Entwicklung der Mechanisierung beim schweizerischen Stollenbau

Autor(en): **Prader, Duri**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie**

Band (Jahr): **52 (1960)**

Heft 1-2

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-921735

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

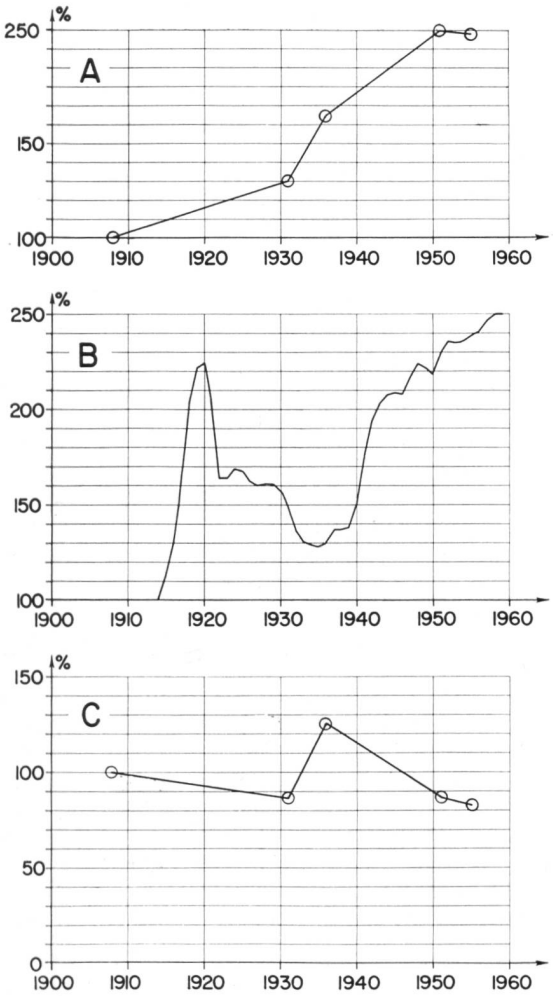

Bild 10 *Preisentwicklung im Erddamm-Bau*

A. Ohne Berücksichtigung der Geldentwertung

B. Lebenskostenindex der Schweiz laut Angabe des Eidg. Statistischen Amtes

C. Preisentwicklung unter Berücksichtigung der Geldentwertung. Auch diese Kurve kann nur die allgemeine Tendenz festlegen, da einerseits die zu Vergleichszwecken zur Verfügung stehenden Bauwerke sehr verschiedener Art sind (Punkt 1936 war z. B. eine Baustelle mit äußerst langen Transportwegen) und andererseits der für die Reduktion berücksichtigte Lebenskosten-Index nicht unbedingt schlüssig für die Preisentwicklung im Erdbau ist. (Genauere Angaben sind jedoch nicht erhältlich.)

nehmer die so ausgebildeten Leute nicht verlieren will, wird er versuchen, gerade auf Hochgebirgsbaustellen möglichst viele Spezialisten durchzuhalten und sie mit Revisions- und Reparaturarbeiten zu beschäftigen, was eine nicht zu unterschätzende Belastung des Betriebes mit sich bringt. Die Möglichkeiten, Leute für den Winter an Mittellandbaustellen abzugeben, werden immer geringer.

Zum Abschluß sei noch der Versuch unternommen, anhand der in der Schweiz gegebenen Grundlagen die Preisentwicklung im Erddammbau über die Zeitspanne der letzten 5 Dezennien zu beleuchten. Weil die Bauwerke, deren Zahlen uns zur Verfügung stehen, sehr verschiedenartig sind (lange Flußdämme im Staugebiet von Laufwerken, Erdstaudämme, verschieden lange Antransportwege des Schüttgutes etc.), kann auf der graphischen Darstellung (Bild 10) nur die allgemeine Tendenz beobachtet werden. Es ist jedoch interessant, feststellen zu können, daß trotz steigender Lebenskosten auf Grund der stetig fortschreitenden Mechanisierung des Baustellenbetriebes die Gestehungskosten eines Erddammes seit 1910 gesunken sind.

So trägt die schweizerische Bauindustrie dank ihrer Aufgeschlossenheit technischen Neuheiten gegenüber und mit Übernahme großer finanzieller Belastung und Risiken Wesentliches zur wirtschaftlichen Entwicklung und Prosperität unseres Landes bei.

Literaturverzeichnis

SBZ 1904 EW Gubel, Ing. L. Kürsteiner.
SBZ 1906 KW Engelberg, Ing. C. Kilchmann.
SBZ 1910 KW Löntsch, Ing. J. Ehrensperger.
SBZ 1910 EW Stadt Schaffhausen, Ing. H. Geiser.
Schweiz. Wasserwirtschaft 1908/9 und 1911/12 Der Necaxa-Damm, Ing. K. Hilgard, Ing. W. Hugentobler.
SBZ 1920 KW Olten-Gösgen, Mitteilung der Motor AG, Baden.
Niederdruck- und Hochdruckanlagen. Herausgegeben 1921 von Locher & Cie.
Standfestigkeitsberechnungen von Erddämmen. Herausgegeben 1936 von Ch. Brodovski & E. Jeuch.
SBZ 1936 Das Bannalp-Werk, Ing. A. Biveroni.
Engineering for Dams, Creager/Justin/Hinds.
Bureau of Reclamation, Volume X, Design and Construction Release Nr. 15, 1950.
SBZ 1957 Göschenenalp, Dr. Eggenberger/J. Zeller/G. A. Mugglin.

Bildernachweis:

1 Photo Schönwetter
4 Photo H. Wolf-Benders Erben
6 Photo E. Brügger
7 Photo R. Spycher

Entwicklung der Mechanisierung beim schweizerischen Stollenbau

Duri Prader, dipl. Ing., Zumikon

DK 624.19.005

1. *Rückblick*

Das 50jährige Bestehen des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes lenkt die Aufmerksamkeit auf die Zeitspanne zwischen den Jahren 1910 und 1960 zurück und darf als Anlaß dienen, einige Betrachtungen zur Entwicklung des Stollenbaues während dieser Zeit nebeneinander zu stellen. Die beherrschende Entwicklungskomponente liegt zweifellos in jener Grundtendenz, welche das frühere arbeitsintensive, handwerklich betonte Gewerbe des Bergmannes und des Mineurs in der Richtung zum maschinenintensiven, industriellen Produktionsbetrieb geführt hat und weiterhin führen wird. Die heutigen Bauinstallationen und -geräte geben dieser Wandlung durch ihre Größe, ihre technische Vervollkommnung und ihre erhöhte Leistungsfähigkeit den augenfälligsten Ausdruck. Die technischen Daten solcher Anlagen und die damit verbundenen technischen Fragen sind in den Fachzeitschriften immer wieder Gegenstand interessanter Berichte und Abhandlungen; es möge daher an dieser Stelle mehr vom geschichtlichen Verlauf dieser Entwicklung, von den sie fördernden Impulsen und von ihren praktischen Auswirkungen die Rede sein.

