoren ermöglichten.

Während dem weitern Vortrieb des Hauptstollens ist aber diese Pumpanlage dann mehrmals unter Wasser gekommen und konnte erst nach tagelangem Abpumpen des Schachtes mittels der fahrbaren Pumpanlage wieder in Betrieb gesetzt werden. Mit Rücksicht auf die Wasserhaltung wurde der Vortrieb des Hauptstollens gegen den See hin vorläufig nicht in Angriff

[1]) Siehe dies im Aufsatz: Vom geologischen Aufbau der Achenseeufer und der Spiegelabsenkung, von *O. Ampferer* und *J. Berger*, «SBZ» Bd. 93, S. 170* (6. April 1929).

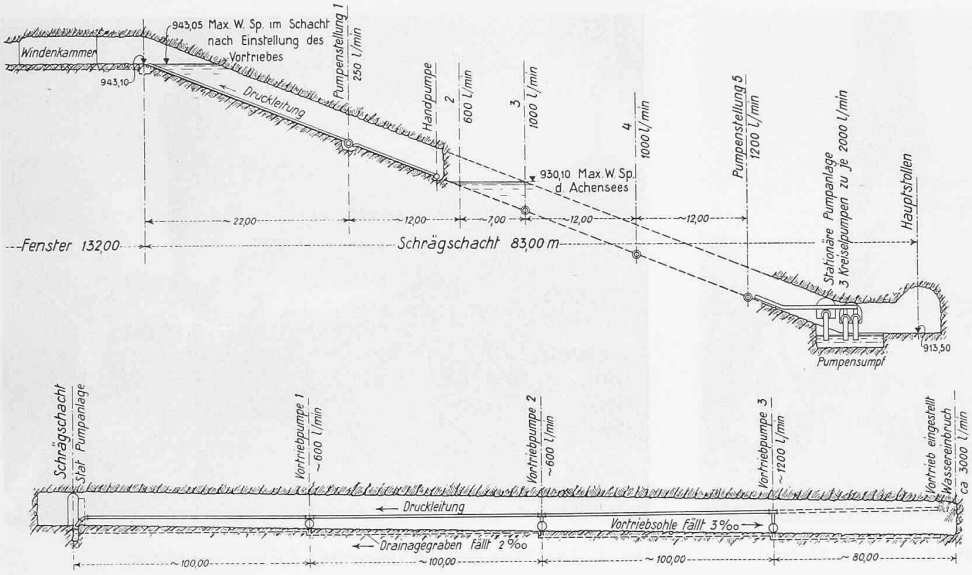

Abb. 3. Oben Fenster O mit Schrägschacht 1 : 750; unten Vortrieb-Entwässerung L. 1 : 3000, H. 1 : 600.

genommen, sondern nur gegen Fenster I hin. Um das Wasser aus dem fallenden Stollenast zur zentralen Pumpenanlage zu fördern, wurde der Sohlengraben im Gegengefälle angelegt. Bei einer Tiefe von 80 cm und einem Gefälle von 2‰ musste dieser alle 100 m abgesetzt und an diesen Stellen kleine Vortriebspumpen, die in eine gemeinschaftliche Druckleitung förderten, eingeschaltet werden Abb. 3). Auf diese Weise gelang es, den Stollen 380 m weit vorzutreiben; dann erfolgte aber ein grosser Wassereinbruch, zu dessen Bewältigung die bereits installierte Pumpenleistung von etwa 250 PS nicht mehr ausreichte. Da eine weitere Vergrösserung der Wasserhaltungsinstallation zu unwirtschaftlichen Kosten geführt hätte, entschloss man sich, den Vortrieb von dieser Seite einzustellen und den Stollen samt Schrägschacht ersaufen zu lassen. Der Wasserzufluss bei der Einstellung des Vortriebes betrug in diesem Stollenabschnitt etwa 7000 l/m; er nahm mit der Füllung des Schrägschachtes bedeutend ab, betrug aber, als das Wasser den natürlichen Abfluss durch das Fenster fand, immerhin noch rund 4000 l/m.

Der 1780 m lange Bärenkopfstollen konnte nun nur vom Fenster I aus aufgefahren werden. Zunächst ging der Vortrieb gut, je mehr man sich aber dem ersoffenen Stollenstück näherte, desto grösser wurden die Schwierigkeiten durch zunehmenden Wasserandrang. In einer Entfernung von 1330 m ab Fenster erfolgte dann ebenfalls ein konzentrierter Wassereinbruch von rund 4000 l/m, worauf — obwohl nur noch 70 m zum Durchschlag fehlten — der Vortrieb auch hier eingestellt werden musste, um vorerst die Abflussverhältnisse in der bereits aufgefahrenen Strecke zu verbessern. Zu diesem Zwecke wurde der Stollen vor der letzten Wassereinbruchstelle abgemauert, auf der ganzen Strecke der Sohlenaushub gemacht und gleichzeitig je eine Drainageleitung aus Zementrohren von 40 cm ∅ an beiden Ulmen verlegt, die alle 50 m Putz- und Einfallschächte erhielten. Nach Beendigung dieser Arbeiten, die genau drei Monate in Anspruch nahmen, konnte die Sperrmauer entfernt und der Vortrieb wieder aufgenommen werden. Die Auffahrung der letzten 70 m bot jedoch fast unüberwindliche Schwierigkeiten. Die Stollenarbeiter mussten bis an die Hüften im kalten Wasser stehend arbeiten, die Sprengladungen konnten nur in Blechröhren wasserdicht verpackt eingebracht und mussten in den Bohrlöchern, aus denen das Wasser unter grossem Druck schoss, verkeilt werden. Alle zwei bis drei Stunden war ein Wechsel der Belegschaft nötig, da diese trotz reichlicher Versorgung mit Wasserkleidern schon nach kurzer Zeit ganz durchnässt war.

