Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 70 (1952)
Heft: 41

Artikel: Erfahrungen beim Bau des Kraftwerkes Handeck II
Autor: Bächtold, J.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-59689

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: 26.07.2025

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

Höherentwicklung der aufgeladenen Diesel- und Gasmotoren zu betrachten, sondern auch als eine ernsthafte Alternative im Bereiche der Gasturbinen. Es kann in diesem Zusammenhange auch auf entsprechende Aeusserungen von Dr. h. c. Alfred Büchi [9] und von A. L. London [13] hingewiesen werden.

«Treibgaserzeuger» bestehen aus aufgeladenen Diesel- oder Gasmotorenzylindern und ihren zugehörigen Aufladekompressoren, wobei die Aufladung so hoch getrieben ist, dass die Leistung der Diesel- oder Gasmotorenkolben von den Aufladekompressorkolben vollständig aufgenommen wird. Aus diesem Grunde ist wohl eine kraftschlüssige Verbindung zwischen jedem Dieselkolben und seinem zugeordneten Aufladekolben notwendig, nicht aber eine Verbindung zwischen den einzelnen Dieselkolben untereinander. Daher wurden Treibgaserzeuger bisher nicht nur in Kurbelwellenbauart mit untereinander kinematisch verbundenen Dieselkolben ausgeführt, sondern auch in Freikolbenbauart ohne Kurbelwellen. Der Freikolbentreibgaserzeuger, der im Zweitaktverfahren mit zwei gegenläufigen Kolben arbeitet, ist heute eine durchentwickelte Konstruktion [13], [14], welche zahlreiche Vorzüge aufweist: unabhängige Zylinder, keine Deckel und Ventile am Dieselzylinder, kleine Kühlwärme abführende Flächen am Verbrennungsraum, automatische Anpassung des Kompressionsraumes im Dieselzylinder an den mit der Belastung ändernden Aufladedruck. Anderseits brauchen sie Pufferungsräume mit zugehöriger Druckregelung und ein Gestänge zur Synchronisierung des Gegenlaufes der beiden Kolben.

Die von den Götaverken in Göteborg ausgeführten Treibgasanlagen [8] haben Zweitakt-Kurbelwellentreibgaserzeuger verwendet, mit Einlass-Schlitzen in den Zylinderbüchsen und Auslassventilen in den Zylinderdeckeln. Diese Ventile wurden umso später geschlossen, je höher die Aufladung war, so dass die Kompressions- und Zünddrücke im Dieselzylinder mit steigender Aufladung nicht zunahmen. Eine erste Schiffsanlage von 1000 PSe verwendete an Stelle der Gasturbine einen mit der Propellerwelle gekuppelten Kolbentreibgasmotor. Eine zweite Schiffsanlage von 6500 PSe hatte Gasturbinen von De Laval. Als Ergebnis wurde veröffentlicht: Treibgastemperatur 433 ° C, Treibgasdruck 4 atü, thermischer Wirkungsgrad 37,5 %. Die Arbeiten der Götaverken wurden 1939 durch den Krieg unterbrochen.

Ebenfalls mit Kurbelwellen, aber nach dem Viertaktverfahren, arbeiten die von Dr. h. c. A. Büchi [9] vorgeschlagenen «Kraftgasgeneratoren». Für eine Lokomotivanlage von 6000 PS wird berechnet: Treibgastemperatur 600 ° C, Treibgasdruck 6 bis 12 atü, thermischer Wirkungsgrad 39,5 bis 45 %.

Die Société Als-Thom in Belfort hat 1938 in Zusammenarbeit mit R. Pescara und nach dessen Patenten eine stationäre Gasturbinenanlage von 1000 kW gebaut [10], welche mit zwei Freikolben-Treibgaserzeugern von 300 mm Dieselzylinderdurchmesser ausgerüstet war. Als Resultat wurde veröffentlicht: Treibgastemperatur 425 ° C, Treibgasdruck 2,5 atü, thermischer Wirkungsgrad der Anlage 36 %.

Nach dem Kriege wurden diese Arbeiten von der Société Industrielle Générale de Mécanique Appliquée in Lyon-Vénissieux weitergeführt. Ein verbesserter Treibgaserzeuger mit 340 mm Dieselzylinderbohrung ergab nach Versuchen im März 1948 nach einer Veröffentlichung von Prof. Dr. G. Eichelberg [11] eine Leistung von 1357 PS, bezogen auf das im Treibgas verfügbare adiabatische Wärmegefälle bis zum Atmosphärendruck. Dabei wurde mit einem Treibgasdruck von 3,5 atü und einer Treibgastemperatur von 507,5 ° C gearbeitet. Der spezifische Brennstoffverbrauch betrug 153,5 g, auf die obenerwähnte adiabatische Leistung bezogen. Mehr als 60 solcher Freikolbeneinheiten sind im Bau, z. T. auch bereits im Betrieb für stationäre Anlagen, Schiffe und Lokomotiven [15].

