

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 71 (1953)
Heft: 18

Artikel: Projektierung einer neuen Teufelsbrücke in der Schöllenschlucht
Autor: Huber, P. / Burger, W. / Schurter, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-60544>

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: 30.01.2025

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

Es zeigte sich, dass der Wirkungsgrad des Bremsgestänges hauptsächlich vom Schmierzustand der Gelenke, der Steifheit des Gestänges, dem Material und Durchmesser der Gelenkbolzen und -büchsen abhängt. Die Gelenke werden periodisch mit einem guten Dauerschmierfett geschmiert. Bolzen und Büchsen müssen oberflächenhart sein; ihr Durchmesser soll mindestens 32 mm betragen. Ferner darf die zulässige Beanspruchung des Bremsgestänges 1000 kg/cm² für Zug und Biegung nicht überschreiten. Mit diesen Massnahmen erreichen wir bei den Personenwagen im Betrieb Bremsgestänge-Wirkungsgrade von dauernd mindestens 80 %.

Bei schweren Lokomotiven ist das Bremsgestänge notwendigerweise kompliziert und schwer. Messungen an den bisherigen Bauarten ergaben schlechte Wirkungsgrade (Bild 9). Hauptursache der grossen Reibungsverluste war die Serienschaltung von mehr als zwei Bremsstraversen. Die Bremsgestänge der Ae 4/4 und Ae 6/8 Lokomotiven werden gegenwärtig den neuen Erkenntnissen entsprechend vollständig umgebaut. Die Anordnung wird so weit als möglich vereinfacht. Wo Serienschaltung unumgänglich ist, werden die Uebersetzungsverhältnisse der Kraftverminderung angepasst, so dass der effektive Klotzdruck überall gleich ist. Beispielsweise sei erwähnt, dass allein durch konstruktive Verbesserung des Bremsgestänges der Ae 4/4 (Bo'Bo') Lokomotive der Wirkungsgrad um 17 % verbessert werden konnte (Bild 10).

e) Unterhaltungszustand der Bremsgestänge, Gestängeregler

Die Bremsgestänge der Personenwagen werden alle drei Monate, die der Triebfahrzeuge alle 4 bis 6 Wochen geschmiert.

Durch diese gegenüber früher häufigere Schmierung wird — wie ausgedehnte Messungen zeigten — eine Verkürzung des Bremsweges um 5 bis 10 % erreicht. Alle vierachsigen Wagen und alle Triebfahrzeuge sind mit automatisch wirkenden Gestängeregler ausgerüstet worden. Sie bewirken die selbsttätige Nachstellung des Bremsgestänges bei fortschreitender Abnutzung der Bremssohlen, so dass der Kolbenhub unverändert bleibt. Dadurch bleibt auch das pneumatische Uebersetzungsverhältnis der Bremse unverändert. Die Nachregulierung des Bremsgestänges von Hand entfällt.

3. Ergebnisse und Zusammenfassung

Beweggrund für die umfangreichen und zum Teil kostspieligen Untersuchungen und konstruktiven Aenderungen waren Erhöhung der Betriebssicherheit und Verminderung der Kollisionsgefahr auf Niveauübergängen sowie Herabsetzung der Unterhaltskosten. Durch die beschriebenen Verbesserungen bei der BLS und der von ihr mitbetriebenen Bahnen konnten die Bremswege aller Triebfahrzeuge und der Personenwagen durchschnittlich um $\frac{1}{3}$ verkürzt werden. Die Verbesserungen gestatten u. a., das Triebfahrzeug bei der Berechnung des Bremsverhältnisses der Züge unberücksichtigt zu lassen, indem sein Bremsverhältnis das für den ganzen Zug notwendige in allen Fällen erreicht oder überschreitet. Die Unterhaltarbeiten am Bremsgestänge beschränken sich auf den Sohlenwechsel und die Schmierung. Der jährliche Bremssohlen-Verschleiss ist trotz der teilweisen Verwendung von weicheren Bremssohlen um rd. 10 % kleiner als vor dem Umbau.

Projektierung einer neuen Teufelsbrücke in der Schöllenschlucht

DK 624.21.012

In Heft 5 dieses Jahrganges haben wir auf S. 57 die Diskussion um dieses Bauvorhaben eröffnet mit der Wiedergabe der behördlichen Entwürfe. Diese Publikation hat ein über Erwarten starkes Echo geweckt, und allgemein hat man es begrüsst, dass das Gespräch unter Fachleuten geführt werden kann, bevor die Entscheidungen getroffen sind. Wenn einige unserer Einsender eine etwas spitze Feder führen, wird man dies ihrer Jugend (als Berufsleute wie als Menschen) zugute halten — die ganze Frage zeigt sich ja als Generationenproblem: die Jungen wollen Neues wagen, alles für ihr Ziel einsetzen, und die Aelteren wollen sicher bauen, sorgfältig abwägen. Dieser Gegensatz prägt sowohl die technische wie die ästhetische Beurteilung. Wir danken allen Einsendern und lassen ihre Beiträge mit wenig Kürzungen und gruppiert nach Zusammengehörigkeit folgen. Die Bildnumerierung schliesst an Heft 5 an, beginnt daher in diesem Heft mit Bild 9.

Vorweg sei noch mitgeteilt, dass der mehrfach gemachte Vorschlag, ein Trasse zu wählen, das erlaubt, die Strassenbrücke unmittelbar neben die Bahnbrücke zu legen, aus topographischen Gründen nicht ausführbar ist. W. J.

*

Es wird wohl kaum bestritten werden können, dass von Kantonsingenieur A. Knobel (Altdorf) die Anforderungen an den neuen Brückenbau den Oertlichkeiten entsprechend konkreter gefasst waren als jene der eidg. Kommission. Diese hat mit ihren Grundsätzen jene Ebene geschaffen, welche es ermöglichte, auch bereits traditionelle Lösungen zu studieren. Das Ergebnis der Kommissionsarbeiten bestätigt es. Nehmen wir uns heraus, nur die zwei zum Hauptentscheid gelangten Projekte zu diskutieren, da sie grundsätzlich verschiedenen Anschauungen entsprechen.

Die erste dieser Anschauungen entspringt der architektonischen Neuorientierung unseres Jahrhunderts zur Sachlichkeit, zur Einordnung in die Natur, zur Unterordnung der Bauwerke unter die Natur, im extremen Falle sogar zur Forderung der Unberührbarkeit der Natur. Die zweite Auffassung hingegen wurzelt in der Entwicklung des vergangenen Jahrhunderts zur Beherrschung der Natur und in deren letzter Konsequenz, im uneingeschränkten Machtanspruch des Menschen über die Natur. Dass beide Richtungen in ihrer gemässigten Haltung und Selbstbeherrschung grosse, anerkanntswerte Werke geschaffen haben, soll hier nicht bezweifelt werden. Es ist sogar Tatsache, dass beide Richtungen die Forderungen der Harmonielehre erfüllen können und sich dadurch in manchen Problemen auf der gleichen Ebene befinden. Aber entscheidend ist in jedem Falle, ob die Träger der Richtungen Selbstbeherrschung üben oder der Idee den Vortritt geben,

mit andern Worten, ob der menschliche Intellekt dem Willen über- oder untergeordnet ist.

Aus dem Gesagten erkennt man bereits, dass das Projekt der Rahmenbrücke der ersten, das Projekt der verkleideten Bogenbrücke der zweiten Auffassung zugeordnet werden kann. Hingegen braucht nicht eigens betont zu werden, dass beide Projekte an und für sich eine saubere, gediegene Lösung darstellen. Das wird auch manchem Laien auffallen, der die Bilder 7 und 8 betrachtet. Diese Abbildungen können sogar den Eindruck erwecken, beide Konstruktionen seien — auch nach sorgfältigem Abwägen von Vor- und Nachteilen — gleichwertig. Das ist bestimmt auf den hierfür geradezu ideal gewählten Standort des Betrachters zurückzuführen. Die sich aus der einfachen, doch markant gezeichneten Gegend aufdrängende Forderung, die nicht abschätzbare Tiefe der Schlucht mit einer einzigen Öffnung zu überbrücken, ist jedesmal erfüllt. Wieso aber die Rahmenbrücke zur alten Teufelsbrücke keine Beziehungen aufweisen könnte, wäre von der Kommission erst noch näher zu umschreiben. Im Gegenteil kann sich die harte, auf beiden Talseiten leicht abgerundete Linienführung der alten Strasse in der Rahmenbrücke als Spiegelbild wiederfinden. Weiter sprechen die schroffen Felswände eine so feste Sprache, dass sie eines klaren Echos wohl würdig sind. Das Gewölbe der alten Brücke ist von diesem Standort des Betrachters aus der Linienführung der Strasse und dem massigen Widerlager so untergeordnet, dass es nur noch einen episodenhaften Effekt erzeugen kann. Auch im flüchtigen Eindruck des Passagiers der Schöllenschlucht wird dieser alte Bogen im Gegensatz zur neuen Brücke kaum haften bleiben.

Wechselt der Betrachter aber seinen Standort dorthin, wo sich der Photograph des Bildes 1 in Nr. 5 SBZ stellte, so ändert sich die Situation gründlich. Die vorhin schroffe, unüberblickbare Schlucht erhält einen beruhigenden Weichton durch die leicht ansteigende, bewachsene rechte Talseite. Die alte Teufelsbrücke fügt sich dank ihrer geringen Abmessungen in die Landschaft ein. Auch das massige rechtsufrige Widerlager ist eine Notwendigkeit, weil sich der Bogen praktisch in die Teufelswand abstützt. Der leichte Rhythmus wiederholt sich hierauf im entfernt liegenden Viadukt der Schöllenschlucht. Dies Bild in irgendeiner Weise erheblich zu beeinträchtigen, liesse sich nur in Ausnahmefällen rechtfertigen.

Von diesem Standort aus sind auch die Bilder 10 und 11 aufgenommen. Im Bilde 10 erkennen wir die neue Rahmenbrücke kaum, da ihre äusserst geringe Masse beinahe verschwindet. Die Linienführung ist eine Wiederholung zur alten Strassenführung und lässt die alte Teufelsbrücke voll und ganz zur Wirkung kommen, ohne ihr Bogenelement zu stören.