Für die Schlussprengung zum Durchschlag (Abb. 2a) waren umfassende Sicherungsmassnahmen notwendig, um die im ersoffenen Stollen aufgespeicherte Wassermenge von rd. 3000 m³ nicht plötzlich zum Abfluss zu bringen und weil sich auf der Nordseite noch drei Sohlenschüsse befanden, die seinerzeit wegen des überraschenden Wassereinbruches nicht mehr zum Abschuss gebracht werden konnten. Nachdem der letzte Angriff auf der Nordseite harten, kompakten Fels gezeigt hatte, wurde angenommen, dass auf weitere 5 m die gleiche Gebirgsbeschaffenheit angetroffen werde, und dies beim Vortrieb der letzten 12 m vor jeder Bohrung durch 3 bis 4 m lange Sonden festgestellt. Damit der Wasserdruck, der an der Brust rd. 3 at betrug, die Trennwand nicht überraschend durchdrücken konnte, wurde die Stollensohle rd. 5 m vor der Durchschlagstelle stark steigend angelegt und das Profil auf 1,2 × 0,8 m verkleinert. Um die drei Steckschüsse entfernen zu können, musste eine vollständige Entleerung des Stollens erfolgen, wozu ein in Sohlenhöhe vorgetriebener kleiner Umgehungsstollen dienen sollte. Nachdem der Durchbruch im Stollenscheitel programmgemäss erfolgt und das unter Druck stehende Wasser abgelaufen war, gelang es einem Mineur, die drei Steckschüsse unter Wasser zu entfernen, sodass man auf die Erstellung des Hilfstollens verzichten konnte.

Die Fassung und Einleitung der unter Druck austretenden Quellen, sowie das Schliessen der Putz- und Einfallschächte der Drainageleitungen, die wegen der grossen Abflussmenge (12 bis 14 000 l/m) unter einem gewissen Ueberdruck standen, verursachten noch erhebliche Schwierigkeiten. So mussten die Drainageleitungen zum Schliessen der Schächte abgesperrt und das Wasser vom vorhergehenden bis zum nächstfolgenden Schacht durch den Stollen umgeleitet werden. Der Schacht selbst wurde durch Fangdämme umschlossen, damit man im ruhigen Wasser zubetonieren konnte. Da Drainageleitungen stets schwache Stellen der Stollenauskleidung bedeuten, musste das Schliessen mit der grössten Sorgfalt ausgeführt werden, was durch Verwendung des bekannten Dichtungsmittels «Sika» auch restlos gelang. Folgende Tabelle zeigt die Aufwendungen in Hilfsarbeiterstunden für den Vortrieb des Richtstollens in verschiedenen Abschnitten. Die Behinderung der Arbeiten durch die Wassereinbrüche geht daraus deutlich hervor.

Stundenaufwand pro m Richtstollen-Vortrieb	ohne Einbau $F = 4{,}5$ m²	mit Einbau $F = 6{,}9$ m²
Stollen unterhalb Fenster I, trocken . .	75,6	164,6
Bärenkopfstollen Süd:		
Wassermenge 250 l/min	102,8	—
„ 300 ÷ 1200 l/min . . .	126,1	—
Bärenkopfstollen Nord:		
Wassermenge 600 ÷ 1200 l/min . . .	—	329,5
„ 1200 ÷ 6000 l/min . . .	410,9	—

(Schluss folgt.)

Neueres über Federstähle.

In «Engineering» vom 17. Mai 1935 berichten J. H. Andrew und G. T. Richardson über Vergleichsversuche zur Ermittlung der günstigsten *Herstellungsbedingungen* von Federstählen. *Ofenbauart.* Eine Gasfeuerung mit Luftgebläse durch das Koksbett erwies sich in Bezug auf geringe Zunderung und Randentkohlung, eine automatische Kohlenfeuerung, bei der das Werkstück in Berührung mit den Rauchgasen war, hinsichtlich Entkohlung, Gefüge und gleichmässiger Härte am günstigsten. Die *Walzversuche* ergaben ein umso gleichmässigeres Gefüge, je höher die Walztemperatur und je grösser die Querschnittabnahme pro Stich war. Bei 80 % Querschnittabnahme wurde völlige Gleichmässigkeit der Platte erreicht. Der nur 2 bis 3 min dauernde Walzprozess vergrösserte die Randentkohlung beträchtlich. *Glühversuche vor dem Walzen* mit einem Si-Mn-Stahl verhinderten, bei 1200 ° C ½ h lang ausgeführt, die Randentkohlung fast völlig dank der Bildung einer schützenden Zunderhaut und der Kohlenstoffdiffusion von innen nach aussen. Beim *Abschrekken* der selben Stahlsorte in Oel müsste die Temperatur mindestens auf 1050 ° C gebracht werden, um gleichmässige Härte (380 kg/mm² Brinell) im Querschnitt des Federblattes zu erzielen. Bei hoher Temperatur diffundiert Kohlenstoff leichter und bleibt nach dem Abschrecken feiner verteilt. Vergleichsversuche mit drei *Stahlsorten*, einem Si-Mn-, einem reinen 0,6 % C- und einem Cr-V-Stahl (0,52 % C, 1,27 % Cr, 0,25 % V) erwiesen eine Unterlegenheit des Si-Mn-Stahles gegenüber den beiden andern Sorten hinsichtlich Randentkohlung und Schwierigkeit eines gleichmässigen Durchhärtens. Am besten scheint sich der Cr-V-Stahl zu eignen, weil er am wenigsten zundert, der Zunder gut haftet und keine Kerben an der Oberfläche — mangels interkristalliner