In der Schweiz wurde die Entwicklung der Freikolben-Treibgasanlagen von der Firma Gebrüder Sulzer AG. bereits im Jahre 1932 aufgenommen [12] und unter Benutzung einer Patentlizenz von R. Pescara und eigener Patente intensiv gefördert. Diese Arbeiten führten zum Bau einer vollständigen Freikolben-Gasturbinenanlage von 6000 PSe, welche drei Treibgaserzeuger mit 400 mm Dieselzylinderbohrung umfasste. Es sind dies weitaus die grössten je gebauten Freikolbenmaschinen, was schon daraus hervorgeht, dass ihre Verbrennungsräume bei einem Mitteldruck von 20 kg/cm² eine Leistung von 2400 PS entwickelt haben. Die Kompressorenzylinder wurden durch ein aus einer Hilfsturbine und einem Axialverdichter bestehenden Vorverdichter-Aggregat aufgeladen. Für die Versuche war die Treibgasturbine mit einer Wasserbremse gekuppelt, um die Anlage einerseits als stationäre Kraftzentrale mit konstanter Drehzahl, anderseits als Schiffsanlage mit Belastung nach dem Propellergesetz erproben zu können. Trotz gutem Erfolg dieser Versuchsanlage hat die Firma Gebrüder Sulzer im Jahre 1946 die Arbeiten an der Freikolben-Gasturbine bis auf weiteres zurückgestellt, um vorläufig alle Anstrengungen dem für die Gasturbinenanlage Weinfelden der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG. gewählten Sulzer-Hochdruck-Gasturbinenverfahren zuwenden zu können, dessen Entwicklung von der Firma Sulzer bereits vor dem Kriege parallel mit dem Treibgasverfahren aufgenommen worden war.

Literaturnachweis:

[1] *P. R. Sidler:* Operating Experiences with Stationary Gas Turbines. «Mechanical Engineering», May 1952, Seite 383.

[2] *Rex W. Wadman:* Tacubaya, Mexico-City. «Diesel Progress», July 1949.

[3] *H. U. Lieberherr:* Gas Engine Plant of 192 000 BHP at Point Comfort, Texas. «Congrès International des Moteurs», Paris, Mai 1951.

[4] The Point Comfort Aluminium Reduction Works, Texas. «The Engineer», July 1952.

[5] *Rex W. Wadman:* Kaiser Aluminium. «Diesel Progress», February 1952.

[6] *Donald J. Bohn & Emil Grieshaber:* Design Features of the Nordberg Radial Engine. «The American Society of Mechanical Engineers», Paper Nr. 50-OGP-1.

[7] *E. A. Angley & C. Jennings:* Marshall, Mich., installs 1170 kW Radial Engine. «The Plant», April 1952.

[8] Dr. *H. G. Hammar* & Mr. *E. Johansson:* Thermodynamics of a New Type of Marine Machinery: Combustion Engines with Pneumatic Power Transmission. «The Institute of Marine Engineers», Session 1939, Vol. LI, Part 4.

[9] Dr. h. c. *Alfred J. Büchi:* Ueber die Entwicklungsetappen der Büchi-Abgasturbinenaufladung. SBZ 1952, Nr. 18.

[10] *M. R. Koch:* Les Machines à Pistons Libres. Revue «Mecanique», 1943, No. 314, 315.

[11] Prof. Dr. *G. Eichelberg:* Freikolben-Generatoren, SBZ 1948, Nr. 48 und 49.

[12] Sulzer-Freikolben-Treibgasanlage. SBZ 1949, Nr. 5.

[13] *A. L. London:* The Free-Piston Engine Development. «Mechanical Engineering», May 1952. ASME Paper Nr. 52-S-17.

[14] *R. Huber:* Stabilité de marche des générateurs de gaz à pistons libres. SBZ 1950, Nr. 29.

[15] A 1000 BHP Locomotive of French Design. «The Oil Engine and Gas Turbine», August 1952.

Erfahrungen beim Bau des Kraftwerkes Handeck II

DK 621.311.21 (494.24)