Die drei von der Kommission des Eidg. Departements des Innern aufgestellten Entwürfe, von der Unterwasserseite



Bild 9. Viadukt mit zwei Oeffnungen (vgl. Bild 6, S. 64)

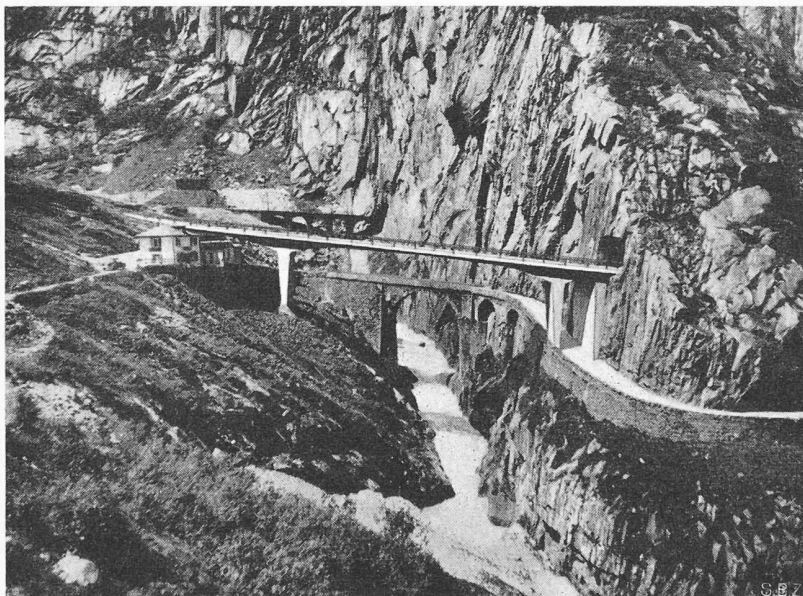


Bild 10. Rahmenbrücke aus Spannbeton (vgl. Bild 7)

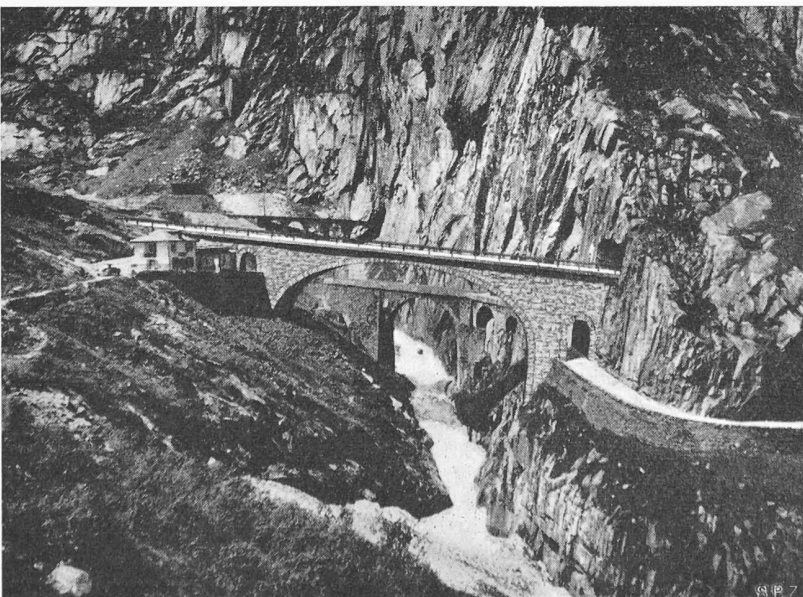


Bild 11. Gewölbte Brücke mit einer Oeffnung (vgl. Bild 8)

Die Rahmenpfeiler sind das notwendige Glied, um der Brücke Realität zu geben, aber nicht mehr. Findet sich an dieser Stelle nun eine Bogenbrücke wie in Bild 11, so ist der Gedanke von der Beherrschung der Natur nicht von der Hand zu weisen. Die alte Landschaft erträgt die hochgestellten massigen Widerlager schwer, die Teufelswand ist zerschnitten. Der an und für sich elegante elliptische Bogen der neuen Brücke wird von der alten Strasse als Sehne durchquert. Umgekehrt: zum alten Bild der Schöllenenbrücke taugt der neue Rahmen kaum. Verändert der Beschauer seinen Standort auf dieser Seite der Brücke, wohin er will, der Eindruck bleibt im grossen der gleiche. Soweit der Beitrag zur formalen Gestaltung.

Die eidg. Kommission hat unter I, ästhetische Gesichtspunkte, Punkt 4 (S. 58), erwähnt, dass sie auch die Wahl des Materials als entscheidend in dieser Hinsicht betrachte. Das kann aber wohl nur Geltung besitzen, sofern das Material, bzw. seine Farbe, in krassem Widerspruch zur Landschaft steht. Selbstverständlich wird eine staubgraue Betonfläche mit der grünlichen Patina eines sauberen Granitfelsens weniger harmonieren. Im vorliegenden Falle der Rahmenbrücke aber sind die Sichtflächen so klein im Geländemasstab, dass sie nicht ins Gewicht fallen. Ferner dürfte allgemein bekannt sein, dass ein mattgeschliffener Beton beinahe wieder das Aussehen der Zuschlagstoffe erreicht, in unserem Falle also sehr wohl ähnlich dem des Granits, wenn Kies und Sand aus Flüelen angeliefert werden. Durch den Mattschliff könnten ferner allfällige Kalkausblühungen im ersten Jahre beseitigt, Alterserscheinungen, Staubansätze und Frosteinflüsse an der Oberfläche erheblich vermindert werden. Der Mehraufwand für diese Arbeiten würde sich durch die erhöhte Dauerhaftigkeit des Gesamtbauwerkes bezahlt machen.

Andererseits scheint die Dauerhaftigkeit des mit Granit verkleideten Betonbauwerkes der Bogenbrücke (Verbund) auch nicht absolut gewährleistet zu sein. Die beiden Materialien haben verschiedene Wärmedehnungskoeffizienten (Beton $14 \cdot 10^{-6}$ und Granit $9 \cdot 10^{-6}$), wodurch zusätzliche Beanspruchungen im Bauwerk und insbesondere in den Fugen der Granitverkleidung entstehen. Dass im ungünstigen Falle das kunstgerechte Ausbessern der Fugen teure, lange dauernde Arbeiten sind und die von der Kommission ins Auge gefassten Reparaturarbeiten für die Rahmenbrücke überbieten, ist naheliegend. Jedenfalls ist es ratsam, auch das Verhalten des verkleideten Betonmauerwerkes eingehend zu studieren und durch Versuche abzuklären.

In Würdigung dieser Ausführungen und nach eingehender Auseinandersetzung mit dem Kommissionsbericht werden sich Architekten und Ingenieure eher bereitfinden können, dem Projekte der Rahmenbrücke den Vorzug zu geben, und der eidg. Kommission den Dank abzustatten für die erhebliche, gute Vorarbeit, die einen Baubeschluss in nächster Zukunft erwarten lässt.

Zürich, 11. Februar 1953

Ing. P. Huber

*

Zur Frage des Baustoffes:

Es ist nicht gesagt, dass ein menschliches Bauwerk «die Einpassung in die Landschaft vollkommen verwirklicht», wenn es aus dem Baustein der Umgebung erstellt ist. Dies ist meistens wohl nur dann der Fall, wenn die Verarbeitung des bodenständigen Baumaterials

durch Leute erfolgt, die die traditionelle Bauweise noch «in sich» haben (Voraussetzung ist zudem eine vollständige Ueber-einstimmung von Form und Konstruktion mit diesem Material). Diese Steinhauer und Maurer sind seit der überhand-nehmenden Industrialisierung nur noch spärlich vorhanden. Durch «Anlernkurse» diese ehemals durch das einfachere und langsamere Leben bedingten Fähigkeiten wieder neu erstehen zu lassen, ist ein krampfhaftes Bemühen, das zeitbedingt keine befriedigenden Resultate ergeben kann. Wir wollen damit nicht behaupten, dass unter Umständen nicht mit Granit ge-baut werden könnte. Dies müsste dann aber unter Zuhilfe-nahme der modernsten technischen Mittel kompromisslos ge-sehen, wobei besonders nach neuen Möglichkeiten der Stein-bearbeitung, die den heutigen Arbeitsverhältnissen umfassend Rechnung tragen, zu suchen wäre.

Muss heute ein Bauwerk eine unbeschränkte Lebensdauer aufweisen? Die Angaben der Fachleute über die Frostbestän-digkeit (besonders des vorgespannten Betons) lassen auch die Ausführung eines Betonbauwerkes verantworten. Ist es nicht auch schön und sogar vielleicht noch wertvoller, eine Brücke unter Verwendung der modernsten Materialien und Erkennt-nisse herzustellen, statt allzu sehr nach rückwärts zu schauen?

Zum Projekt mit zwei Öffnungen (Bilder 6 und 9):

Dieser Vorschlag ist ästhetisch gesehen ganz deutlich die schlechteste Lösung der drei veröffentlichten Projekte und erhält von der Kommission eine zu gute Note. In der Perspek-tive wird der Fuss des Mittelpfeilers durch die alte Brücke verdeckt, was auf den ersten Blick die Lösung etwas besser erscheinen lässt, als sie in Wirklichkeit sein würde. Die Ueber-brückung mit einer mittleren Stütze ist selten gut und befriedigt auch in diesem Falle nicht. Die mittige Teilung durch den schweren und infolge der Tiefe des Taleinschnittes besonders ungünstig hoch erscheinenden Pfeiler trennt und sperrt das Tal in zwei Richtungen. Der Ausdruck des Wesens einer Brücke als Verbindung von Ufer zu Ufer kommt viel besser in einer oder dann in drei verbindend wirkenden Öffnungen zum Ausdruck.

Zum Projekt mit einer Hauptöffnung mit Granitgewölbe und granitverkleidetem Betonauflaufbau (Bilder 8 und 11):

Diese Ausführungsform befriedigt bedeutend besser als diejenige mit zwei Öffnungen. Nicht zufriedenstellend gelöst ist der Durchgang der bestehenden Strasse durch das Wider-lager beim steilen Ufer. Die Öffnung scheint etwas einge-zwängt und «an die Wand gedrückt».

Obwohl bekanntlich die Konstruktion nicht in einer «Bum-Bum-Ehrlichkeit» (Tessenow) zum Ausdruck kommen soll, stellt dieser auf einem Granitgewölbe aufgebaute und mit Granitquadern verkleidete Eisenbetonkasten eine zu weit-gehende Vortäuschung einer Massivkonstruktion dar. Der vor-geschlagenen Bauweise entspricht das Sichtbarlassen der Betonkonstruktion über dem Steingewölbe mit vorkragendem, organisch mit der Strassenplatte verbundenem Gehweg. Die «unansehnliche» Betonfläche könnte ja unter Umständen eine Bearbeitung erfahren. Es darf darum die Meinung vertreten werden, dass die neue Brücke trotz Verwendung des gleichen Materials mit den beiden alten Massivbrücken nicht den ge-priesenen Akkord der Vollkommenheit erreichen kann, nicht nur weil sie hohl ist.

Zum Projekt der Rahmenbrücke in vorgespanntem Beton (Bilder 7 und 10):

Diese Lösung ist ästhetisch gesehen nahezu fehlerlos. Be-sonders gelungen sind die Anschlüsse an die Bergseiten. Die alte Strasse läuft in schöner Betonung der Topographie ungestört und zwanglos am Brückenpfeiler vorbei. Konstruktion und Form bilden eine Einheit. Inneres und Aeusseres stimmen überein. Sie wirkt wie «aus einem Guss». Ihre Bauweise lehnt sich nicht an historische Vorbilder an, sondern ist selbstver-ständlicher Ausdruck unseres gegenwärtigen Arbeitens und Lebens. Man braucht zu ihrer Erstellung «keine handwerk-lichen Kenntnisse, die wieder angelernt werden müssen». Die Ansichten der Breitseiten der Pfeiler und der Brückenunter-sicht könnten durch eine leichte Gliederung (kleiner Vor-sprung auf Höhe der beiden äusseren Längsrippen) verbessert werden.

Bei der Wahl zwischen den beiden letzten Varianten kom-men gemäss unserer heutigen technischen und geistigen Situation auch grundsätzliche Erwägungen in Frage. Obwohl

ohne Zweifel die Kommission nach bestem Wissen und Gewis-sen gearbeitet hat, können sich wahrscheinlich viele Fachleute mit dem Schlusssentscheid nicht einverstanden erklären.