Der Beginn der betrachteten Zeitspanne liegt im Jahre 1910. Der Kraftwerkbau war damals noch fast ganz der Zukunft vorbehalten. Hingegen stand der Bau der Eisenbahntunnel in voller Blüte und förderte

die Kenntnisse sowie die praktische Erfahrung der Ingenieure und des Baugewerbes in diesem speziellen Gebiet des Tiefbaus. Im Jahre 1910 wurde der 8,6 km lange 1spurige Ricken-Tunnel fertiggestellt; 1911 erfolgte nach 3jähriger Bauzeit der Durchschlag des 1,5 km langen zweispurigen Rosenberg-Tunnels in St. Gallen; der 14,5 km lange 2spurige Lötschberg-Tunnel wurde 1912 fertiggestellt, und im gleichen Jahr begannen die Bauarbeiten am 8,1 km langen 2spurigen Hauenstein-Basis-Tunnel.

Der Kraftwerkbau brachte, wenn man einige kleinere Stollenbauten unerwähnt läßt, erst in den zwanziger Jahren bedeutende Aufgaben, besonders den Bau der Stufen Davos-Klosters-Küblis und den ersten Ausbau der Kraftwerke Oberhasli. In den Dreißigerjahren ist der 6,5 km lange Durchstich des Lungernsee-Kraftwerkes (Melchaastollen) bemerkenswert, bei welchem das Auftreten von Methangas für schweizerische Verhältnisse selten vorkommende Aufgaben stellte. Der intensive Ausbau der Wasserkräfte in den letzten 15 Jahren brachte den Bau von Kraftwerken mit Stollenlängen von über 30 km pro Kraftwerkstufe und von über 10 km zwischen benachbarten Angriffen oder Stollenfenstern. Die Ausbruchquerschnitte lagen zur Hauptsache zwischen 5 und 25 m².

Die zu Beginn der betrachteten Periode ausgeführten großen Tunnelbauten zeigen, daß es bereits für jene Zeitepoche nach rein technischen Gesichtspunkten im Bereich vernünftiger Möglichkeiten gelegen hätte, die einzelnen Stollenbauten der Gegenwart ausführen zu können. In technischer Beziehung haben also die fortgeschrittene Mechanisierung und die entsprechende Anpassung der Arbeitsvorgänge in erster Linie bessere Arbeitsverhältnisse für den Einzelnen und raschere Baufortschritte gebracht, aber nur in geringem Maße die Fähigkeit zur Bewältigung früher unlösbarer Bauaufgaben gesteigert. Die viel bedeutungsvollere Umwälzung liegt auf wirtschaftlichem Gebiet, worauf einzelne der nachfolgenden Darlegungen ebenfalls hinweisen werden.

Bild 1 Baustellenseilbahn im Gebirge, häufig das einzige Transportmittel zu Stollenbauten

2. Wandlungen im Maschineneinsatz

Im Lötschberg-Tunnel war das schlagende Bohren mit Preßluftbohrhämmern eingeführt worden, und bereits im Hauenstein-Basis-Tunnel kamen durchwegs nur noch Bohrhämmer zur Anwendung. Die Schlagfrequenz lag damals bei 800 Schlägen pro Minute, während sie seither auf 3000 gesteigert wurde. Der Knievorschub, schon vor Jahrzehnten erfunden, wurde durch die schwedische Bergbauindustrie entscheidend verbessert und nach dem Krieg in den Jahren 1946/47 in der Schweiz eingeführt. Durch diesen Knievorschub erfuhr die Bohrarbeit eine bedeutende Änderung mit der physischen Entlastung des Mineurs, der bis dahin ja meistens den Bohrhammer selber tragen und den Vorschubdruck selber durch seine Körperkraft erzeugen mußte. Daneben brachten nach dem Krieg die modernen amerikanischen Bohrwagen mit bequem zu steuernden Lafetten und schweren Bohrhämmern gewissermaßen die Wiederauferstehung jener Art schwerer Bohrwagen, die zu Beginn des Jahrhunderts, nach den damaligen technischen Möglichkeiten konstruiert, bei den großen Tunnelbauten im Einsatz waren. Für den Abbau großer Felskubaturen in unterirdischen Kraftwerkzentralen brachten die sogenannten Wagon-Drill mit zusammensetzbaren Gestängen, welche wirtschaftliche Langlochbohrungen ermöglichten, wesentliche Fortschritte.

Bis 1945 wurde durchweg mit geschmiedeten Schneiden gebohrt, die je nach Gesteinsart 5 bis 100 cm Lochlänge bohren konnten und dann an der Schneide wieder nachgeschmiedet werden mußten. Der Bohrschmied war zu jenen Zeiten eine Hauptperson jeder Baustelle; ein guter Schmied schärfte in 10 Stunden etwa 300 Schneiden. In den USA kamen ums Jahr 1940 als erste Verbesserung lose Bohrkronen aus legiertem Spezialstahl auf den Markt (Jackbits), welche auf die Bohrstangen aufgeschraubt und statt nachgeschmiedet nachgeschliffen wurden. In der Schweiz waren diese Kronen nur ganz kurze Zeit im Gebrauch. Das schon in den Dreißigerjahren bekannte Hartmetall in Form von Metallkarbiden war von der schwedischen Stahlindustrie und vom schwedischen Bergbau für die Entwicklung der heutigen Hartmetallbohrer herangezogen worden, welche im Jahre 1946 dem schweizerischen Stollenbau einen ganz bedeutenden Fortschritt brachten. Eine Hartmetallschneide vermag unter mehrmaligem Nachschleifen je nach Gestein 50 bis 400 m Bohrloch zu bohren.