Von Dipl. Ing. J. BÄCHTOLD, bauleitender Oberingenieur, Innertkirchen

Fortsetzung von Seite 577

IV. Stollenbauten

In den Zulaufstollen mit Querschnitten von 7 bis 10 m² kamen verschiedene Vortriebsmethoden zur Anwendung. So entwickelte sich beim Ausbruch des 3,2 km langen Zulaufstollens Rätherichsboden-Handeckfluh ein interessanter Wettbewerb zwischen den Vortrieben von beiden Enden aus. Von oben her erfolgte die Bohrarbeit mit mittleren, auf Knievorschubapparaten an Spannsäulen oder auf Bohrknechten montierten Bohrhämmern (Bild 12), während von unten her eine andere Unternehmung mit einem grossen Jumbo (Bohrwagen) arbeitete, auf dem fünf schwere Bohrhämmer befestigt waren (Bild 13). Die Erfahrungen dieses Wettbewerbes lassen sich eindeutig dahin zusammenfassen, dass bei einer Vortriebslänge von rd. 1,5 km die einfache Installation mit Spannsäulen dem schweren Bohrwagen überlegen war. Das Einspielen des mechanisierten Betriebes mit dem schweren Jumbo braucht längere Zeit, während die einfachere Methode von Anfang an die grösste Wirkung erzielt. Aber auch in wirtschaftlicher Beziehung zeigt sich die Vortriebsmethode mit den Spannsäulen dem Jumbobetrieb überlegen.

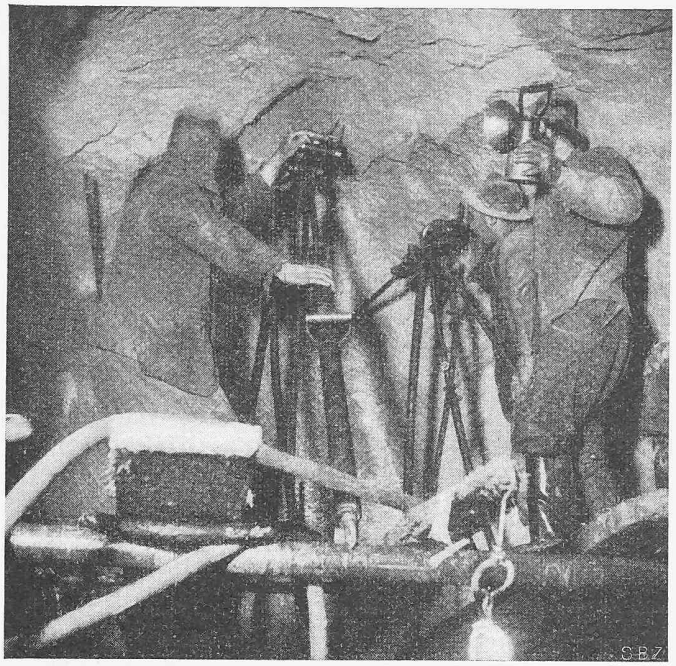

Bild 12. Stollenbau; Bohrmaschinen auf Bohrknechten und Spannsäulen

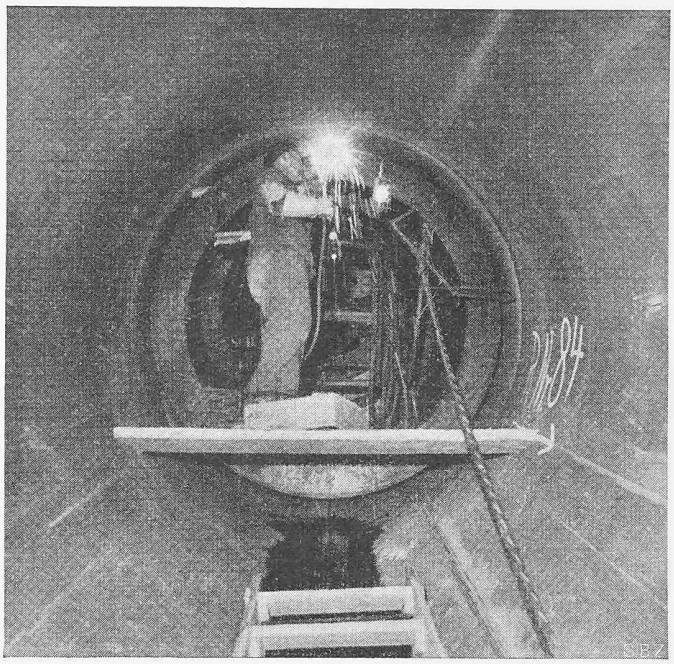

Bild 14. Druckschacht; Schweissen der Panzerung

Diese Ueberlegenheit wird um so deutlicher, je mehr Wert auf ein regelmässiges Profil, auf eine möglichst glatte Stollenwand (grosser K-Wert) gelegt wird. Die schweren, nur mühsam verstellbaren Bohrhämmer gestatten nur eine unvollkommene Anpassung an das Stollenprofil. Die äusseren Maschinen lassen sich nicht parallel zur Stollenaxe einstellen, sondern müssen leicht nach aussen gerichtet werden. Der Stollenlängsschnitt (und Horizontalschnitt) weist daher ein sägeförmiges Felsprofil auf. Will man die ungünstige Rauhigkeit durch Nachprofilieren verbessern, so erfordert dies einen grossen zusätzlichen Arbeitsaufwand. Diesen grossen Nachteil des starren Jumbo vermeidet der hydraulisch gesteuerte Bohrwagen des «Hydraulic Drill Jeep». Für einen äusserst forcierten, mehrere Kilometer langen Vortrieb im harten Gestein ist leistungsmässig der starre Jumbo unübertroffen, wie es sich im Gaulistollen gezeigt hat.