Winterthur, 9. Febr. 1953

Arch. W. Burger

Der Baustoff Beton erlebt während des Brückenbaues erst seine Geburtsstunde als ein Kunststein, der, ohne auch nur eine mehrjährige vorherige Lagerung durchgemacht zu haben, so-fort den rauhesten Klimaeinflüssen ausgesetzt wird. Seine Schwäche besteht ganz allgemein in einem derartigen Bau-problem darin, dass eine ganze Menge von Einzelaussetzun-gen in seiner Herstellung streng erfüllt werden muss, für deren Einhaltung unter den obwaltenden Umständen auch bei bester Arbeitsorganisation nicht immer volle Gewähr gegeben werden kann. Demgegenüber steht im Urnergranit ein Bau-stein zur Verfügung, über dessen Bewährtheit während Jahr-tausenden überhaupt nicht mehr zu diskutieren ist, der in-folgedessen auch nicht mehr die Schwächen eines ganz jun-gen Kunststeins aufweisen kann. Das sind für mich ganz fun-damentale Gesichtspunkte in der Entscheidung der hier vor-liegenden Baufrage. Damit spreche ich dem Beton als Bau-stoff beileibe nicht das Todesurteil, sondern verlange nur, dass jeder Baustoff gemäss den obwaltenden Bedingungen des Ein-zelfalles da eingesetzt werde, wo er am geeignetsten erscheint. Eine gegliederte offene Eisenbetonbrücke würde in der Schöl-lenenschlucht, trotz des Schutzes, den in vertikalem Sinne die Fahrbahn den Unterbauten gewährt, schonungslos von allen klimatischen Einflüssen wie schroffen Temperaturwechseln, Wind mit Regen und Schnee, durchpeitscht. Ein geschlossener Brückenbau mit solider statisch mitarbeitender Granitverklei-dung und Granitkonsolen der Fahrbahn dagegen ist gegen derartige Beanspruchungen unendlich viel besser geschützt.

Bern, 21. Febr. 1953

Ing. W. Schurter, Oberbauinspektor

Die SBZ fordert zur Diskussion über dieses Thema auf, und die einzigartige Schönheit der Schöllenschlucht ist wahrhaftig wert, dass man sich diesen neuen Eingriff nach allen Seiten überlegt. Diese Schlucht verträgt zwar viel, und durch alle Einbauten an zivilen und militärischen Strassen, Brücken, Bahnen, elektrischen Anlagen, Fortifikationen usw. hat sie eigentlich an Phantastik und Grossartigkeit nur noch gewonnen. Dass die Felskonturen nicht durch die neue Strasse angeschnitten werden dürfen, ist die Hauptsache, im übrigen ist man ziemlich frei. Dass die neue Brücke zur bestehenden keinen allzu scharfen Winkel bilden darf, ist richtig, ander-seits wäre es positiv falsch, sie genau parallel zu führen, denn damit würde eine Beziehung vorgetäuscht, die nicht existiert. Wünschbar wäre, die neue Brücke nicht zu weit von der be-stehenden abzurücken; der Eindruck gewinnt an Konzentra-tion, wenn beide Brücken zugleich im Blickfeld stehen. Für die Frage «Eisen oder Beton» sind die Ingenieure zuständig, wegen der Form braucht man aber nicht allzu ängstlich zu sein. Der vorgeschlagene elliptische Bogen ist vielleicht nicht ganz ungefährlich: gerade weil er dem Typus nach der be-stehenden Brücke verwandt, aber viel weiter gespannt ist, wird er möglicherweise die bestehende Brücke massstäblich schädigen, d. h. klein erscheinen lassen, während eine Brücke ganz anderer Art — also z. B. eine Balkenbrücke, gar nicht zum Vergleich herausfordern, und deshalb den Masstab der alten Brücke nicht drücken würde.

Keine schlaflosen Nächte sollte man sich wegen den mor-alischen Skrupeln über das Material machen: eine in Natur-stein verkleidete Betonbrücke ist so wenig «unehrlich», wie es unehrlich ist, einen wollenen Anzug zu tragen. Wer deshalb glauben wollte, der Mensch bestehe durch und durch aus Wolle, dem sei das unbenommen. Vom Standpunkt solcher Moralpaukerey betrachtet wäre die ganze römische Architek-tur mit ihrem verkleideten Guss- und Ziegelmauerwerk «un-ehrlich», und dazu Dreiviertel der übrigen Kunstgeschichte. Es wäre an der Zeit, sich von diesem nie zu Ende gedachten Schlagwort endlich frei zu machen.

Zürich, März 1953

Peter Meyer

Aus dem Bericht der Kommission für den Ausbau der Gotthardstrasse möchte ich folgende Sätze tiefer hängen: Seite 60 links Mitte: «Zur besseren Anpassung der Drucklinie an die gewählte Bogenform . . .» und Seite 62 rechts, oberes Drittel: «Die vorgeschlagene Brückenform könnte als Bogen-scheibe aufgefasst und konstruiert werden.»

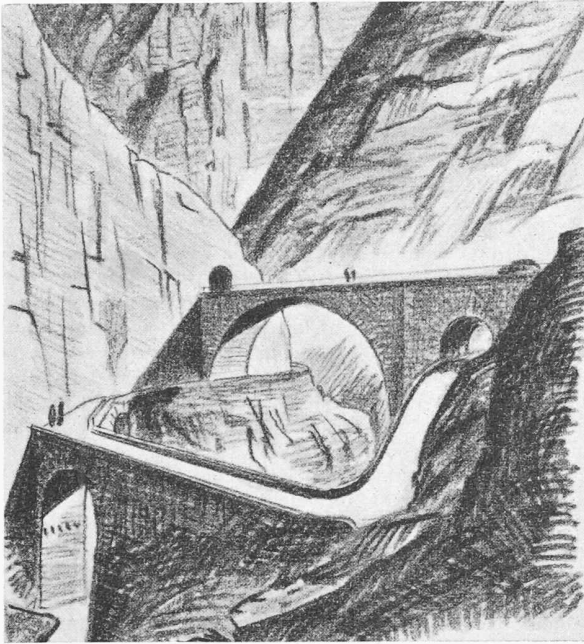


Bild 12. Skizze von Arch. J. GRAF, Niederurnen

Offensichtlich ging die Kommission von festgelegten Formprinzipien aus und untersuchte, wie und ob das Ding konstruierbar wäre, glaubte, Harmonie müsse aus formaler Gleichschaltung entstehen und übersah, dass die rauhe Schöllenen solche Gesinnung nicht erträgt. Sind beim «Viadukt in Granitmauerwerk» (Bild 6) die beiden Oeffnungen zwar im Einklang mit der alten Brücke, so ist dies keineswegs ihr Stelzbein, das wie ein Uhrpendel hinunterlangt, wohin zeigt die Perspektive nicht (vielleicht badet es Hühneraugen im Sprudel), bei Bild 8 entsteht Disharmonie aus der Verbindung von Formnachahmung bei der Oeffnung und Sparsamkeit, die verbietet, Scheitel- und Pfeilerstärken ebenfalls zu verdoppeln. So drückt die Gewölbekraft zuerst die magere Durchlassöffnung der alten Strasse an die Teufelswand, bevor sie unsicher Halt in den unteren Felspartien scheinbar durch Adhäsion sucht. Wäre es bei solcher Brückengrösse nicht am Platz, die Bogenform der Drucklinie anzupassen statt umgekehrt und sich offen zur schrägen, bestimmteren Einführung der Kräfte in den Fels zu bekennen? Die Rahmenbrücke aus Spannbeton (Bild 7) sieht «rechenmethodisch» aus. Keine natürliche Ursache erzeugt den Knick zwischen Pfeiler und Kragarm und es ist schade, dass keine befriedigendere Betonkonstruktion als Finalistin contra Bild 8 zugegen war und schade, dass beim Vorprojekt 1951 (Bild 1) das nördliche Bein so brutal über den alten Strassenzug hinweggeht und jeden Passanten in die Reuss abzuschieben droht. Zum Schluss sei bemerkt, dass die Titel zu Bild 6 und 8 «in Granitmauerwerk» irreführend sind, nicht weil ein Laie dies sofort mit «aus Granitmauerwerk» identifiziert, sondern weil der Granit doch mitträgt und nicht nur Schachtel des Betons ist...!

Locarno, 17. Febr. 1953

Arch. Roland Hennig

In den publizierten Entwürfen scheint mir ein Moment nicht die gebührende Berücksichtigung gefunden zu haben, nämlich die Erhaltung des Bandes der alten Strasse in der Teufelswand, welcher m. E. dieselbe Wichtigkeit zukommt, wie der Erhaltung der Gratlinie.

Sowohl bei der Stein-, als auch bei der Betonkonstruktion wird dieses Band durch die Brückenpfeiler unterbrochen. Im Falle der Steinbrücke mit einer Mittelöffnung lässt sich das ohne weiteres vermeiden (Bild 12). Diese Skizze stellt natürlich nur den nächstliegenden Vorschlag dar, um auf Grund des vorliegenden Projektes der Forderung nach unberührter Erhaltung der alten Gotthardstrasse zu genügen. Die gegenüber der bestehenden Teufelsbrücke gänzlich veränderte Situation — Austritt der Strasse durch eine Tunnelöffnung hoch oben in der Felswand — dürfte aber einer von ihr ebenso entschieden abweichenden Form der neuen Brücke rufen, die zu finden Gegenstand weiterer Studien wäre.

Die Untersuchungen der Kommission zeigen durch die Wahl des teuersten Materials, dass die reinen Baukosten nur



Bild 13. Skizze von Ing. P. LIPPOLD, Dresden

eine untergeordnete Rolle spielen, indem höheren Erstellungskosten niedrige Unterhaltskosten gegenüberstehen. Es besteht daher kein Zwang, aus ökonomischen Gründen ein der Situation nicht angemessenes Baumaterial zu verwenden. Die Konzeption der neuen Brücke ist ein ästhetisch-technisches Problem, wo die Harmonie der verschiedenen Bauwerke untereinander und mit der Landschaft allein entscheidend ist.

Niederurnen, 7. April 1953

Arch. J. Graf

Als Schüler von Professor W. Neuffer an der TH Dresden bin ich stets dazu angehalten worden, der Gestaltung von Ingenieurbauwerken allgemein besonderes Augenmerk zu schenken und auch als materiell-statisch denkender Bauingenieur nie die Goetheworte zu vergessen: «Schön ist, was wahr ist.»

Für den Entwurf der Teufelsbrücke hätte m. E. eine Maillart-Konstruktion (Bild 13) in Angleichung an das zerklüftete Berggelände gegenüber der entworfenen Dreigelenk-Rahmenbrücke das eine voraus, dass sie sich, an die beiden gegenüberliegenden Berghänge gestemmt, als Bogen über das Tal schwingt. Die Rahmenbrücke steht in dieser Beziehung mit ihrer besonderen Betonung der Waagrechten zu sehr im Gegensatz zur Landschaft. Bei einer Maillart-Konstruktion liesse sich — bei Ausführung der Fahrbahn in Spannbeton — die Waagrechte sehr schlank halten und damit in angenehmen Gegensatz zu dem Hauptmotiv des Bogens bringen. Die grossen Ansichtsflächen der unteren Bogenlaibung kämen infolge der Eigenart einer Maillart-Konstruktion gegen die Kämpfer zu in Fortfall, genau so wie die Bogendraufsicht keine ebene Fläche mehr darstellt.