Ebenso bedeutend war das Aufkommen der robusten und auch unter schweren Arbeitsbedingungen betriebssicheren Stollenbagger, welche die Stollenwagen über Kopf laden und den Mineuren das äußerst anstrengende Schuttern von Hand abgenommen haben. Diese Bagger haben je nach Größe ein Gewicht von 2

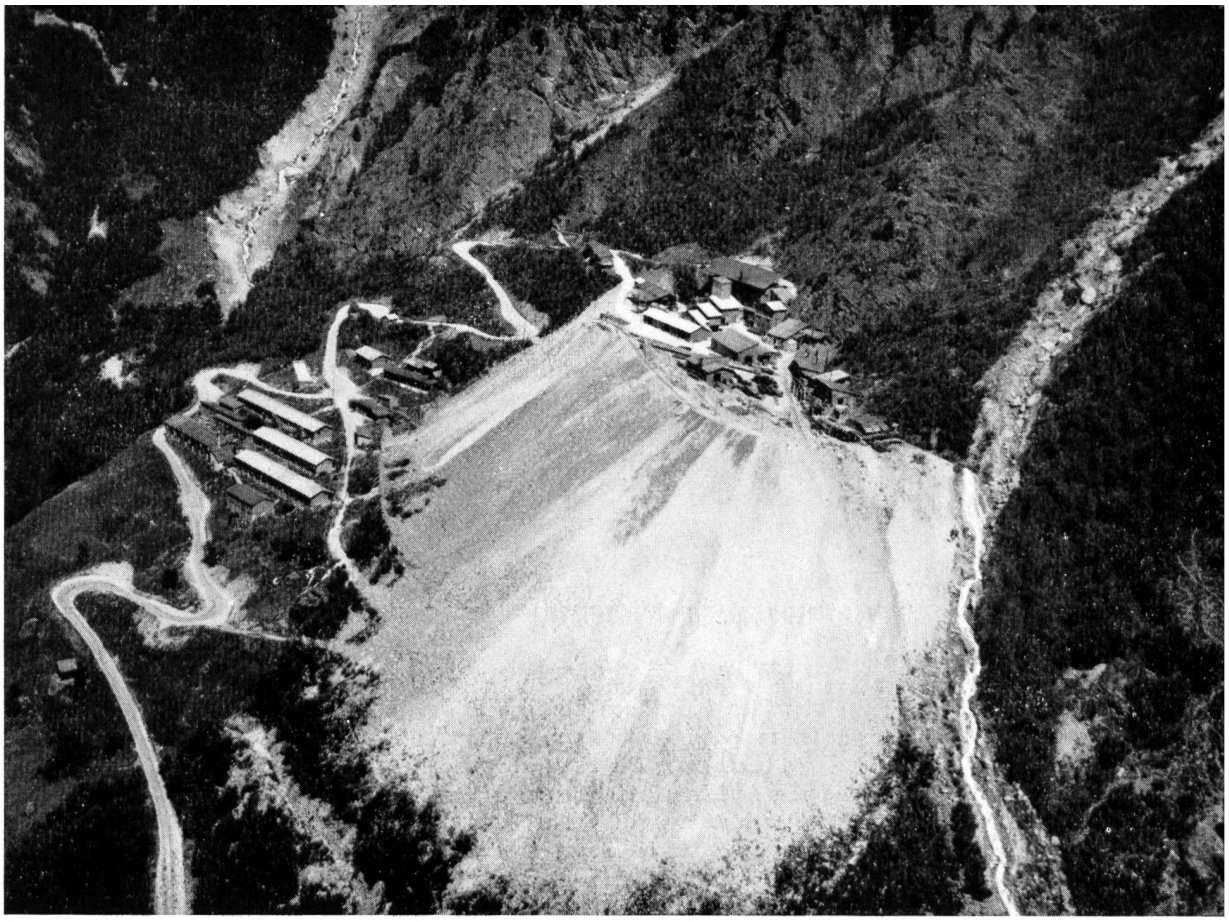

Bild 2 Großbaustelle im Gebirge: Stollenfenster für den Bau eines 9 km langen Stollens

bis 20 Tonnen und sind wie die Hartmetallschneiden in Ländern mit eigener Montanindustrie entwickelt worden. In den USA waren schon in den Jahren 1920 bis 1930 Vorläufer der heutigen Maschinen im Gebrauch.

Im Jahre 1942 kam die erste derartige Maschine von Schweden in die Schweiz. Der Einsatz von Stollenbaggern machte dann bei der Zugsförderung im Stollen die Verwendung schwerer Geleise und großer Kastenwagen notwendig. (Als Gegensatz sei vermerkt, daß beim Bau des Rosenberg-Tunnels anfänglich noch Pferde für die Materialführung eingesetzt wurden). In diesem Zusammenhang verdient der Gaulistollen der Kraftwerke Oberhasli besondere Erwähnung, welcher in den Jahren 1948/49 als erster schweizerischer Stollen mit Hilfe von modernen, schweren Ausbruchgeräten vorgetrieben wurde. Vom Fenster Aerlen her wurde im Ausbruch über eine Strecke von 3,8 km ein mittlerer monatlicher Fortschritt von rund 270 m erreicht.

Auch für das Betonieren der Stollenverkleidung wurden sukzessive maschinelle Hilfsmittel gebräuchlich, welche die Handarbeit reduzierten. In der Schweiz wurde bei den Kraftwerken Oberhasli in den Jahren 1941/42 erstmals ein längerer Druckstollen mit Hilfe von Betonpumpen (Kolbenpumpen) betoniert. Nach 1947 kamen verschiedentlich pneumatische Betonpumpen zum Einsatz. Teleskopschalungen aus Stahl wurden in größerem Maßstab erstmals 1952 beim Bau des Druckstollens Corcapolo-Verbano der Maggia-Kraftwerke verwendet. Einen weiteren Fortschritt brachten 1954 die Betontransporttrommeln amerikanischen Ursprungs (Agitators), welche damals zusammen mit Teleskopschalungen und einer amerikanischen pneumatischen Betonpumpe im Druckstollen Fionnay-Isérables des Kraftwerkes Mauvoisin eingesetzt wurden. Vom Fenster Lourtier her erreichte die Gewölbebetonierung über eine Strecke von 5,6 km einen mittleren monatlichen Fortschritt von rund 1100 m. In den USA kommt allerdings der Einsatz pneumatischer Betonpumpen bei großen Tunnel- und Stollenbauten schon im Jahr 1927 und die Verwendung von Betontransporttrommeln im Jahr 1940 vor.

Zu erwähnen sind ferner die neueren Tendenzen zur halb- oder vollautomatischen Steuerung von Baumaschinen, z. B. von Kompressoren, Betonaufbereitungsanlagen und Seilbahnen. Der Bau großer Kavernen hat aus dem Aufkommen geeigneter Transportgeräte für gleislosen Betrieb, die den Einsatz großer Löffelbagger erlauben, Nutzen gezogen. Die Verbesserungen im Bau von Luftseilbahnen haben in der Erschließung von Hochgebirgsbaustellen große Erleichterung gebracht.

3. Ausmaß der Mechanisierung

Der in so vielen Richtungen möglich gewordene Maschineneinsatz hat jedoch auch seine Grenzen; gewisse Arbeiten haben durch das Auftreten der verbesserten technischen Hilfsmittel nur eine geringe Beeinflussung erfahren. Dazu gehört namentlich der Stollenbau in schwierigem oder losem Baugrund, der den handwerklichen Charakter weitgehend bewahrt hat. Daraus geht auch hervor, daß der stark mechanisierte Stollenbau auf geologische Besonderheiten oder Überraschungen außerordentlich empfindlich ist, und speziell dann große Kosten entstehen, wenn zur Bewältigung von Schwierigkeiten doch zu den traditionellen handwerklichen Methoden übergegangen werden muß.