Druckverlustmessungen im Stollen mit Handvortrieb mit ausreguliertem Profil ergaben einen K-Wert von 43 gegenüber 39 im rohen, mit dem starren Jumbo ausgebrochenen Stollen.

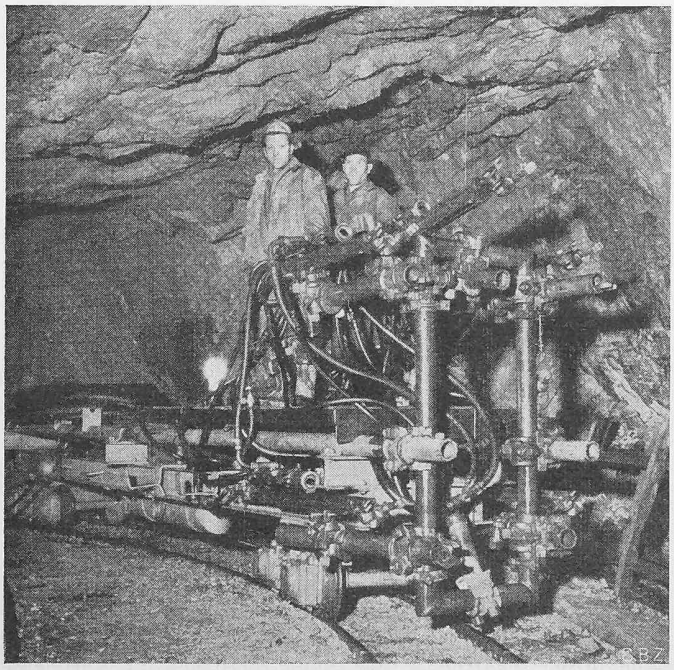

Bild 13. Starrer Jumbo (Bohrwagen)

Während mit der Handbohrung im Zweischichtenbetrieb etwa 150 m Vortrieb pro Monat erzielt wurden, ergab der Jumbobetrieb dreischichtig nach längerer Anlaufzeit eine Monatsleistung von 400 m. Der Dreischichtenbetrieb ist sehr teuer, muss doch die achtstündige Arbeitszeit jeder Schicht mit zehn Stunden bezahlt werden. In der 600 m langen, von der Mattenalp aus vorgetriebenen Strecke hatte die Belegschaft unter weitverbreiteten Wassereintritten zu leiden. Die bekannte Erfahrung, dass der Abwärtsvortrieb neben der Notwendigkeit, sämtliches Brauch- und Sickerwasser aus dem Stollen wegpumpen zu müssen, noch verschiedene zusätzliche Schwierigkeiten mit sich bringt, hat sich auch hier wieder bestätigt. Die duschenartigen Wassereintritte folgten dem Arbeitsraum vor Ort oft bis 100 m weit. Die Temperatur betrug im mittleren Teil des 4,5 km langen Gaulistollens 16 ° C. Dies entspricht einer geothermischen Tiefenstufe von ungefähr 50 m, was bei der vertikalen Schichtung und bei der relativ starken Durchfeuchtung zu erwarten war.

Interessante Versuche über die Luftaufnahme des stürzenden und schiessenden Wassers und über die Ausscheidung dieser Luft aus dem ruhig fliessenden Wasser führten zur Anordnung einer Beruhigungskammer in der als Wasserschloss wirkenden, mit 15 % Gefälle an die Abschlusskammer Handeckfluh anschliessenden Strecke des Gaulistollens. Der Druckstollen Rätherichsboden-Handeckfluh erhielt nach Fertigstellung einen provisorischen Abschluss in den Abschlusskammern unterhalb der Staumauer und in der Handeckfluh, worauf er gefüllt und unter Druck gesetzt wurde. Bis zu 10 at hielten sich die Wasserverluste in sehr engen Grenzen, um dann bei höheren Drücken rasch anzusteigen.