Zur Angleichung der blassen Ansichtsflächen des Betons an die Umgebung und besonders als Schutzanstrich gegen die einwirkenden Atmosphärien könnte man einen farbigen Vioflex-Anstrich (Farbenfabrik Wolfen) in Betracht ziehen. Diesem fehlen die Nachteile der bituminösen und Kunstharzanstriche, er haftet gut und besitzt ausgezeichnete elastische Eigenschaften.

Dresden, 7. März 1953

Dipl.-Ing. Peter Lippold

Mit Freude habe ich den Entwurf einer Brücke aus vorgespanntem Beton studiert und festgestellt, dass die Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit des Baustoffes voll anerkannt werden. In diesem besonders sorgfältig ausgearbeiteten Projekt kommen die neuen statischen Möglichkeiten der Bauweise im Rahmentragwerk visuell zur Geltung und führen zu ungeahnter Leichtigkeit und Spannkraft. Die historische Stätte wird durch einen würdigen Beitrag der Gegenwart bereichert, während die beiden Gewölbelösungen retrospektiv anmuten und die Massverhältnisse zwischen Landschaft und Menschenwerk durch ihre Monumentalität verändern. Da die Frage der Finanzierung in die Diskussion geworfen wurde, möchte ich in beiliegender Skizze eine wirtschaftlichere Konstruktions-

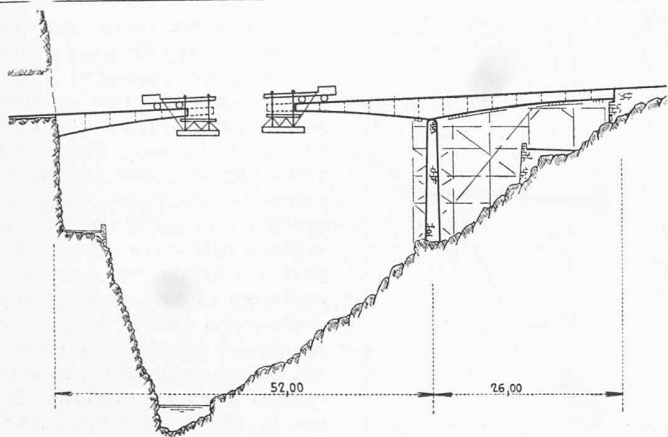


Bild 14. Spannbeton-Ausführungsvorschlag von Ing. E. SCHUBIGER

und Ausführungsart im Freivorbau vorschlagen. Dank erprobter Verankerungstechnik von Spannkabeln im Fels kann der linke Pfeiler weggelassen werden, so dass die Felsformationen der Teufelswand voll sichtbar bleiben und eine ihnen angemessene Tragfunktion erhalten. Der rechte Pfeiler aus Granitquadern würde im Boden natürlich verwurzelt erscheinen. Das Schwebende des Betons und die gesuchte Kontrastwirkung zur Landschaft träten noch stärker hervor. Nach meiner Erfahrung bei zahlreichen Brückenkonkurrenzen und einem Dutzend ausgeführten Projekten ist der vorgespannte Beton auch in ökonomischer Hinsicht durch keinen andern Baustoff zu überreffen.

Zürich, 24. Februar 1953

Ing. E. Schubiger

La publication du rapport de la Commission chargée de proposer un nouveau Pont du Diable sur la route du Gothard est à estimer à son plus haut prix. Elle permet une discussion, fort nécessaire à mon sens, des problèmes techniques, esthétiques et financiers que pose cet ouvrage. Il me plaît de relever tout d'abord l'effort de la Commission pour présenter au moins un projet moderne en béton précontraint, et qui se révèle nettement économique par rapport aux deux autres solutions envisagées. Sur la base d'une expérience dans l'établissement des projets et des calculs d'une quarantaine de ponts en béton précontraint et dans l'exécution de quatorze d'entre-eux, je me permettrai de critiquer les solutions officielles et d'en proposer d'autres. Je désire cependant que ces critiques soient comprises d'une manière positive et dans le sens d'un épaulement sans réserve de la construction moderne,

où je veux appliquer la précontrainte dans ses dernières conséquences.

1. Considérations générales et critiques

Je ne puis ici que soutenir la conception que seul un ouvrage moderne, dont les formes dépendent uniquement de sa fonction, mesuré et modeste, bien équilibré dans ses dimensions, logique, mais léger et audacieux, en contraste absolu avec la grandeur de la nature, de texture et de couleur différentes de cette dernière, est ici à sa place. Le chemin de communication à créer est moderne, et les ouvrages qui le servent doivent être modernes. Ce chemin de communication est une œuvre de notre temps, il ne doit ni se mesurer avec la nature, ni imiter celle-ci ou des formes antiques et moyens-âgeuses. En liaison avec la reconstruction d'autres ouvrages, la Vallée de la Reuss ne peut devenir un musée des temps passés. La maçonnerie en pierre naturelle a une grande durée, mais qui peut prétendre qu'une voie de communication de 6,50 m de largeur avec deux trottoirs de 1,20 m doit avoir une durée illimitée, comme le veut une des conditions primaires fixées par la Commission? Quels étaient les moyens de communication en 1900? et quels seront-ils en l'an 2000? Est-il légitime d'engager une dépense de 925 000 frs. quand on peut construire un ouvrage moderne pour la moitié?

Il est fort regrettable, à mon sens, que la Commission recommande un projet sans avoir considéré plus complètement les possibilités d'autres matériaux et d'autres systèmes. Le prix de 925 000 frs. pour un pont de 9,20 m de largeur et de 79 m de longueur, dans un terrain de fondation aussi excellent me paraît fort exagéré. Au point de vue esthétique j'imagine assez aisément la réaction de deux architectes modernes chargés du projet d'un grand bâtiment administratif, et qui se trouvent placés au sein de la commission de construction devant trois ingénieurs dont le rêve est un palais dans le style de la renaissance italienne! La conception qui consiste à imiter le passé conduit à retourner vivre dans les cavernes et à renoncer de construire des bâtiments, des voies de communication et des ouvrages d'art! Les architectes appelés à collaborer à un projet de pont sont les subordonnés des ingénieurs, ils doivent posséder de l'expérience dans ce domaine et en outre un sens inné de la construction. Les plus beaux ponts comme ouvrages d'art ont été créés par des ingénieurs-construteurs sans le concours des architectes.

La solution recommandée sous la forme d'un arc elliptique massif revêtu de pierre naturelle est une copie ou imitation de modèles anciens. Elle démontre un manque de fantaisie et d'imagination constructive et esthétique. Elle pêche contre les principes d'économie de matière et de prix, et contre celui de mesure dans l'effet. C'est un amas de pierres bien

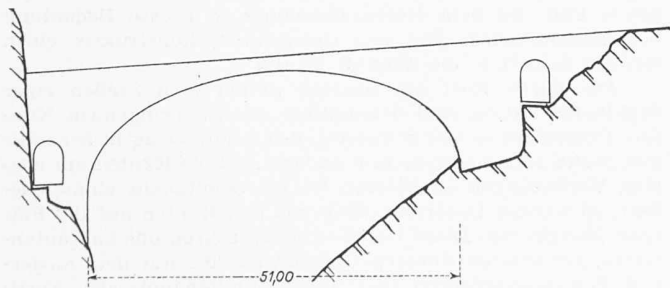


Fig. 15. Vue du projet officiel recommandé par la Commission fédérale. Arc elliptique de 51 m de portée en béton revêtu de pierre naturelle, devis estimatif 925 000 frs.

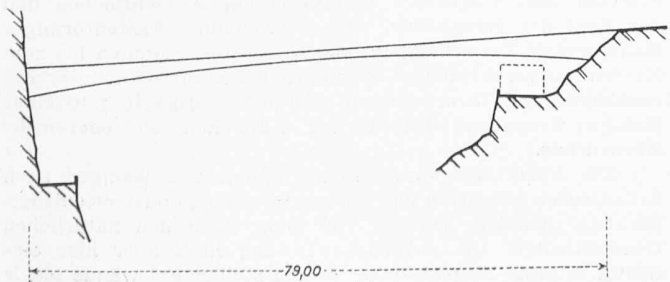


Fig. 17. Vue de la proposition 1: poutre précontrainte encadrée aux deux extrémités dans la rocher, portée 79,0 m, devis estimatif 700 000 frs. Echelle 1:1000.

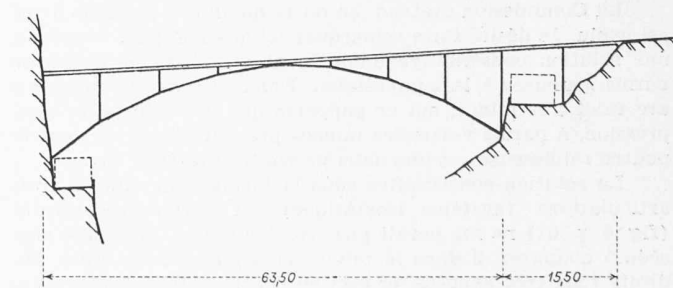


Fig. 16. Vue d'une solution sous la forme d'un arc raidi en béton précontraint, portée 63,5 m, devis estimatif 450 000 frs. Echelle 1:1000.

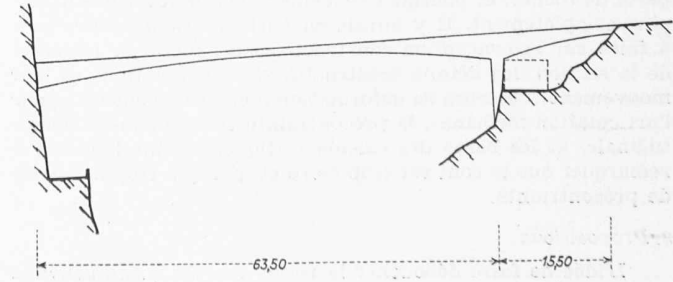


Fig. 18. Vue de la proposition 2: cadre en béton précontraint de 63,5 m de portée, encadré d'un côté, à une béquille encadrée à la base et porte-à-faux de 15,5 m, devis estimatif 550 000 frs.

Propositions de G. STEINMANN, ing.