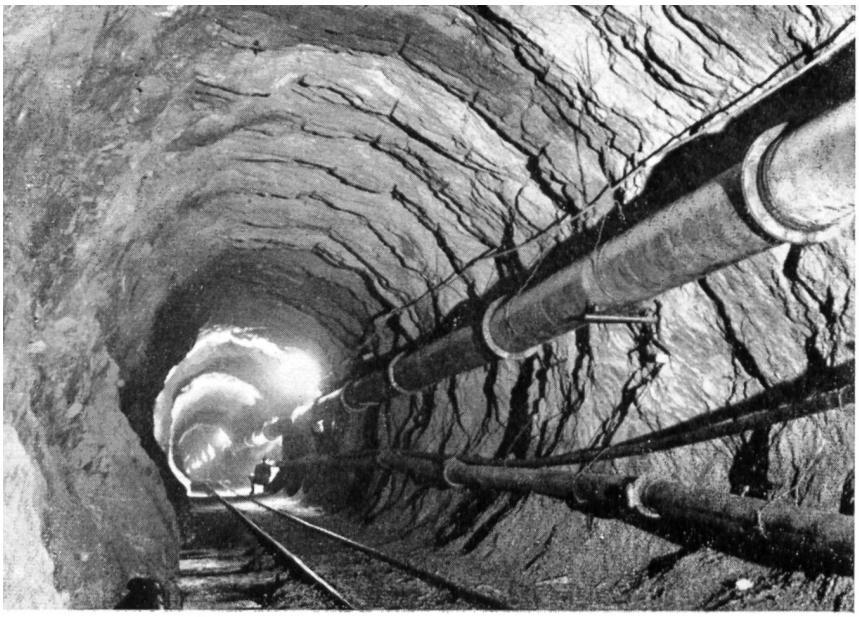

Bild 3 Druckstollen im Ausbruch, lichter Durchmesser 3,75 m

Die Eigenart der einzelnen Maschinen und das Bestreben, diese möglichst rationell einzusetzen, bestimmen auch weitgehend die Gestaltung der einzelnen Arbeitsvorgänge sowie deren Aufeinanderfolge und deren zeitliche Überlappung. Die Methode des Vollausbruchs von größeren Stollenquerschnitten in einem einzigen Arbeitsgang ist das typische Beispiel einer so entstandenen Arbeitsweise.

Der heutige Stand der Mechanisierung kommt in zusammengefaßter Form in der Größe des elektrischen Anschlußwertes von Stollenbaustellen zum Ausdruck. Es scheint hiebei vernünftig zu sein, den Anschlußwert zur Spitzenbelegschaft einer einzelnen Schicht in Beziehung zu setzen, da ja der Anschlußwert für die gleichzeitigen Arbeiten dieser Belegschaft genügt. Bei den heutigen Stollenbaustellen liegt wohl dieser spezifische Wert zwischen 10 und 15 kVA pro Mann. Zum Vergleich kann aus dem Bericht über den Bau des Hauenstein-Basistunnels die totale mechanische Motorenleistung entnommen werden. Aus dieser errechnet sich ein zugehöriger theoretischer Anschlußwert von etwa 4 kVA pro Mann. Der Bericht sagt lakonisch: «Dies erklärt besser als alles andere die kurze Bauzeit».

Zu Vergleichszwecken sei noch ein weiterer spezifischer Wert aus früheren und heutigen Verhältnissen beigezogen. Die Summe der Anschaffungswerte aller

Bild 4 Stollenbagger im Vortrieb bei Wasserandrang

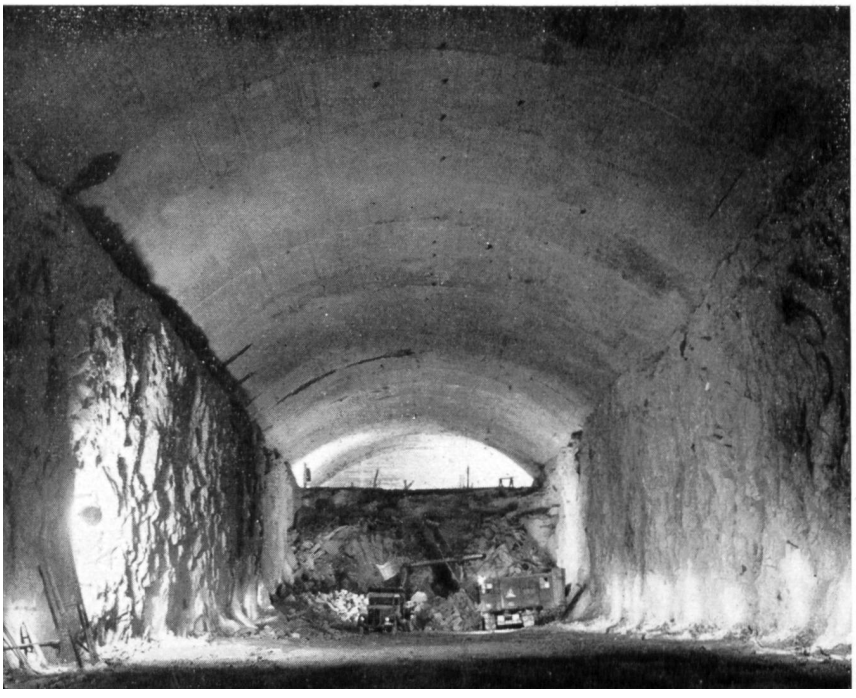

Bild 5 Kernabbau mit Sprengungen von je 1600 m³ Fels (Festmaß) für Kavernenzentrale

auf einer Baustelle eingesetzten Geräte soll mit der durchschnittlichen monatlich geleisteten Arbeit in Beziehung gebracht werden. Als Wert der durchschnittlichen Monatsarbeit wird jener Betrag angenommen, der sich bei gleichmäßiger Verteilung der Bausumme, exklusive Installationspauschale, auf die Anzahl Monate der Bauzeit ergibt. Für Stollenbaustellen betrug der Anschaffungswert aller Geräte in den zwanziger Jahren das 4—6fache des durchschnittlichen monatlichen Arbeitswertes; heute dürfte diese Verhältniszahl je nach den besonderen Umständen zwischen 12 und 20 liegen.

4. Auswirkung auf die Bauunternehmungen

Die Wandlung vom arbeitsintensiven Gewerbebetrieb zum maschinenintensiven industriellen Betrieb, welche der schweizerische Stollenbau seit dem Zweiten Weltkrieg erfährt, hat den Bereich der für wirtschaftliches Arbeiten erforderlichen Kenntnisse stark erweitert und setzt immer mehr eine gute Dokumentation, Arbeitsanalysen und eingehende Arbeitsvorbereitung voraus. Die Situation der ausführenden Unternehmungen hat sich aber nicht nur in organisatorischer Hinsicht geändert, sondern auch in zwei wichtigen betriebswirtschaftlichen Belangen, nämlich erstens hinsichtlich der Erfassung jener Kostenfaktoren, die durch die Mechanisierung an Bedeutung gewonnen haben, und zweitens hinsichtlich der Kapitalbeschaffung und des Verhältnisses von Eigenkapital zu Fremdkapital.