V. Druckschacht

Das Konstruktionsprinzip ist für alle Druckschächte der KWO das selbe. Der im obern Teil ein Gefälle von 61 %, im untern Teil von 15 % aufweisende Stollen des Druckschachtes Handeck II (Bild 26, S. 528) wurde mit einem Durchmesser ausgesprengt, der 16 cm grösser ist als jener des Panzerrohres. In der Flachstrecke erfuhr das Ausbruchprofil eine kleine Ueberhöhung im Scheitel, damit das Betonierrohr über der Panzerung eingeführt werden konnte. Die in den Werkstätten von Escher Wyss, Buss und Sulzer hergestellten Rohrschüsse der Panzerung waren 10,8 m bzw. 7,0 m lang. Sämtliche Schüsse wurden zunächst von unten her in die Flachstrecke eingeschoben; dann wurde von der Verteilleitung aus beginnend Rohr an Rohr geschweisst (Bild 14) und der Zwischenraum zwischen Rohr und Fels sukzessive mit der Betonpumpe hinterbetoniert. Dank eingehender Vorversuche zur Abklärung der günstigsten Granulometrie und Konsistenz des Betons war es möglich, diesen auf eine Entfernung von 220 m über einen Höhenunterschied von 35 m zu pumpen. In der Steil-

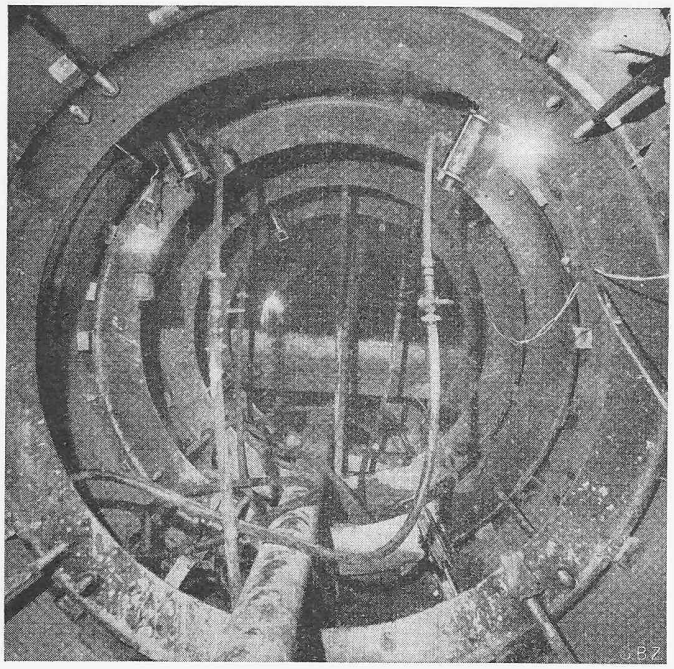

Bild 15. Druckschacht; Aussteifungsringe und Vibratoren während des Betonierens

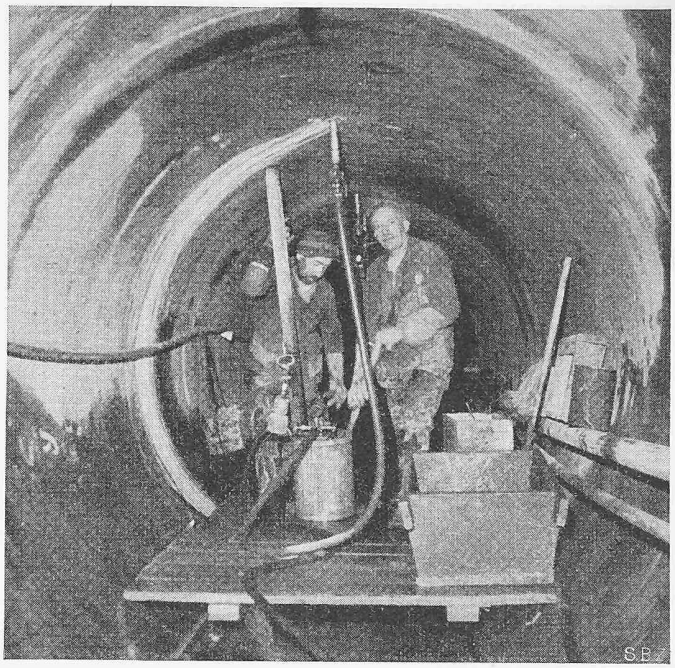

Bild 16. Druckschacht; Zementinjektionen

strecke erfolgte der Betontransport durch eine Giessrinne in der Stollensohle. Hier musste vor allem darauf geachtet werden, dass der Beton ohne zuviel Wasser zu enthalten und vor allem ohne sich zu entmischen durch die Rinne floss.