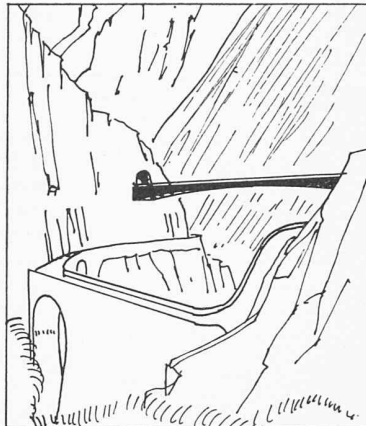
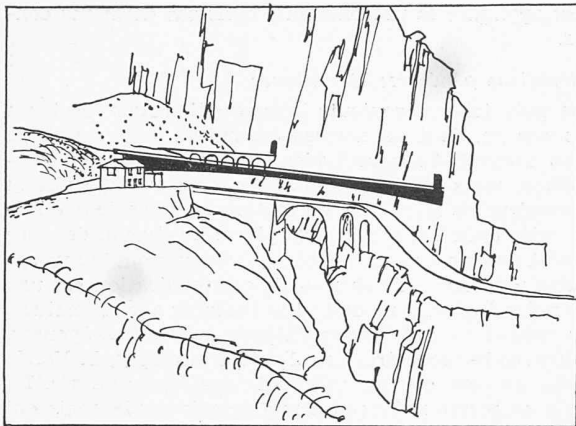


Fig. 19 et 20. Perspective amont et aval de la proposition 1: poutre en béton précontraint de portée $l = 79,0$ m

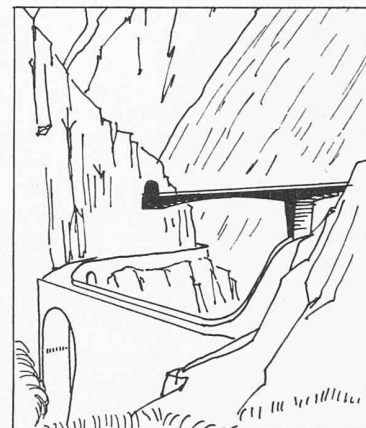
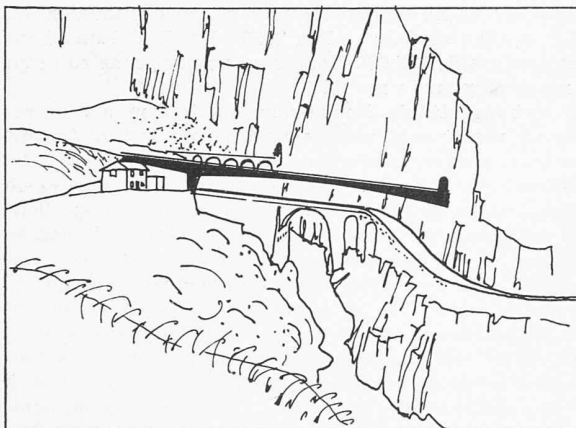


Fig. 21 et 22. Perspective amont et aval de la proposition 2: cadre en béton précontraint de portée $l = 63,5$ m

empilées cachant une construction en béton. C'est donc un faux en même temps, un faux qui veut concurrencer la nature elle-même. La masse des culées blesse profondément les parois de rocher, ceci en conflit avec les conditions esthétiques fixées par la Commission elle-même, et l'effet n'est pas aussi léger qu'il est prétendu (voir fig. 11 et 15). Le tablier en béton armé contredit complètement les conditions et décisions de la Commission contenues dans le chap. IV: le matériau (voir p. 59).

La Commission prétend en outre qu'un arc en béton armé est exclu. Je désire faire remarquer ici que l'on peut concevoir une solution constructive uniquement composée de dalles ou parois soumises à la compression. Dans ce sens je conçois un arc raidi très mince, qui ne supporte que des efforts de compression, à parois verticales minces précontraintes, et dont la poutre raidisseuse est une dalle précontrainte (fig. 16).

La solution constructive sous la forme d'un cadre à trois articulations (système isostatique) en béton précontraint (fig. 4, p. 61) ne me paraît pas très heureuse. L'ouvrage possède 5 coupures, 3 dans le tablier et 2 au pied des piles, endroits tous très exposés, et ceci en contradiction directe avec le principe d'entretien minimum. Je ne comprends pas bien la construction d'une pile fort coûteuse avec fondation à une distance de 7,0 m d'un appui idéal et gratuit qui est la paroi de rocher, et pourquoi l'excellent terrain n'est pas utilisé plus complètement. Il y aurait en outre plusieurs remarques à faire sur la conception constructive en général et la forme de la section, les détails constructifs, les articulations et leur mouvement (vecteurs de déformation non correspondants pour l'articulation médiane), la précontrainte transversale et longitudinale, et les bases des calculs statiques. Je me bornerai à remarquer que le coût est trop élevé et qu'il y a trop de câbles de précontrainte.

2. Propositions

L'idée de faire déboucher la route dans la gorge sauvage au travers d'un tunnel est magnifique, mais elle exige une solution constructive absolument conséquente. La route jaillissant du tunnel pour s'élaner sur l'autre rive doit franchir l'espace au moyen d'un ouvrage qui illustre par sa forme et

sa conception cette idée de mouvement. Il faut une planche de saut, un tremplin! Cette conception ne souffre ni culée massive, ni pile devant la paroi de rocher. Le souci d'entretien minimum du pont exige le moins de «coupures» possible, une seule au maximum. La solution constructive veut tirer le parti maximum des matériaux modernes et du terrain de fondation idéal sous la forme d'un système hyperstatique en béton précontraint. Ainsi la conception technique moderne réalise la vision esthétique. J'arrive ainsi aux deux propositions suivantes:

Proposition 1 (fig. 17, 19 et 20): poutre en béton précontraint encadrée aux deux extrémités dans le rocher par précontrainte, d'une portée unique de 79,0 m. Le devis estimatif prudent est de 700 000 frs., donc un peu meilleur marché que la solution précontrainte comme cadre à trois articulations étudiée par la Commission (746 000 frs.).

Proposition 2 (fig. 18, 21 et 22): cadre en béton précontraint encadré d'un côté, de 63,5 m de portée, avec porte-à-faux de 15,5 m et une béquille encadrée. Le devis estimatif prudent est de 550 000 frs.

Zurich, 23 février 1953

G. Steinmann, ing.

*

In seinem bemerkenswerten Plädoyer für eine Stahllösung (SBZ 1953, Nr. 7, S. 97 *) hat Dr. M. Baeschlin darauf hingewiesen, dass bei modernen Stahlkonstruktionen der Unterhalt nicht mehr die Schwierigkeiten bietet wie bei früheren Konstruktionen. Nicht nur die Schutzüberzüge wurden weiterentwickelt, sondern auch die Konstrukteure sind korrosionsbewusst geworden. Die Stahlbauweise macht gerade gegenwärtig weitere Entwicklungsphasen durch. Der vorliegende Fall, wo dem Korrosionsschutz so grosse Bedeutung beigemessen wird, gibt uns Gelegenheit, konstruktiv einen weitem Schritt in die Zukunft zu tun.

Die durch Rost am meisten gefährdeten Stellen einer Stahlkonstruktion sind bekanntlich die vorspringenden Kanten. Einmal ist es hier schwierig, den Schutzbelag in der nötigen Dicke aufzubringen, zum andern sind die Kanten am ehesten Verletzungen ausgesetzt. Ist die Schutzhaut einmal defekt, so werden Unterrostungen von den Kanten auf die Flächen übergreifen. Diese Ueberlegungen führen uns zu kantenfreien, gerundeten Konstruktionsformen, die mit dem modernen Schweissverfahren und unter Zuhilfenahme der Fertigungsmethoden des Kesselbaues durchaus im Bereich wirtschaftlicher Herstellung liegen.

Weiter bedingt die Rücksichtnahme auf die Unterhaltsarbeiten eine mögliche Reduktion der Aussenflächen und der Zahl der Bauglieder. Die Verwendung kastenförmiger Hohlquerschnitte ermöglicht uns, beide Bedingungen bis zum Extrem zu verwirklichen. Namentlich kommt man unter Berücksichtigung ihrer grossen Torsionssteifigkeit mit einer einzigen Tragebene statt der sonst üblichen zwei oder mehr Ebenen aus.

Die Form des Tragsystems sollten wir weniger nach ästhetischen Begriffen wie «Zusammenklang» oder «Kontrastwirkung» wählen, sondern viel mehr nach den natürlichen Gegebenheiten. Die natürliche Lösung liegt aber hier eindeutig in einer Bogenbrücke, da die steilen Felswände ideale Bogenwiderlager bilden, die nicht ungenützt bleiben sollten. Eindeutig scheint mir aber die Forderung, dass wir nicht die in der Tiefe das Tobel überspannende Steinbrücke durch eine noch massigere Massivbrücke zur Bedeutungslosigkeit er-

drücken sollten. Vielmehr sollte die neue, das Tal hoch überspannende Brücke durchsichtig und grazil sein, andererseits aber auch nicht eine «Zündholzkonstruktion» darstellen.

Aus diesen logischen Ueberlegungen ist mein Vorschlag (Bilder 23 bis 26) entstanden. Die Fahrbahnplatte ist aus kreuzweise armiertem Eisenbeton oder vorgespanntem Beton gedacht. Die Gehstege sind als hohle Randträger ausgebildet und können Kabel und Leitungen aufnehmen. Die Untersicht ist vollständig glatt. Die stählerne Unterkonstruktion besteht aus Querträgern, Einzelstützen und einem einzelnen Bogen. Alle Teile sind als innen zugängliche Hohlträger ausgebildet. Dank seiner grossen Torsionssteifigkeit kann der Bogen sehr schmal gehalten werden. Er verbreitert sich sanft vom Scheitel gegen die Kämpfer. Unter Verwendung hochfesten Stahls macht die Aufnahme der Temperaturspannungen selbst bei erhöhten Temperaturintervallen von beispielsweise $\pm 40^{\circ}\text{C}$ keine Schwierigkeiten. Bei den heute erhältlichen Stahlqualitäten ist auch die Spröbruchgefahr bei tiefen Temperaturen gebannt. Ein zuverlässiger Korrosionsschutz, beispielsweise auf einer Spritzverzinkung als Unterlage, ist möglich. Sämtliche Hohlräume sind bekriechbar und damit kontrollierbar. Ausser durch Anstriche würden sie durch luftdichten Abschluss gegen Korrosion geschützt. Die Kosten dieser Brücke dürften ungefähr die Hälfte derjenigen der Kommissionvorschläge betragen!

Je mehr diese Brücke einen ungewohnten, scheinbar unstablen Eindruck erweckt, umso besser passt sie in diese gruselige Gegend. Auch die historische Teufelsbrücke war ein gewagtes, der Zeit vorausgehendes Bauwerk. Falle die Wahl nun aus, wie sie wolle: Auf alle Fälle lasst uns hier etwas Kühnes tun!

Zürich, März 1953.

Ing. Ernst Amstutz

*

Der massgebenden Behörde gebührt alle Anerkennung für ihre Aufgeschlossenheit, mit der sie schon im heutigen Zeitpunkt eine auszugsweise Veröffentlichung des Berichtes der Kommission für den Ausbau der Gotthardstrasse in der Schöllenschlucht erlaubt hat und damit den Bericht weitem Fachkreisen zur Diskussion stellt. Dies ist umso erfreulicher, als vorauszusehen war, dass nicht alle Schlussfolgerungen, zu denen die Kommission gelangt ist, ungeteilte Zustimmung in Fachkreisen finden können. Der Entscheid hinsichtlich Baustoffwahl, der zum «sofortigen und einstimmigen Ausschluss des Stahles» führte, trifft den Stahlbauer in diesem Fall wie einen Angeklagten, der ohne Verhör und Verteidigung verurteilt wird. Er dürfte vor allem darum zustande gekommen sein, weil die Kommissionsmitglieder wie leider der Grossteil der schweizerischen Ingenieure und Architekten durch ihre berufliche Tätigkeit dem Massivbau viel näher stehen als dem Stahlbau und deshalb die jüngste Entwicklung und die Möglichkeiten des Stahlbaues nicht genügend verfolgt haben.

Ich möchte nun versuchen, mit einigen allgemeinen Ueberlegungen und an Hand zweier Beispiele zu zeigen, wie sich die geplante Brücke auch in Stahlbauweise realisieren liesse, ohne die gestellten technischen und ästhetischen Bedingungen zu verletzen.

Die Entwicklung des Stahlbaues in den letzten zehn bis fünfzehn Jahren ist durch eine Strukturwandlung gekennzeichnet, die ihre Ursache in der vermehrten, ja fast ausschliesslichen Anwendung der elektrischen Lichtbogenschweissung hat. Langsam gesammelte Erfahrungen führten zur Verwirklichung neuer Konstruktionsgedanken, so dass geschweisste Bauwerke in ihrer äusseren Erscheinung meist nicht unerheblich von der genieteten Bauweise abweichen. Die

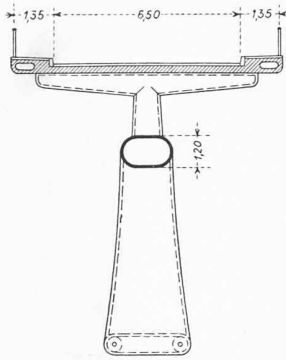
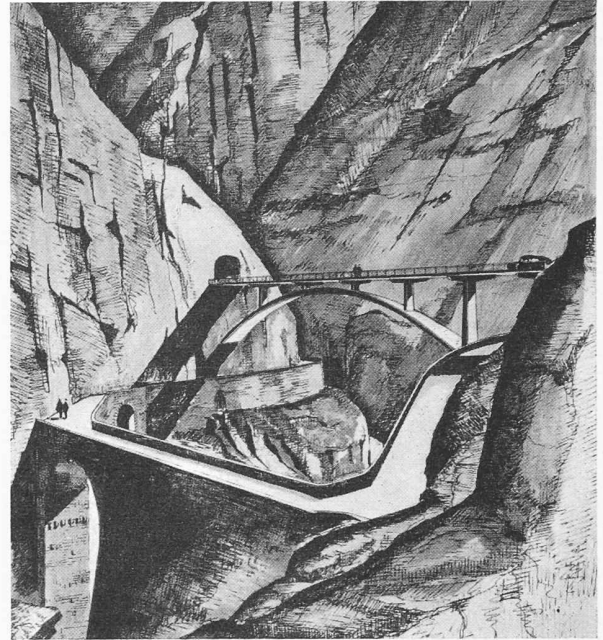
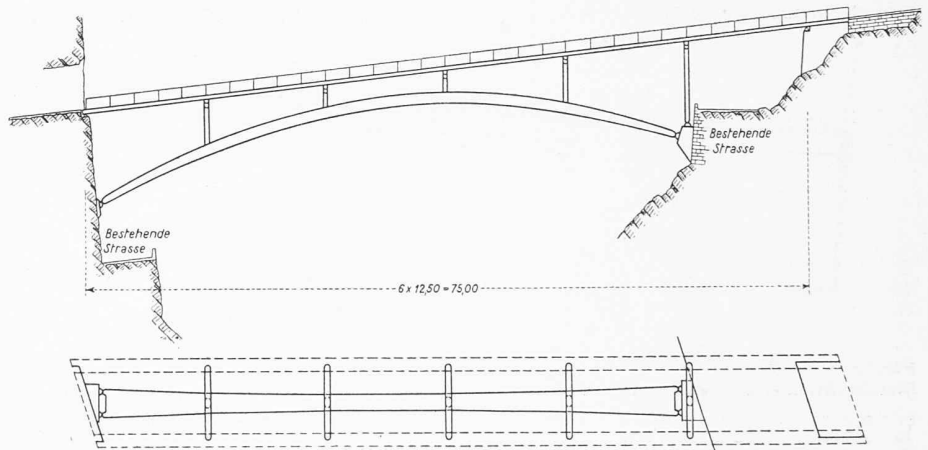


Bild 23. Querschnitt 1:250

Bild 24 (rechts). Skizze zum Stahlbau-Vorschlag von Ing. E. AMSTUTZ



Bilder 25 und 26 (unten). Ansicht und Grundriss 1:750



Schweissung gibt dem Konstrukteur grösste Freiheit in der Formgebung und gestattet auch im Falle der Teufelsbrücke, allen ästhetischen Anforderungen nicht nur gerecht zu werden, sondern ein formschönes und ansprechendes Bauwerk zu schaffen. Insbesondere erlauben die weitgehenden Gestaltungsmöglichkeiten, den besonderen klimatischen Verhältnissen bei der Durchbildung der Details Rechnung zu tragen und ein Tragwerk herzustellen, das sich durch viele glatte, leicht zu unterhaltende Flächen und wenig korrosionsempfindliche Kanten auszeichnet. Fugen und Ueberzähne bei zusammengesetzten Profilen, unzugängliche Ecken und Hohlräume, an denen sich Schmutz und Feuchtigkeit ansammeln und den Ausgangspunkt der Verrostung bilden, können bei einigermaßen sorgfältiger Konstruktion vermieden werden.

Bezüglich der Schutzüberzüge — seien es Farbanstriche oder Metallisierungen — herrscht noch in manchen Kreisen eine irrtümliche Auffassung. Die Erfahrungen der SBB zeigen, dass der Anstrich an Stahlbrücken je nach Qualität der Ausführung und den atmosphärischen Einflüssen nach 15 bis 25 Jahren wieder instand gestellt werden muss. Dabei handelt es sich nicht um einen vollständigen Ersatz des alten Anstriches, sondern lediglich um eine Ausbesserung eingetretener Unterrostungen des Grundanstriches und um die Ausführung der zwei Deckanstriche. Auch wenn aus irgendwelchen Gründen, z. B. Materialmangel in Notzeiten, eine rechtzeitige Instandstellung unerblicklich muss, so bedeutet dies noch keine bleibende Beeinträchtigung des Bauwerkes. Ich erwähne hier als Beispiel eine Stahlfachwerkbrücke für ein Nebengeleise über die Göschenerreuss, die anlässlich eines Umbaus im Jahre 1920 hätte neu gestrichen werden sollen. Diese Arbeit unterblieb damals, und die Brücke hat seither ohne irgendwelche Behandlung allen Witterungseinflüssen standgehalten und versieht weiterhin ihren Dienst. Interessant ist auch die Feststellung, dass die Zeitintervalle, nach welchen die Revisions-



Bild 27. Stahlbalkenbrücke

Vorschläge von Ing. R. SCHLAGINHAUFEN

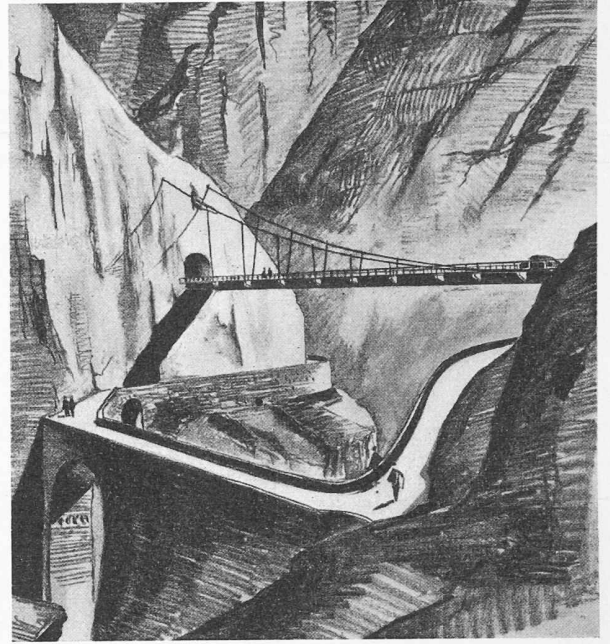


Bild 30. Hängebrücke

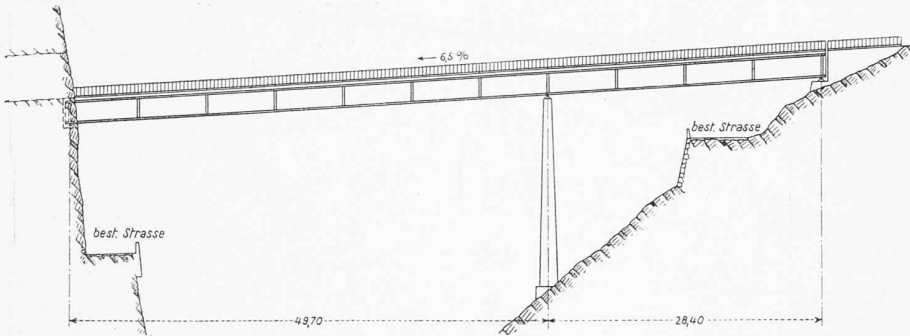


Bild 28. Stahlbalkenbrücke, Ansicht 1:750

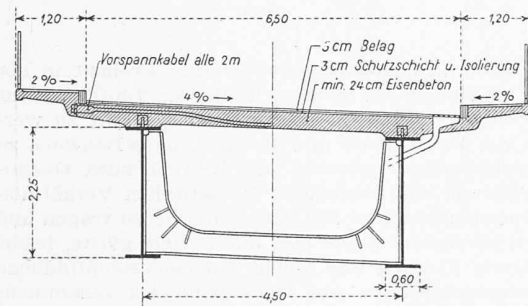


Bild 29. Querschnitt 1:125

arbeiten vorzunehmen sind, bei den schwer zu unterhaltenden alten Fachwerkbrücken der Gotthardlinie im Durchschnitt mehr als 20 Jahre betragen, während die kürzeren Intervalle vor allem für Flachlandbrücken gelten, an denen der Anstrich durch den Einfluss von Rauch- und Abgasen aus Industriegebieten rascher zerstört wird. Diese Tatsache sowie die gute Bewährung zahlreicher gestrichener Seilbahn- und Freileitungsmaste in Gebirgsgegenden des In- und Auslandes beweisen, dass die atmosphärisch-klimatischen Verhältnisse für Rostschutzanstriche im Gebirge (und am Gotthard im besonderen) günstiger sind als im Flachland. Bei der Teufelsbrücke dürfte man unter Beachtung der Fortschritte in der Farbtechnik die Haltbarkeit der sorgfältig ausgeführten Grund- und Deckanstriche auf 25 bis 30 Jahre veranschlagen.

Eine bessere Korrosionsbeständigkeit kann mit verschiedenen Metallisierungsverfahren erreicht werden. Erwähnenswert ist in diesem Zu-

sammenhang ein neu entwickeltes, schweizerisches Kaltverzinkungsverfahren, das durch elektro-chemische Galvanisation eine enge Bindung zwischen dem Stahl und dem Ueberzug erzeugt, und das auch schon im Stahlwasserbau Eingang gefunden hat.

Die hohen Kosten einer Massivbrücke liegen laut Kommissionsbericht zum Teil in der Abbelegenheit der Baustelle und den schwierigen örtlichen Verhältnissen begründet. Es ist anzunehmen, dass sich die ungünstigen klimatischen Bedingungen auf die Bauausführung

ebenfalls nachteilig und vertuernd auswirken. Hier käme nun ein wesentlicher Vorzug der Stahlbauweise voll zur Geltung: Die Herstellung der gesamten Konstruktion erfolgt in der Werkstätte, unter normalen Arbeitsbedingungen und geschützt vor den Unbilden der Witterung. Lediglich ein verhältnismässig kleiner Arbeitsanteil entfällt auf die Baustelle. Die Montage nimmt bei den neuzeitlichen Einrichtungen wenig Zeit in Anspruch und kann in die günstigste Jahreszeit verlegt werden. Somit darf der Stahlbau vor allen andern Bauweisen für sich in Anspruch nehmen, unter den besten Bedingungen ein qualitativ hochwertiges Produkt herzustellen, was hinsichtlich Dauerbewahrung keine zu unterschätzende Rolle spielt.

Bei Naturkatastrophen oder kriegerischen Einwirkungen bietet die Stahlbrücke in Verbindung mit der Schweissttechnik die Möglichkeit einer raschen und leichten Behebung von Schäden, was durch zahlreiche Beispiele aus dem kriegsversehrten Ausland belegt werden kann.

Man wird versucht sein, einem geschweissten Stahltragwerk bei den möglichen tiefen Temperaturen die Gefahr von Sprödbrüchen vorzuzuwenden. Dagegen ist einzuwenden, dass durch verbesserte Verfahren in der Stahlerzeugung und Fortschritte in den Prüfmethode dem Konstrukteur heute trennbruchssichere Stähle, auch solche hoher Festigkeit, zur Verfügung stehen.

Ueber die äussere Form des Tragsystems lässt sich in guten Treuen streiten. Unter den möglichen Lösungen in Stahl habe ich lediglich zwei voneinander grundverschiedene herausgegriffen und versucht, sie der Kürze der verfügbaren Zeit entsprechend zu skizzieren.

Wohl den schärfsten Gegensatz zum Landschaftsbild schafft die Balkenbrücke (Bilder 27 bis 29) mit parallelgurtigen, 2,25 m hohen Hauptträgern und einer stark unsymmetrisch angeordneten Zwischenunterstützung. Diese ist in Naturstein gemauert, teilt die Spannweite etwa im Verhältnis 1:1,8 und verleiht damit dem Bauwerk den Ausdruck einer besonderen Kühnheit. Die auf Grund einer generellen Berechnung festgelegten Hauptabmessungen können der Querschnittszeichnung (Bild 29) entnommen werden. Die Tragkonstruktion besteht aus wenigen Elementen: den beiden geschweissten, vollwandigen Hauptträgern, den die freien Untergerüste alle 7,10 m stützenden Querrahmen und der massiven Fahrbahnplatte von mindestens 24 cm Stärke. Diese ruht auf den Hauptträgerobergerüsten, ist mit diesen schubfest verbunden und wird zur Gewährleistung einer mög-

lichst hohen Rissefreiheit im Quersinn durch Seile vorgespannt. In Längsrichtung erfolgt eine Druckvorspannung der Platte durch Anheben der Widerlager, zwecks Kompensation der Betonzugspannungen, hervorgerufen aus Schwinden, Temperaturwirkung und Verkehrsbelastung. Diese Art, die Platte in Brückenlängsrichtung vorzuspannen, wurde in der Schweiz an der Eisenbahnbrücke über die Aare im Tannwald bei Olten und an der neu erstellten Strassenbrücke über die Aare bei Schinznach erprobt und in Deutschland bei mehreren ähnlichen Bauten angewendet. Neu ist meines Wissens die Ausführung einer Quervorspannung der Fahrbahnplatte bei einer Verbundbrücke. Sie bedingt auch eine von der üblichen Form abweichende Querschnittausbildung der Brücke, indem die querstützenden Halbrahmen mit dem Riegel nach unten gekehrt werden müssen. Auf diese Weise entsteht beim Anziehen der Spannseile eine nur geringe Beanspruchung der Stahlkonstruktion.

Die Kosten für den Stahlüberbau und die vorgespannte Fahrbahnplatte, einschliesslich Rostschutz, Isolierung, Fahrbahnbelag, Entwässerung und Geländer dürften sich nach überschlägiger und vorsichtiger Berechnung in der Grössenordnung von 500 000 Fr. bewegen. Rechnet man die Ausgaben für Pfeiler und Widerlager hinzu, so werden die Gesamtkosten für das ganze Bauwerk wesentlich unter dem für eine steinerne Bogenbrücke veranschlagten Betrag von nahezu einer Million Franken liegen.

Eine weitere, für den Stahlbau charakteristische Lösung wäre die Ueberwindung der Schlucht durch eine Hängebrücke nach Bild 30. Die ungewohnte Ausführung mit den einseitig ansteigenden Seilen, deren Linienführung ihre Fortsetzung im markanten Felsgrat über dem Tunnel findet, wirkt auf den Beschauer leicht und beschwingt. Dieser Eindruck wird in Wirklichkeit noch dadurch unterstrichen, dass sich die Seile und Hängestangen vom dunklen Hintergrund kaum abheben.

Die topographischen Voraussetzungen für eine Hängebrücke sind hier besonders günstig. Die Seile lassen sich auf der Talseite direkt in der Felswand verankern und auf der Gegenseite ohne Pylon in die Widerlager einführen. Der Versteifungsträger in vollwandiger, geschweisster Ausführung kann schlank gehalten werden. Dank diesen natürlichen Gegebenheiten dürften die Kosten einer Hängebrücke diejenigen einer Stahlbalkenbrücke sehr wahrscheinlich nicht übersteigen. Bezüglich der Fahrbahnausbildung liesse sich prüfen, ob nicht eine den besonderen Verhältnissen Rechnung tragende Leichtfahrbahn in Stahl oder auch in Leichtmetall in Zusammenarbeit mit unserer einheimischen Aluminiumindustrie entwickelt werden könnte. Wenn man auf der einen Seite gewillt ist, mehrere hunderttausend Franken für die Oberflächenbeständigkeit einer Massivbrücke auszugeben (siehe Hauptentscheid der Kommission zwischen der Rahmenbrücke in vorgespanntem Beton und der gewölbten Brücke in Granitmauerwerk), so darf man andererseits die Mehrkosten für eine wetterbeständige Leichtfahrbahn nicht scheuen.

Zweck meiner Ausführungen ist, einige bisher zu wenig beachtete Gesichtspunkte in den Vordergrund der Diskussion zu stellen. Die sehr eingehenden Untersuchungen der Kommission innerhalb der Massivbauweise verlieren dadurch nichts an Bedeutung und verdienen allseitig Beachtung. Genügend würdigen kann sie nur, wer sich selbst praktisch mit Brückenproblemen zu befassen hat.

Brugg, 13. März 1953 *Ing. Rudolf Schlaginhaufen*

*

Mein Interesse an der Verbesserung der Verkehrswege durch die Schöllenen und über den Gotthard ist deswegen rege, weil ich seit geraumer Zeit alljährlich mehrmals auf diesem Wege südwärts fahre. Die grossartige Landschaft ist mir dabei sehr vertraut geworden und ich habe bei jeder Ueberquerung — angeregt vielleicht auch durch die Vorlesungen unseres verstorbenen Historikers Karl Meyer — ganz ausgesprochen das Gefühl, dass ich mich hier an der Wiege der Eidgenossenschaft und im Fadenkreuz der vier grossen europäischen Ströme befinde.

Mit starker Anteilnahme verfolgte ich in diesem Zusammenhang auch schon den Kampf der Bergleute von Uri, als sie sich mannhaft der übermächtigen Elektrofinanz erwehrt, die mit Vorliebe ihre irreversiblen Eingriffe gerade dort vornehmen und ihre leidigen Spuren dort hinterlassen möchte, wo das Landschaftsbild nicht nur reizvoll, sondern darüber hinaus auch noch bedeutungsvoll ist. Wie sehr konnte man damals den Urnern die Genugtuung nachfühlen, als die

«Ueberschwemmer» mit urschweizerischer, legendenbildender Vitalität aus dem gefährdeten Tal hinausgeprügelt waren, und damit fürs erste die Gefahr gebannt schien.

Durch diese erste drohende Verschandelungsgefahr hellhörig geworden, bin ich bei meinen alljährlichen Fahrten dann schon bald auf die nächstfolgende Gefährdung gestossen, die zusammenhängt mit der Entwicklung des motorisierten Verkehrs über den Gotthardpass. Dabei sind es vornehmlich die grossen Autocars, die in der schönen Jahreszeit die kurvenreiche Fahrbahn blockieren. Kreuzen sie sich gar noch an ungünstiger Stelle, so stauen diese Ungetüme lange Fahrzeugkolonnen auf, was der Verkehrsabwicklung nicht förderlich ist und dem Reisegenuss auch nicht.

Die weitsichtigste Remedur hätte dieser Uebelstand wohl gefunden durch die Anlage eines befahrbaren Strassentunnels durch das Gotthardmassiv. Warum nur interessieren sich die Finanzen der Elektrotrusts nicht auch für Aufgaben dieser Art? Hier bestünde zweifellos eine lukrative Anlagemöglichkeit, denn früher oder später wird ein solcher ganzjährig zu befahrender Tunnel ja doch kommen, um die für die Gotthardroute unerwünschten Folgen anderer Alpendurchstiche abzuwehren.

Damit würde jedenfalls eine sehr erwünschte Verkehrsausscheidung möglich, und für die Passtrasse ergäbe sich eine fühlbare Entlastung, wodurch die grössten Eingriffe in die schöne ursprüngliche Strassenführung vermieden werden könnten. Gewisse Korrekturen sind wohl nicht zu umgehen, wahrscheinlich gerade in der Schöllenen, wo man jedoch gleichzeitig und aus mancherlei Gründen den wilden Zustand am ungestörtesten erhalten wissen möchte.

Immer wenn ich hier anhalte, um die tosenden Wasser und ragenden Klüfte zu bestaunen, mache ich mir anschliessend Gedanken darüber, wie die Strassenführung hier ohne Schaden fürs Ganze verbessert werden könnte. Dabei bin ich zum Schluss gekommen, dass man, genau wie einst um 1600 der Saumpfad belassen und für die Fahrstrasse eine neue Lage gesucht wurde, wohl auch jetzt wieder in der Schöllenen eine möglichst neue Strassenführung und Brückenanlage vorsehen müsste. Die Strasse dachte ich mir im Berginnern, mit vereinzelter Galerien, die Brücke möglichst abgetückt von der bestehenden und wenn immer möglich auch in einer ganz anderen Konstruktion.

Für den Freund der Hochgebirgsnatur und der vaterländischen Geschichte, der durchreisend zu solchen generellen Ueberlegungen angeregt wird, war der Aufsatz in der Schweiz. Bauzeitung vom 31. Januar 1953 über die «Projektion einer neuen Teufelsbrücke in der Schöllenschlucht» von ausserordentlichem Interesse und der Auszug aus dem Bericht der «Kommission für den Ausbau der Gotthardstrasse in der Schöllenschlucht» in mancher Hinsicht zugleich auch sehr befriedigend.

Interessant war der Aufsatz vor allem wegen des Einblicks in die Detailfragen, und befriedigend war der Kommissionsbericht wegen der Sorgfalt, mit der diese wichtige Aufgabe hier erwogen und behandelt worden ist. Befriedigung erweckt auch die überzeugende Stellungnahme der Kommission gegen eine Brücke in Beton, ist doch die Verwendung dieses Materials, das niemals patiniert, zwischen den Granitschluchten mit der wunderbaren Verfärbung im Material schlechterdings unvorstellbar. Man sehe daraufhin doch nur einmal die öde Oberfläche der Staumauern in entsprechender Situation an.

Wenn trotz alledem die Schlussfolgerung und die Empfehlung der Kommission nicht zu überzeugen und nicht zu befriedigen vermag, so liegt das vor allem daran, dass man sich für eine erneute Ueberbrückung an dieser Stelle eine Lösung wünschen muss, die ebenso gewagt ist wie die Teufelsbrücke es einstmals war, eine Lösung, die ebenso souverän die Möglichkeiten heutiger Konstruktionstechnik ausschöpft, wie es die Maurer- und Zimmerleute vor so viel hundert Jahren vermochten, als sie die Quader über den tosenden Abgrund wölbten.

Statt dessen empfiehlt die Kommission ein biederes Brücklein, wie es allenthalben besser oder schlechter zu finden ist, ein Brücklein mit verschämtem Eisenbetonherzen und der Gebirgsstein-Verkleidung drum herum, ein wahres Fastnachtsbrücklein also, wie es weiland Adolf des tausendjährigen Reiches zu bestellen pflegte.

Und so eine lahme Ente soll hier in diesen Bezirk, in dieses Spannungsfeld gewaltiger Kraft und herber Schönheit

verpflanzt werden? Das soll eine Teufelsbrücke sein, die Teufelsbrücke unserer Zeit? Ach lieber, guter Herr Ammann, Leuchte schweizerischer Brückenbaukunst, Sie werden sogar bei uns so gepriesen, Sie wohnen im Ausland, könnten Sie da nicht für ein kurzes Weilchen zu uns kommen, um den Propheten zu spielen und unseren hohen Herren eine Brücke vorzuzaubern, eine relativ kleine, gewiss, aber eine Brücke, die unser Herz höher schlagen lässt, welches nämlich im 20. Jahrhundert lebendig ist, dem viel angepriesenen Jahrhundert der Technik, eine Brücke, zu der aus dunstiger Tiefe sowohl der alte Saumpfad wie auch die alte Steinbrücke erfreut aufblinzeln würden, wenn sie vor den kühlblauen Schründen vibriert und im ersten Sonnenlicht glitzert wie das Spinnweb im Morgentau. Wegen der Kosten, lieber Herr Ammann, brauchen Sie sich nicht zu sorgen, ausgerechnet an

dieser Stelle, wo doch ein hoher Bundesrat erst kürzlich gesagt haben soll, die Einnahmen des Staates hätten sich nach den Ausgaben zu richten. Und wenn trotzdem noch finanzielle Bedenken bleiben, so vertreibe man Postkarten von der schönen, neuen Brücke und ähnliches mehr, bei den Scharen, die von ihr angelockt werden.

«Tut um Gottes willen etwas Tapferes!» Dieser wahrhaftige Ruf unseres Huldrych an die Obrigkeit scheint hier erneut am Platze. Handelt es sich doch nicht darum, irgendein Gewässer an irgendeiner Stelle zu überbrücken — wir befinden uns im Herzen der Schweiz, an der Wiege der Eidgenossenschaft. Vielleicht könnten die Schweizer Schulkinder erneut sammeln und sich die Schöllenen samt allen bestehenden und künftigen «Teufelsbrücken» sichern!

Zürich, 17. April 1953

Arch. Conrad D. Furrer

Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz 1951/52

DK 621.311 (494)

Der diesjährige Bericht des Eidgenössischen Amtes für Elektrizitätswirtschaft in Bern über diesen Gegenstand, der im «Bulletin des SEV» vom 21. März 1953 veröffentlicht ist, lässt einige grundlegende Veränderungen auf dem Gebiete der Landesversorgung mit elektrischer Energie erkennen, auf die hier hingewiesen werden soll.

Die Entwicklung des Bedarfes, die noch im Winter 1951/52 eine aussergewöhnliche Intensität aufwies (Zunahme gegenüber dem Vorwinterverbrauch 502 Mio kWh oder 9,9%), zeigte im Sommer 1952 ein merkliches Abflauen (Zunahme 200 Mio kWh oder 3,7%), das nicht nur auf den Rückgang an Elektrokesselenergie (um 170 Mio kWh oder 25%) infolge ungünstiger Wasserführung, sondern auch auf die nur noch geringe Verbrauchszunahme der Industrie und der Bahnbetriebe zurückzuführen ist. Es scheint, dass die durch die Koreakrise ausgelöste, sprunghafte Konjunkturbelebung bei uns ihren einstweiligen Höchststand erreicht hat. Sehr gross ist immer noch die Verbrauchszunahme der Gruppe Haushalt und Gewerbe mit 195 Mio kWh im Winter und 121 Mio kWh im Sommer.

Die totale Erzeugung im Berichtsjahr erreichte mit der Einfuhr zusammen 13 250 Mio kWh und verteilte sich zu 4086 Mio kWh oder 30,8% auf die Gruppe Haushalt und Gewerbe, zu 1118 Mio kWh oder 8,45% auf die Bahnbetriebe, zu 1852 Mio kWh oder 14,0% auf allgemeine Industriezwecke, zu 2540 Mio kWh oder 19,15% auf chemische, metallurgische und thermische Anwendungen. Den Elektrokesseln konnten nur 787 Mio kWh oder 5,95% zugeteilt werden; 1665 Mio kWh oder 12,6% mussten zur Deckung der Uebertragungsverluste sowie des Speicherpumpenbedarfs aufgewendet werden und 1202 Mio kWh oder 9,1% gingen ins Ausland. Von der erzeugten Energie entfielen 12 583 Mio kWh auf Wasserkraftwerke und 126 Mio kWh auf Wärmekraftwerke; 541 Mio kWh wurden eingeführt. Diese Zahlen beziehen sich auf die gesamte Schweiz, einschliesslich Bahnen und Industrierwerke.

Die mittlere Zunahme des Landesverbrauchs ohne Elektrokessel betrug für die vier Jahrzehnsperioden von 1910 bis 1950 pro Jahr 120 (1910/20), 150 (1920/30), 205 (1930/40), 452 (1940/50) Mio kWh. Die aussergewöhnliche Steigerung in der letzten Periode ist einerseits durch die Knappheit und Verteuerung der Brennstoffe während des Krieges, andererseits durch die Hochkonjunktur als Folge der Koreakrise verursacht. Im Zeitraum 1939/49, in dem die Koreakrise noch nicht wirksam war, betrug die mittlere jährliche Zunahme nur 355 kWh. Man erkennt hieraus die starke Auswirkung dieser Krise auf die schweizerische Wirtschaft und die grosse Vorsicht, die man beim Abschätzen der zukünftigen Bedarfsentwicklung und bei der Entscheidung über die Massnahmen zu deren Deckung anwenden muss.

Im Bau befanden sich am 1. Oktober 1952 folgende Wasserkraftwerke der allgemeinen Versorgung mit einer jährlichen Erzeugung von mehr als 10 Mio kWh: Birsfelden; Chatelot; Fionnay und Riddes mit Stausee Mauvoisin; Grande Dixence, Wasserzuleitung und neue Staumauer (1. Etappe) mit Kraftwerk Fionnay; Gadmen-Wasserzuleitung zum Kraftwerk Innertkirchen; Göschenen mit Stausee Göschenalp und Wasserzuleitung aus dem hinteren Urserental; Grimsel mit Stausee Oberaar und Wasserzuleitung Bächlisboden; Salanfe-Miéville (Fertigstellen der Staumauer); Rheinau; Tinnen mit Stausee Marmorera; Verbano, Caverogn und Peccia

mit Stausee Sambuco; Verbois (4. Maschinengruppe); Wildegg-Brugg; Zervreila-Rabiusa, Wasserzuleitung Peilerbach und Valserrhein. Hierzu kommen weiter folgende Werke, deren Bau beginnt innerhalb der nächsten drei Jahre zu erwarten ist: Bergeller Kraftwerke mit Stausee Albigna und Zentralen in Vicosoprano und Castasegna; Isenthal; Lienne mit Stausee Zeuzier und Zentralen Croix und St-Léonard; Mettlen (Muota, Kt. Schwyz); Zervreila-Rabiusa mit Stausee Zervreila und Zentralen in Zervreila, Safien-Platz und Rothenbrunnen.

Naturgemäss wirkt sich dieses grosse Bauvolumen in Verbindung mit den hohen Baukosten in einem starken Anschwellen der gesamten bisherigen Aufwendungen aus. Diese erreichten für die allgemeine Elektrizitätsversorgung auf Ende des Berichtsjahres 4080 Mio Fr. Im Jahre 1951 wurden 270 Mio Fr. für Kraftwerkbauten und 80 Mio Fr. für Verteilanlagen, Messapparate und Verwaltungsgebäude, insgesamt also 350 Mio Fr. für Bauten aufgewendet. Während von 1935 bis 1945 die Abschreibungen und Rückstellungen die Neuinvestitionen übertrafen und die Anlageschuld etwas abnahm, ist diese seither steil angestiegen. Im Jahre 1951 ist der Anteil des durch Selbstfinanzierung gedeckten Teils der Neuinvestitionen auf rd. 40% gesunken. Es ergab sich daher eine beachtenswerte Beanspruchung des Kapitalmarktes mit 214 Mio Fr., die in ähnlichem Ausmass auch in den nächsten Jahren zu erwarten sein wird.

Die Einnahmen ergaben 507 Mio Fr., wovon 494 Mio Fr. aus dem Inlandverbrauch und 13 Mio Fr. aus Energieexport herrühren. Die Ausgaben verteilten sich zu 196 Mio Fr. auf Verwaltung, Betrieb und Unterhalt, zu 26 Mio Franken auf Steuern und Wasserzinsen, zu 142 Mio Fr. auf Abschreibungen, Rückstellungen und Fondseinlagen, zu 47 Mio Fr. auf Zinsen und zu 19 Mio Fr. auf Dividenden an Dritte; 77 Mio Fr. wurden an öffentliche Kassen abgegeben.

MITTEILUNGEN

Spannbetonbauten im Freivorbau-System Dywidag. Unter Bezugnahme auf die Teufelsbrücken-Diskussion (bes. Bild 14, S. 263 dieses Heftes) sei darauf hingewiesen, dass in Deutschland bereits eine ganze Anzahl von Brücken nach dem genannten System ausgeführt worden ist. Die bedeutendste wird in diesen Tagen dem Verkehr übergeben, nämlich die neue Rheinbrücke in Worms (Nibelungenbrücke), die erste fertiggestellte Rheinbrücke in Vorspannbeton (Bild 1). Sie hat drei Stromöffnungen mit Spannweiten von 102, 114 und 104 m. Ihre Breite beträgt 13,50 m, wovon 7,50 m auf die Fahrbahn, 2 × 1,50 m auf Radwege und 2 × 1,50 m auf Gehwege entfallen. Die Brückenkonstruktion besteht aus sechs Kragträgern, die in den Widerlagern bzw. Pfeilern eingespannt sind und jeweils bis Feldmitte reichen. Diese Kragträger wurden in Vorspannbeton und im Freivorbau erstellt. Es handelt sich um eine Konstruktionsart, die von der Firma Dyckerhoff & Widmann entwickelt wurde und die es erlaubt, die Brücke einschliesslich der Fahrbahntafel in Abschnitten von 3 m Länge frei vorzubauen. Dadurch ist die Schifffahrt vollständig unbehindert und es besteht auch für die Baustelle selbst keine Gefahr durch Hochwasser und Eisgang. Bei der Nibelungenbrücke wurden drei speziell konstruierte Vorbauwagen eingesetzt. In jeder Woche wurde durch je einen Vorbauwagen ein Abschnitt fertiggestellt, was einen wöchentlichen Baufortschritt von 9 m ergab. Die Vorspannmierung besteht aus