Es ist seit jeher eine Eigenart des Tiefbaus, daß die Vorausberechnung der mutmaßlichen Gestehungskosten mit größeren Unsicherheiten behaftet ist, als in manchen anderen Produktionsbetrieben. Im Sprachgebrauch hat sich wohl der Begriff «Preiskalkulation» eingebürgert, aber der hierfür geltende englische Begriff «estimating» trifft die Natur der Sache besser. Durch die Mechanisierung ist zwar die Unsicherheit in der Schätzung des Stundenaufwandes durch die Verknüpfung mit der Maschinenleistung kleiner geworden. Dagegen spielen nun die Unsicherheiten in der Beurteilung jener Kosten eine dominierende Rolle, die mit dem Einsatz der vielen Maschinen verbunden sind. Einerseits sind dies die sogenannten Gerätebetriebskosten, für welche der voraussichtliche langfristige Wert pro Betriebsstunde bekannt sein sollte. Anderseits handelt es sich um die Kosten des sogenannten Gerätevorhaltens, nach der begrifflich verständlicheren englischen Bezeichnung um die «ownership expenses». Für diesen Kostenteil ist ein interner Mietsatz anzunehmen, der die Kapitalkosten, die Lagerungskosten, die Versicherungen und die Grundüberholungen sowie die Amortisation zu decken hat. Gegenüber den Verhältnissen in Fabrikbetrieben ist allein schon die Erfassung der richtigen Amortisation schwierig, da sie für die Zukunft und für zum Teil unbekannte Arbeitsbedingungen die Entwertung decken muß, welche im rauhen Baubetrieb durch Abnützung und Ermüdung, durch Einzelereignisse und Beschädigung sowie durch das Auftreten neuerer und besserer Geräte eintritt.

Es ist ein Ziel der immer umfassenderen maschinellen Verfahren, durch Investitionen in Maschinen und Anlagen, den Wirkungsgrad in der Herstellung von Gütern zu verbessern. Die Initiative, mit der die schweizerischen Unternehmer dieses Ziel verfolgen, ist um so

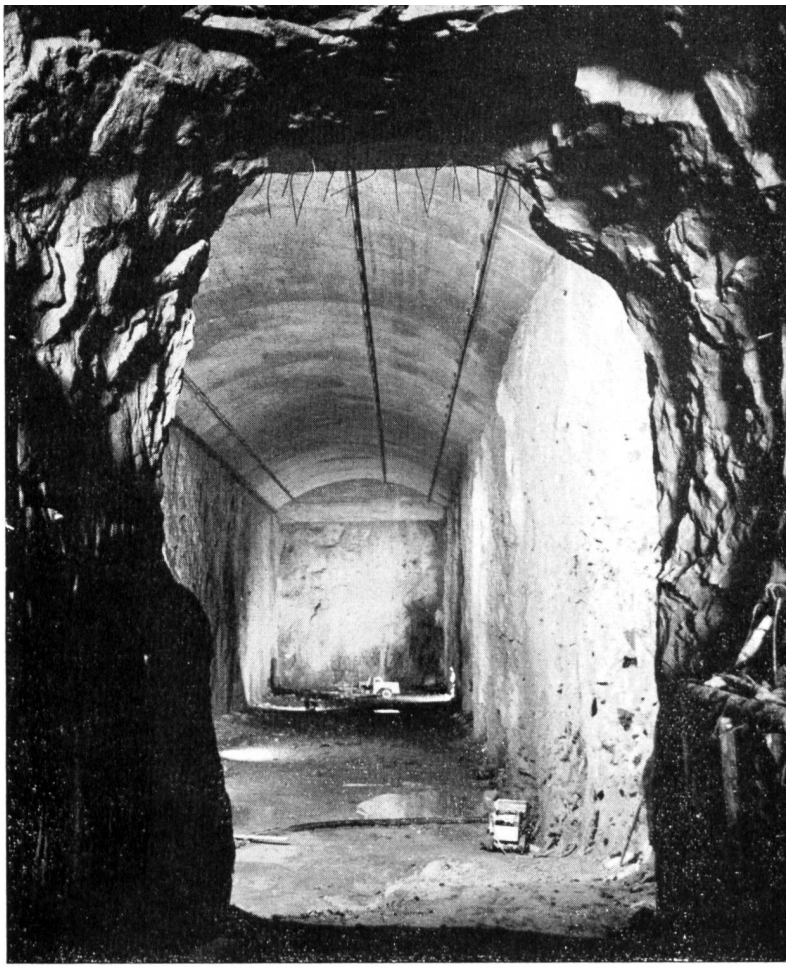

Bild 6 Kavernenzentrale Göschenen im Ausbruch. Länge 118 m, Breite 20 m, Höhe 28 m

anerkennenswerter, als sie in der Frage der langfristigen Finanzierung gegenüber manchen anderen Industrien ungünstige Verhältnisse antreffen. Bei der heutigen scharfen Konkurrenz im Stollenbau wird die Kapitalbeschaffung für die großen Investitionen nur zum kleinen Teil durch Selbstfinanzierung geschehen können, sondern überwiegend durch die vermehrte Inanspruchnahme von Schuldkapital erfolgen müssen, was nicht unbedenklich ist. In den Möglichkeiten zur Erweiterung des Eigenkapitals dürfte zudem das Baugewerbe neben jenen Branchen, welche die Entwicklung zur Industrie schon früher erfahren haben, und besonders neben jenen, die als konjunkturfester gelten, benachteiligt sein. Es kann als ein Merkmal für den früheren gewerblichen Charakter des Tiefbaus gelten, daß die Unternehmungen vorwiegend als Personengesellschaften konstituiert waren. Die in den letzten 10 Jahren erfolgten Umwandlungen größerer Bauunternehmungen in Aktiengesellschaften sind zum Teil als Ausdruck der Bemühung zu werten, sich den veränderten Verhältnissen anzupassen. Ähnlicher Art ist auch ein Teil jener Überlegungen, die zur Konsortiumbildung zwischen einzelnen Unternehmungen beitragen.

Für die maschinelle Produktion muß aber neben der Beschaffung des Kapitals auch die Voraussetzung erfüllt sein, daß eine genügend hohe Produktion abgesetzt werden kann. Dies bedeutet im Stollenbau, daß die einzelnen Lose genügend großen Umfang haben sollten, was im allgemeinen der Fall ist. Es bedeutet aber auch, daß freigewordene Maschinen unbedingt bald wieder zum Einsatz kommen müssen. Mit fortschreitender Mechanisierung wird deshalb begreiflicherweise bei den

ausführenden Unternehmungen das Bewußtsein ausgeprägter, als Folge der hohen Investitionen gegenüber einem zufälligen oder allgemeinen Rückgang der Beschäftigung um vieles empfindlicher geworden zu sein, als man früher gewesen ist. Dadurch ist im Submissionskampf eindeutig die Tendenz entstanden, die zu erwartenden langfristigen Ergebnisse des Gerätebetriebes und des Gerätevorhaltens zu unterschätzen. Neben dem vielfältigen Nutzen, den die vermehrte Maschinenarbeit gebracht hat, liegen die Gefahren für den Stollenbau an dieser Stelle. Ein Vergleich mit amerikanischen Zahlen, die im Gegensatz zu den heutigen schweizerischen Annahmen auf zeitlich genügend ausgedehnter Erfahrung beruhen, bestätigt die Vermutung, daß in der Schweiz die langfristigen Maschinenkosten zurzeit zu optimistisch beurteilt werden.

5. Maschinenkosten und Lohnkosten

Den bedeutsamsten Impuls hat die Mechanisierung durch die verschiedenartige Entwicklung zweier Kostenfaktoren erfahren: der Lohnkosten einerseits sowie der Anschaffungskosten von Maschinen anderseits. Es ist ja eine der Voraussetzungen für die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes teurer Maschinen, daß die Einsparung an menschlicher Arbeitskraft einen Lohnkostenbetrag ausmachen soll, der zu den Anschaffungskosten der Maschine in einem vernünftigen Verhältnis steht.

Von dieser Zunahme der Lohnkosten seit 1910 kann die Hauptkomponente, nämlich das Ansteigen der Grundlöhne, in Bild 9 anschaulich wiedergegeben werden. Diese graphische Darstellung enthält für die Jahre 1910 bis 1958 den Landesdurchschnitt der bezahlten Bauhandlangerlöhne in prozentualer Relation zum Lohnniveau von 1930. Dazu kommen die beträchtlichen Erhöhungen der sozialen Leistungen, so daß die wirklichen Lohnkosten einer Arbeitsstunde eine noch ausgeprägtere Erhöhung erfahren haben. Es sei hier lediglich erwähnt, daß in der Kalkulation von Stollenbauten die lohngebundenen Kosten einer Arbeitsstunde seit 1930 auf das 2,9 bis 3fache gestiegen sind, während sich die in Bild 9 dargestellten Handlangerlöhne in der gleichen Zeit nur auf das 2,3fache erhöht haben. Von den sozialen Leistungen sei hier in Bild 10 einzig der Verlauf der mittleren Prämie für Unfall und Silikose dargestellt, welche im Jahre 1930 9,3% der prämienpflichtigen Lohnsumme ausmachten. Die Ursachen, die zu einer solchen Entwicklung dieses Kostenfaktors geführt haben, sind von der SUVA in ihren Publikationen dargelegt worden; darin wird einerseits auf die Silikose und anderseits besonders auf die prämienerhöhende Wirkung des stark vermehrten Maschineneinsatzes und des verringerten Mannschaftsbestandes hingewiesen. Die in den Vierzigerjahren eingeführten Maßnahmen zur Verhinderung der Silikoseerkrankungen haben sich als außerordentlich wirksam erwiesen, hingegen ist die Belastung durch früher entstandene Erkrankungen auch heute noch erheblich.

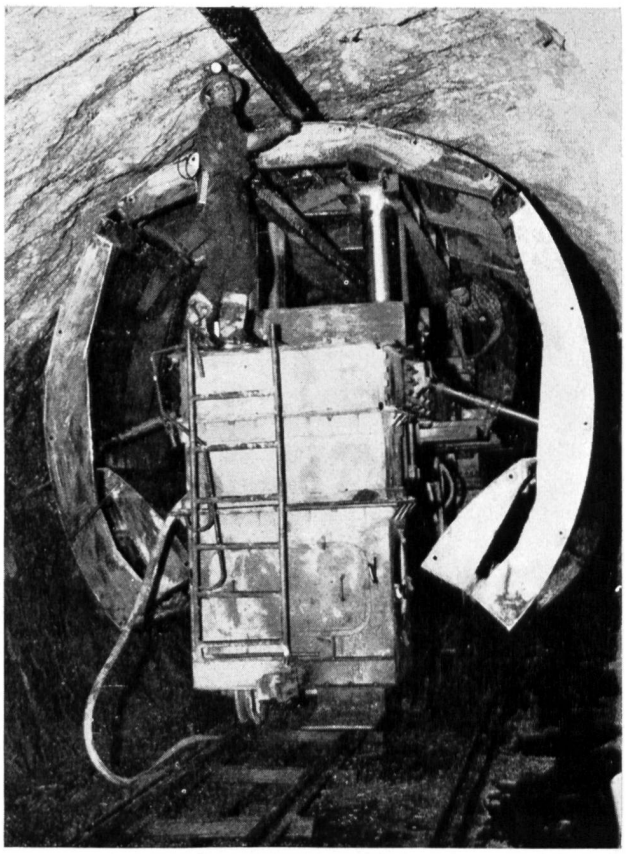

Bild 8 Teleskopschalung aus Stahl mit Versetzwagen

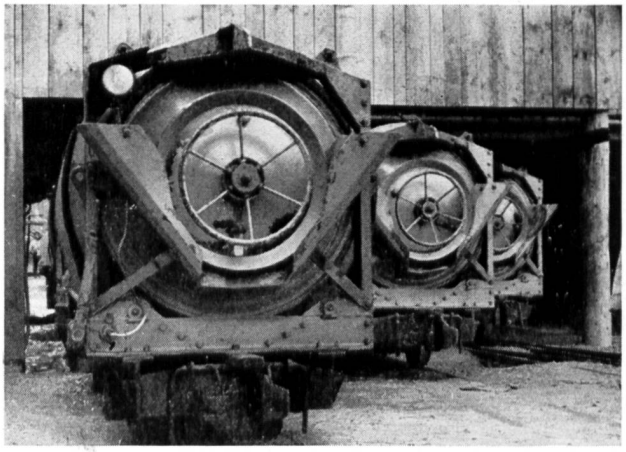

Bild 7 Betontransporttrommeln für je 2,5 m³ Beton

Die Entwicklung der Anschaffungskosten von Baugeräten kann in ihrem zeitlichen Verlauf wohl kaum einigermaßen genau verfolgt werden. In den USA besteht auch für diesen Kostenfaktor ein Index, während in der Schweiz solche Zahlen fehlen. Für den angestrebten Vergleich müßten jedenfalls die Anschaffungskosten für Maschinen gleicher Leistung betrachtet werden. Dies ist deshalb schwierig, weil viele Baumaschinen bei gleichgebliebenen Werten der hauptsächlichsten Kennzahlen doch durch Verbesserungen aller Art zu immer höherer Leistungsfähigkeit gebracht worden sind. Die für die Beurteilung der Anschaffungskosten maßgebende Bezugsgröße der Leistung bleibt daher nicht konstant. Mangels besserer Möglichkeiten und auf Grund vorgenommener Vergleiche ist es der Größenordnung nach zulässig, als Bild für die durchschnittliche Entwicklung der Anschaffungskosten von Maschinen des Stollenbaus den Verlauf des Lebenskostenindexes gelten zu lassen. Dieser ist in Bild 11 ebenfalls in prozentualer Relation zum Niveau von 1930 dargestellt.

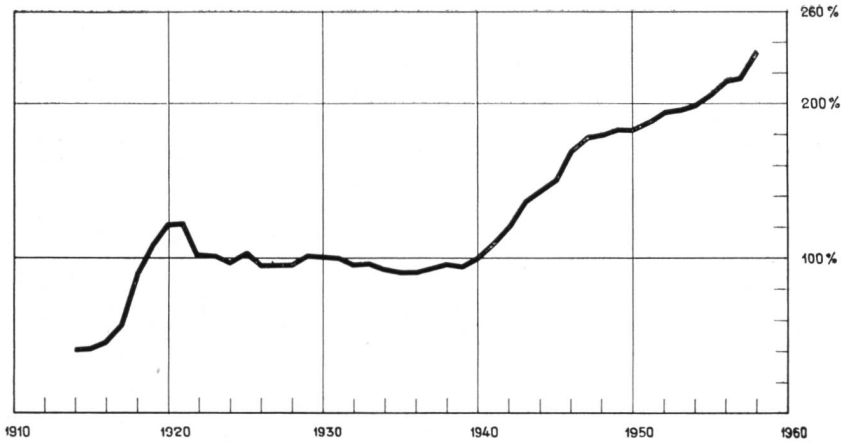

Bild 9
Landesdurchschnitt der Bauhandlangerlöhne
1930 = 100 %: Fr. 1.15 pro Stunde

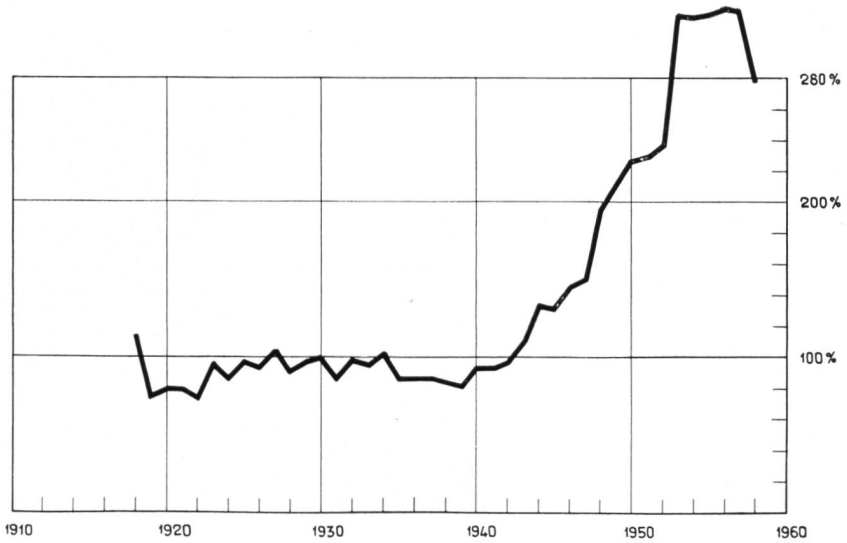

Bild 10
Mittlerer angewendeter SUVA-Prämiensatz, Klasse 40 e (Stollenbau)
1930 = 100 %: Prämiensatz 9,3 % der Löhne

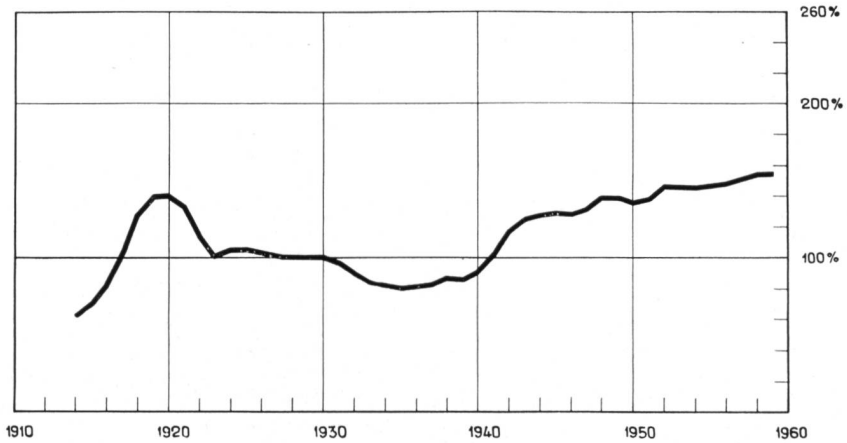

Bild 11
Lebenskostenindex
1930 = 100 %

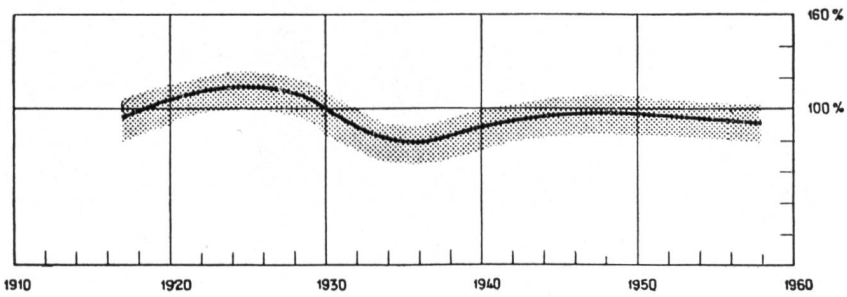

Bild 12
Mittlere Kosten für Felsausbruch im Stollen pro m³ (Festmaß) inkl. Installationsanteil auf der Basis von 1930

Der Vergleich dieser Kurven in Bild 9 und 11 zeigt klar, daß der Einsatz von Maschinen mit der Zeit rentabler geworden ist. Die für die USA geltenden entsprechenden Kurven, welche hier nicht wiedergegeben sind, helfen durch ihren Verlauf zu erklären, weshalb die Mechanisierung in den USA viel früher eingesetzt hat als in der Schweiz. Die heutigen Verhältnisse im Stollenbau der USA bestärken außerdem die Vermutung, daß der schweizerische Stollenbau nach der rapiden Entwicklung der letzten 15 Jahre nur noch sehr verlangsamt auf dem Weg der Mechanisierung und damit der Rationalisierung weiterschreiten kann.

6. *Wirtschaftliches*

Es bleibt noch, die wirtschaftliche Bedeutung der zunehmenden Mechanisierung im Stollenbau zu berühren. Die Verbesserung der Kaufkraft, welche sich trotz der Erhöhung der allgemeinen Lebenskosten für den schweizerischen Arbeiter in der Zeitspanne von 50 Jahren ergeben hat, ist erfreulich. Eine anschauliche Gegenüberstellung, welche die Erhöhung der sozialen Leistungen noch nicht berücksichtigt, ist von gewerkschaftlicher Seite im «Schweizer Arbeiter» (1958, Nr. 3) wie folgt gegeben worden:

Die in den Jahren 1905 und 1955 gültigen Preise für die nachstehenden Waren entsprechen nach den Stundenlöhnen der Jahre 1905 und 1955 den nachstehenden Arbeitszeiten in Stunden und Minuten:

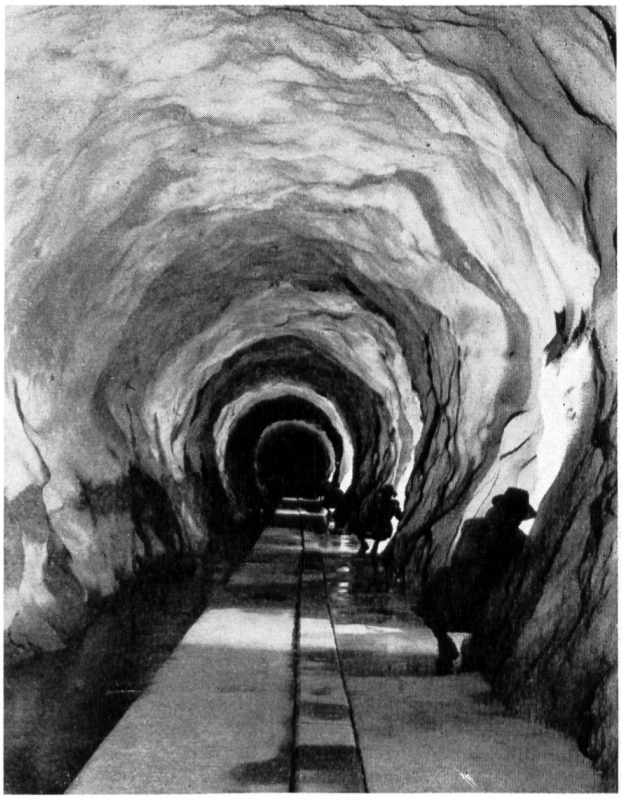

Bild 14 Unverkleideter, gunitierter Druckstollen

	1905	*1955*
1 kg Brot	1 Std. 21 Min.	18 Min.
1 kg Rindfleisch	7 Std. 15 Min.	3 Std. 36 Min.
1 kg Butter	12 Std. 45 Min.	3 Std. 24 Min.
1 kg Kartoffeln	22 Min.	7 Min.
1 Jahresabonnement auf Tageszeitung	81 Std.	16 Std.
1 Paar Schuhe	113 Std. 30 Min.	20 Std.
1 Anzug	227 Std.	80 Std.
1 Fahrrad	1135 Std.	100 Std.

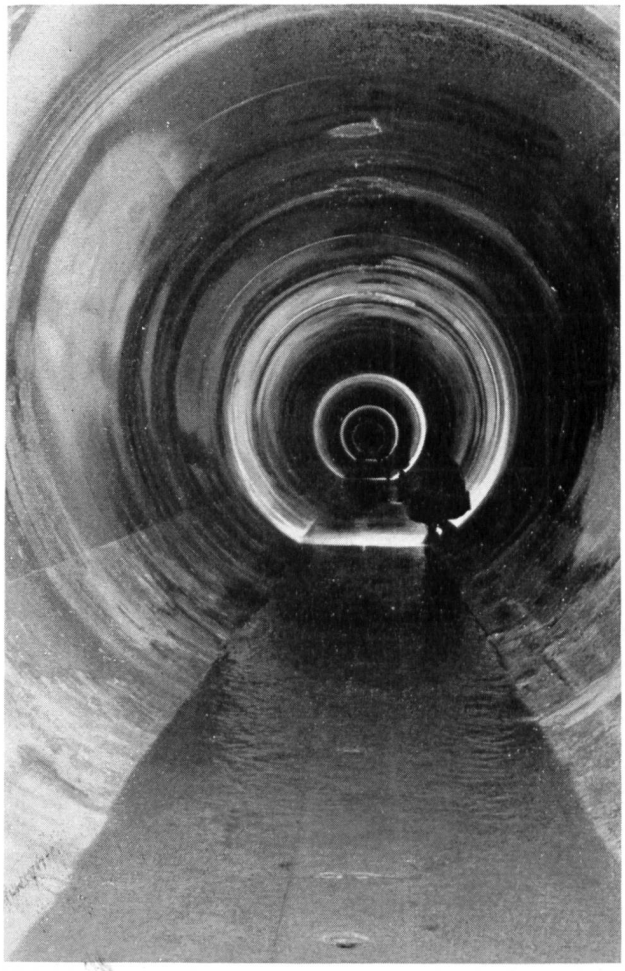

Bild 13 Verkleideter Druckstollen, lichter Durchmesser 3,25 m

Eine Untersuchung über die Entwicklung der Baukosten während der vergangenen 50 Jahre müßte noch zeigen, in welchem Maße der zunehmenden Mechanisierung auch volkswirtschaftliche Bedeutung zukommt. Als Beispiel sind in Bild 12 die Resultate einer derartigen Betrachtung für die Ausbruchpreise von Stollen, einschließlich Installationskosten, gegeben. Für die Zeit von 1922 bis 1959 wurde eine größere Zahl von Objekten ausgewertet, die mittlere Preislage ermittelt und in Relation zum Niveau des Jahres 1930 aufgetragen. Es zeigt sich, daß heute der Ausbruch von Stollen pro m^3 Fels, in Franken ausgedrückt, sozusagen gleichviel kostet, wie in den vergangenen Jahrzehnten. Diese Tiefhaltung der Ausbruchpreise stellt im Lichte der stark erhöhten Löhne und sozialen Beiträge eine beachtenswerte Leistung des Baugewerbes auf diesem Spezialgebiet dar. Die Steigerung der Arbeitsproduktivität, die allerdings in der weiteren Entwicklung nur noch gering sein kann, hat ein ganz bedeutendes Ausmaß erreicht. Sie bringt den Sinn der durchlaufenen Entwicklung zum Ausdruck und rechtfertigt die starke Mechanisierung.

Bildernachweis:

1 Photo H. Heiniger
2 Photo Aero-Müller
3, 7, 13, 14 Photos D. Prader
4 Photo F. Reßnig
5, 6 Photos E. Schucht
8 Photo H. Jaeger