Das Hinterbetonieren der Panzerrohre ist neben dem Injizieren die schwierigste Arbeit im Druckschacht (Bilder 15 und 16). Die Erfahrung hat ja gezeigt, dass im gesunden Felsen nicht der Innendruck, sondern der Aussendruck (Bergwasser) für die Sicherheit der Panzerung massgebend ist. Ob dieser Aussendruck von der Panzerung abgehalten wird, hängt von der Hinterbetonierung, von der vorgängigen Abdichtung, den Drainagen und von den Injektionen in den umgebenden Fels und in den Beton ab. Aber selbst bei der sorgfältigsten Ausführung der erwähnten Arbeiten lässt es sich nicht vermeiden, dass Bergwasserdruck auf die Aussenseite der Panzerung wirkt. Poren im Beton gibt es immer, und Ablösungen der Panzerung vom Beton können im entleerten Druckschacht, hauptsächlich als Folge von Temperaturänderungen und der Nachgiebigkeit des Felsens und des Betons, häufig festgestellt werden. Steht nun, wie in Bild 17 angenommen, ein gewisser Teil des Rohrumfanges unter Aussendruck, so verkürzt sich der belastete Bogen. Es entsteht eine Abflachung. Die Deformation (Verkürzung) des Bleches wird sich soweit über die abgelöste, belastete Strecke hinaus fortsetzen, bis die Ringspannung durch Reibung und Haftung an den Beton abgegeben ist.

Diese Haftstrecke sei mit l_τ bezeichnet. Die deformierte Bogenlänge kann mit der vollen Ringspannung von der Mitte der Haftstrecke aus angenommen werden. Die Differenz zwischen Bogen und Sehne (Abplattung) ist gleich der Bogenverkürzung, also:

$$r(\beta - \sin\beta) = \frac{p\,r\,r\,\alpha}{\delta E}$$

Wird der Ausdruck $(\beta - \sin\beta)$ in eine Taylorsche Reihe

$$f(x) = f(0) + f'\frac{(0)}{1!}x + f''\frac{(0)}{2!}x^2 + f'''\frac{(0)}{3!}x^3 + \ldots$$

entwickelt, so haben die drei ersten Glieder den Wert 0, ebenso das fünfte Glied, während das sechste, achte usw. so klein sind, dass sie gegenüber dem vierten vernachlässigt werden können. Die Funktion $(\beta - \sin\beta)$ kann also dem Ausdruck $\beta^3/6$ gleichgesetzt werden. Der Ausdruck

$$\frac{\beta^3}{6} = \frac{p\,r\,\alpha}{\delta E}$$

stellt somit die Beziehung zwischen der deformierten Bogenlänge und der Länge der Abplattung dar. Beim Uebergang von der Sehne in den Bogen entsteht eine Beanspruchung

$$\sigma = \frac{p\,l^2}{2\,\delta^2} = \frac{2\,\beta^2 r^2}{\delta^2}\,p$$

Erreicht die Spannung σ die Fliessgrenze (σ_f), so wird die Panzerung eingedrückt. Es entsteht eine Beule. Bei gegebenem Aussendruck (der schon beim Stollenausbruch einigermassen bestimmt werden kann) und gegebenen Abmessungen der Panzerung kann sich daher die Aufgabe stellen, zu bestimmen, bei welcher von aussen belasteten Fläche (bzw. Bogenlänge) Beulgefahr besteht. Die Beantwortung dieser Frage ist äusserst wichtig, denn wie die Erfahrung lehrt, entstehen schon kurz nach Fertigstellung, Hinterbetonierung und Injizierung der Panzerung wieder hohltönende Flächen, und der verantwortliche Bauleiter möchte dann wissen, wie gross diese sein dürfen, ohne dass Beulgefahr besteht, das heisst ohne dass versucht werden muss, durch Nachinjektionen die Hohlräume zum Verschwinden zu bringen.

Die Beziehung lautet:

$$\sigma_f = \frac{2\,\beta^2 r^2}{\delta^2}\,p = \frac{2 \cdot 6^{2/3}\,p^{2/3}\,r^{2/3}\,r^2\,p\,\alpha^{2/3}}{E^{2/3}\,\delta^{2/3}\,\delta^2}$$

und daraus

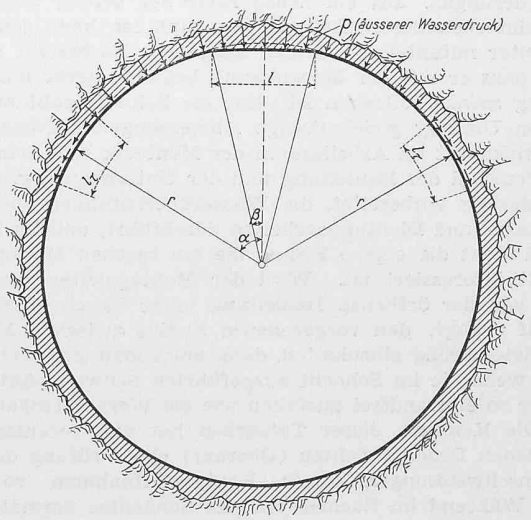

Bild 17. Druckschachtpanzerung; Einbeulung infolge Aussendruck auf begrenzte Fläche

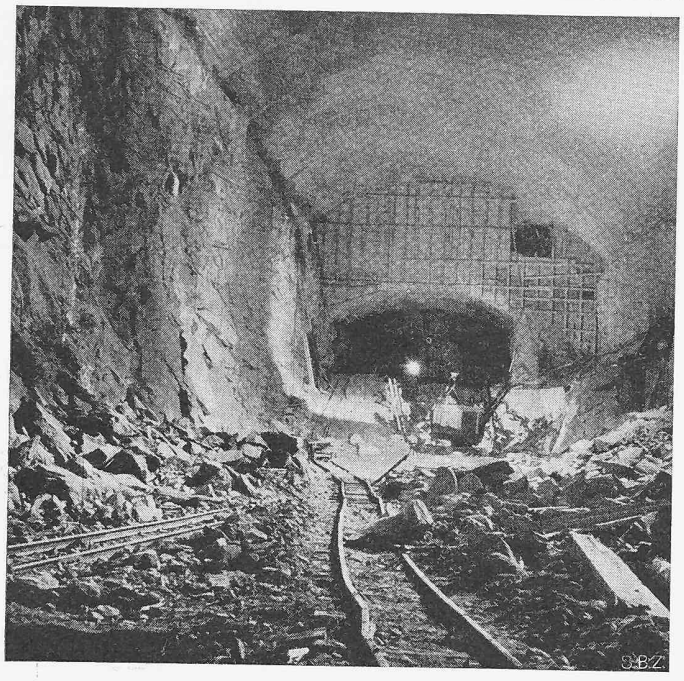

Bild 18. Zentralenkaverne Handeck II, Ausbruch; Sicherung der Felswände durch Ankereisen

$$\alpha = \frac{\sigma_f^{3/2} E \delta^4}{17 p^{5/2} r^4}$$

für $\sigma_f = 3500$ kg/cm² $\quad \delta = 1{,}2$ cm
$E = 2 \cdot 10^6$ kg/cm² $\quad r = 112{,}5$ cm
$p = 14$ kg/cm² $\quad$ wird $\alpha = 0{,}434$

Das kritische α ist proportional der vierten Potenz des Verhältnisses $\frac{\delta}{r} = \frac{\text{Blechstärke}}{\text{Rohrradius}}$

Das heisst, wenn ein Bogenstück von $2 r \alpha = 0{,}97$ m infolge Aussendruck von 14 at abgelöst und damit deformiert wird, so erreicht die Beulspannung im Panzerrohr von 2,25 m Durchmesser und 1,2 cm Wandstärke die Fliessgrenze von 3500 kg pro cm². Bei gleicher Blechstärke und einem Durchmesser von 1,65 statt 2,25 m wird das kritische α bereits 3,4 mal grösser, d. h. es muss schon ungefähr der halbe Umfang belastet sein, bis eine Beule entsteht. Aus der Formel für α zeigt sich, dass schon eine geringe Vergrösserung der Wandstärke, zum Beispiel von 12 auf 14 mm bei 2,25 m Durchmesser, die Beulgefahr bereits auf die Hälfte herabsetzt. Wenn man berücksichtigt, dass die Mehrkosten für die grössere Wandstärke sozusagen nur aus dem Produkt aus Mehrgewicht und Materialpreis bestehen, indem der Arbeitsaufwand praktisch der selbe bleibt, so ergibt sich, dass es sich nicht lohnt, mit der Blechstärke zu knausern. Das Zusammenschweissen der Rohrschüsse im Druckschacht drin stellt an das Montage- und Schweisspersonal sehr hohe Anforderungen. Bis ein neues Rohr der bereits montierten und hinterbetonierten Leitung angepasst ist, kann dem Montageleiter mitunter die Geduld ausgehen. Es besteht die Gefahr, dass er mit der Schweissung beginnt, bevor die Regulierung soweit vollzogen ist, dass die Schweissnaht auf dem ganzen Umfang gleichmässige Abmessungen aufweist. Zudem zirkuliert im Arbeitsraum der Monteure und Schweisser das Personal der Bauleitung und der Unternehmung, das die Betonierung vorbereitet, die Wasserüberleitungen vornimmt, Drainage- und Dichtungsarbeiten durchführt, und im Hintergrund steht die eigene Firma, die am raschen Montagefortschritt interessiert ist. Wird der Montageleiter ausserdem noch von der örtlichen Bauleitung unter Druck gesetzt, die darauf drängt, den vorgesehenen Zyklus zwischen Montage und Betonierung einzuhalten, dann muss man sich nicht wundern, wenn die im Schacht ausgeführten Schweissnähte nicht immer so einwandfrei ausfallen wie die Werkstattnähte.

Die Kenntnis dieser Tatsachen hat uns veranlasst, bei den neuen Druckschächten (Oberaar) eine Prüfung der Baustellenschweissungen durch Röntgenaufnahmen vorzunehmen. Während im flachen Teil des Schachtes normalerweise im Scheitel zwischen Rohr und Fels genügend Zwischenraum vorhanden ist, dass ein Mann durchschlüpfen und einen Filmstreifen aussen um das Rohr herumziehen kann, muss im steilen Teil, wo der Zwischenraum theoretisch rund herum nur 8 cm beträgt, ein anderes Verfahren zur Anwendung kommen. Statt die Strahlungsquelle innen (Röntgenröhre) und den Filmstreifen aussen anzubringen, wird der Film innen aufgelegt, und zwischen Fels und Rohr werden von der Stirnseite aus an langen Stäben geringe Mengen von zerfallenden Isotopen eingeführt, die ihre harten Strahlen durch das Panzerblech hindurchsenden. Die von den Röntgen- und Isotopenstrahlen auf den Filmen erzeugten Bilder sind äusserst scharf und halten jede Nachlässigkeit in der Schweissarbeit unerbittlich fest.

Nachdem die Panzerung montiert ist und die Injektionen durchgeführt sind, muss der Druckschacht einer ersten Prüfung unterzogen werden. Er wird mit Wasser gefüllt, und die Dichtigkeit und Nachgiebigkeit der Wandung bei erhöhtem Druck werden genau festgestellt. Dehnungsmessungen beim Druckschacht Handeck II haben die bereits bekannte Tatsache wiederum bestätigt, dass die Beanspruchung des Bleches bei bestimmtem Druck praktisch nur von der Nachgiebigkeit des Gebirges abhängt und nur unwesentlich von der Blechstärke.

Der fertige, geprüfte Druckschacht bedarf nun einer gründlichen Reinigung und Rostschutzbehandlung, bevor er dem Betrieb übergeben wird. Jeder, der mit der Elektrizitätswirtschaft einigermassen vertraut ist, weiss, was es bedeutet, ein Kraftwerk während längerer Zeit abstellen zu müssen, um Reinigungs- und Anstricharbeiten im Druckschacht vorzunehmen. Für den Rostschutz ist nur das beste Verfahren gut genug. So haben wir uns beim Druckschacht Handeck II entschlossen, die durch Sandstrahlen metallisch blank gemachte Panzerung zunächst mit einem Zinkbelag (Spritzverzinkung) zu versehen und auf diesen einen dreifachen Bitumenanstrich aufzutragen. Eingehende Versuche deutscher Physiker und Ingenieure haben ergeben, dass die Haftung und Haltbarkeit eines Anstriches hauptsächlich davon abhängt, ob die Unterlage im Momente des Anstriches absolut trocken ist. Auf Grund dieser Erkenntnis haben wir eine Lufttrocknungsanlage konstruiert, die den Feuchtigkeitsgehalt der gesamten Luftmenge im Druckschacht stark herabsetzt, die Luft beliebig temperiert (günstigste Arbeitstemperatur) und zudem einen scharf getrockneten Luftstrahl erzeugt (relative Feuchtigkeit $< 5\,\%$), mit dem unmittelbar vor dem Anstrich die Metallfläche absolut trocken gemacht wird.

VI. Zentrale

Der Bau der Kavernenzentrale stellte weder die Unternehmung noch die Bauleitung vor besondere Schwierigkeiten. Es war bekannt, dass der harte, spröde Handeckgranit zu Bergschlag neigt, und es waren daher entsprechende Vorsichtsmassnahmen zu treffen. Der Ausbruch der Kaverne erfolgte von zwei Firststollen aus, und der Bauvorgang zielte darauf hin, möglichst rasch die Kalotte durch ein Betongewölbe zu sichern. Während des Abbaues der Strossen mussten die Paramente sofort durch Eingiessen von bis 4 m langen Ankereisen befestigt werden (Bild 18). Mit Rücksicht auf die sehr starke Austrocknung der Eisenbetonkonstruktionen wurden diese durch Fugen unterteilt und mit einer sehr feinmaschigen Armierung versehen. Durch Ausstopfen der Fugen mit Zementmörtel nach erfolgtem Schwinden konnten Schwindrisse weitgehend vermieden werden. Der gesamte Beton der Zentrale wurde mit der Betonpumpe eingebracht, wodurch ein sehr gleichmässiger, hochwertiger Beton erzielt werden konnte.

Schluss folgt

Projektwettbewerb für eine neue Primar- und Sekundarschul-Anlage in Lyss

DK 727.1 (494.24)

Aus dem Bericht des Preisgerichtes

Alle elf eingeladenen, mit je 1000 Fr. fest honorierten Architekten haben ihre Entwürfe rechtzeitig abgeliefert. Der umbaute Raum für Primarschule und Sekundarschule beträgt beim sparsamsten Projekt 25 107 m³, im Mittel 28 357 m³ und im Maximum 36 375 m³. Für die Beurteilung der Entwürfe stellte das Preisgericht folgende Richtlinien auf: