

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 103/104 (1934)
Heft: 11

Artikel: Das Pump-Speicherwerk zwischen Schwarz- und Weiss-See in den Vogesen
Autor: Blattner, H. / Strickler, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83182>

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: 06.02.2025

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

so vier weitere, I', II', III', IV'; infolge der grösseren „Zähne“zahl (d. h. der Verkleinerung der schraffierten „unausgenutzten“ Fläche) ist der Motor bedeutend besser ausgenutzt.

Laut Diagramm (Abb. 13) ergeben sich für den vollbesetzten Autobuszug die in untenstehender Tabelle angegebenen Geschwindigkeiten und Steigungen (bei $n = 1600$).

Für den vollbesetzten Zugwagen allein ohne Anhänger (50 Insassen) ergibt sich bei einem Gesamtgewicht von 11500 kg eine im Diagramm mit A bezeichnete gestrichelte Fahrleistungskurve für die ebene Fahrbahn, mit einem Leistungsüberschuss im vierten Gange, der bei 42 km/h Steigungen bis 4 ‰, und mit eingebautem Schnellgang 1,66 : 1 eine Maximalgeschwindigkeit von 70 km/h ermöglicht.

Wie das Fahrdiagramm zeigt, entspricht dieser neue 125 PS Autobus BUD-Po den Bedürfnissen des modernen Autobusbetriebes in bezug auf Leistung und Insassenzahl in hohem Mass.

Schliesslich sei auf das 1,8 t schwere Chassis von 3,2 t Tragfähigkeit (inkl. Karosserie) mit dem neu dazu konstruierten CRD Vierzylindermotor (60 PS, 2000 Uml./min) hingewiesen, das die Firma Saurer z. Z. im Genfer Automobil-Salon ausstellt. Da die weitaus grösste Zahl der laufenden Last- und Lieferungswagen Nutzlasten zwischen 1,5 bis 2,5 t aufweisen, ist ein solcher Diesel-Leichtwagen ausserordentlich erwünscht.

		Geschwindigkeit km/h	Steigung ‰
1. Gang	ohne Schnellgang	6,6	10 bis 15 ²⁾
	mit „	9,7	10 „ 13
2. Gang	ohne Schnellgang	12,9	3,5 bis 10
	mit „	18,5	3,5 „ 6,5
3. Gang	ohne Schnellgang	24,3	1,3 bis 3,5
	mit „	31,8	1,3 „ 2,5
4. Gang	ohne Schnellgang	42	0 bis 1,3
	mit „	55	0

²⁾ Nach Diagramm sind 22 ‰ Steigung möglich, doch ist das Steigvermögen durch den Haftreibungskoeffizienten f begrenzt. Nimmt man an, vom Gesamtgewicht 19,7 t entfallen 8 t auf die einzige Treibachse des Zuges, so ergeben sich folgende maximale Steigungen: Gute, harte Fahrbahn, trocken oder gewaschen ($f \cong 0,5$ bis $0,75$) — rd. 20 ‰; nasse, nicht glitschrige, nicht gewaschene Fahrbahn ($f \cong 0,3$) — rd. 12 ‰; glatte, schmierige, glitschrige Fahrbahn ($f \cong 0,1$ bis $0,2$) — rd. 4 ‰.

Das Pump-Speicherwerk zwischen Schwarz- und Weiss-See in den Vogesen (Schluss von S. 80)

Von Obering. H. BLATTNER und Ing. H. STRICKLER, Zürich.

Noch einige Worte zur *Betonzusammensetzung der Zentrale*. Wie beim Stollen, so war auch hier die Zusammensetzung des Beton im Hinblick auf Frostgefahr und Zementgefährlichkeit des Wassers äusserst wichtig. Wegen der Frostgefahr wurde prinzipiell auf die Verwendung von Gussbeton verzichtet und die Zementdosierung des leicht plastisch eingebrachten Beton für alle vom Wasser benetzten oder dem Frost ausgesetzten Konstruktionsteile, einschliesslich aller Eisenbetonkonstruktionen mit 300 kg Zement pro m³ fertigem Beton vorgeschrieben. Diese Vorschriften sind auf Grund der Erfahrungen an den schweizerischen Staumauerbauten in den Jahren 1923/25 entstanden. Wir möchten nicht verfehlen, auch an dieser

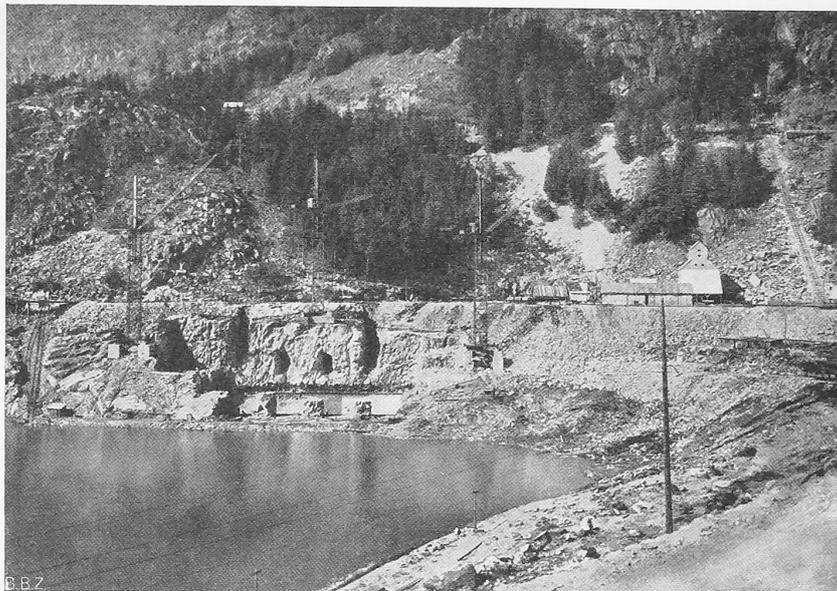


Abb. 40. Maschinenhaus-Baugrube am abgesenkten Schwarzsee; rechts Bremsberg zum Wasserschloss.

Stelle noch einmal darauf hinzuweisen, dass die von uns schon einmal (vor der ehemaligen schweizerischen Gussbeton-Kommission) geäusserte Ansicht, wonach ausser dem zu niedrigen Zementgehalt besonders auch die Feinporigkeit des Gussbeton die Frostbeständigkeit stark herabsetzt, in der Praxis immer wieder bestätigt wird. Grobporiger Beton dagegen, sofern er aus einwandfreien Materialien zusammengesetzt ist, bleibt selbst mit Zementdosierungen unter 300 kg/m³ noch frostbeständig, da in den groben Poren eine Sprengwirkung durch Eisbildung viel seltener auftreten wird.

Das für die Zentrale am Schwarzsee verwendete Kies-Sand-Gemisch enthält: 380 kg Natursand + 380 kg Quetschsand von 0 bis 8 mm Korngrösse, plus 720 kg Feinkies von 8 bis 30 mm Korngrösse, plus 515 kg Grobkies von 30 bis 45 mm Korngrösse, was bei einem Totalgewicht von 1995 kg/m³ einem Ballastgewicht von 38 ‰ Sand + 36 ‰ Feinkies + 26 ‰ Grobkies entspricht. Das Mischwasser wurde im Mittel mit 160 l/m³ dosiert. Die Erfahrungen am Schwarzsee haben gezeigt, dass man mit Vorteil nicht mit Volumen, sondern mit Gewichtproportionen operiert, da allein auf diese Weise Laboratoriumsversuche und Baustellenversuche wirklich von den gleichen Grundzahlen ausgehen. Wichtig ist ferner die ständige Kontrolle der granulometrischen Kornzusammensetzung des Ballasts, da die Brecher- und Sandmühlen ständiger Abnutzung unterworfen sind, wodurch die Regelmässigkeit der aufgestellten besten, theoretischen Zusammensetzung gestört wird.

Der so hergestellte Beton wies für seine, durch die lokalen Verhältnisse bedingte Zusammensetzung nun wohl maximale Dichtigkeits-, Frostbeständigkeits- und Festigkeitseigenschaften auf, konnte aber eben dieser Zusammensetzung wegen nicht als vollständig wasserdicht angesprochen werden. Die mangelnde Dichtigkeit nötigte zur Anwendung von Mammutisolation und Eveolanstrich der direkt vom Wasser bespülten Umfassungsmauern, wie schon ausgeführt. Hier wäre ein absolut dichtendes Bitumen- oder streichbares Gummipräparat, das auf die Fassaden aufgetragen werden könnte, ein idealer Schutz gegen Frostgefahr und aggressives Wasser.

In installationstechnischer Beziehung ergänzen wir noch, dass der Aushub der Zentrale, die in vollständig gesundem Granit-Felsen eingebettet liegt, mit Hilfe von zahlreichen Ingersoll-Bohrmaschinen in sehr kurzer Zeit bewältigt werden konnte, wobei ein Bremsberg und drei grosse Auslegerkrane das gelöste Material in kippbaren Fördergefässen auf die Plattform auf Kote 952 hoben (Abb. 40 und 41), von wo es mit Dampflokomotiven und

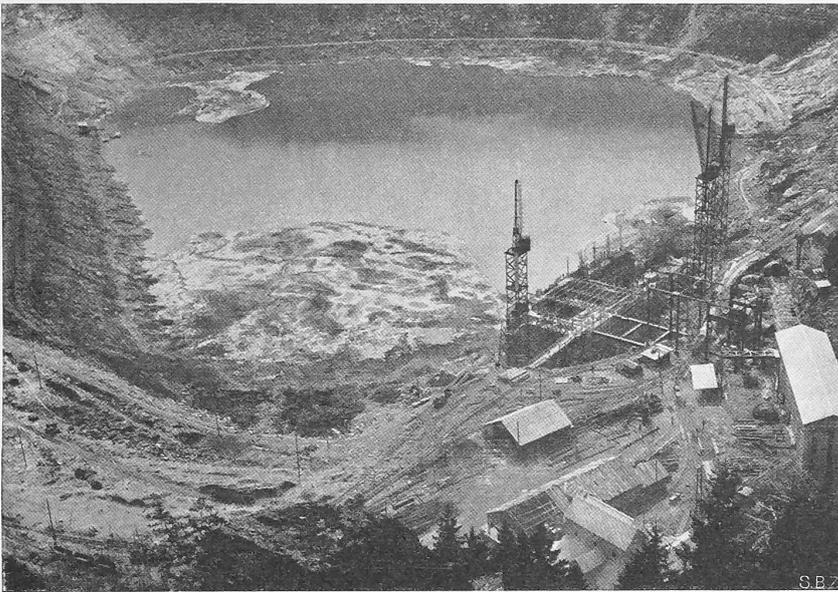


Abb. 41. Blick vom Wasserschloss auf den fast entleerten Schwarzsee und das Maschinenhaus im Bau.

Dieseltraktoren auf die verschiedenen Deponien längs dem Seeufer oder nach der Aufbereitungsanlage geführt wurde.

Die Fertigstellungsarbeiten am Rohbau gingen mit den Montage- und Installationsarbeiten des mechanisch-elektrischen Teils der Anlage im Herbst 1933 zu Ende und es konnte mit dem Versuchsbetrieb noch im Dezember begonnen werden, nachdem die Druckproben im Druckschacht, den Rohrleitungen und den Pumpen und Turbinen-Gehäusen gute Resultate gezeitigt hatten.

Längs dem nördlichen Seeufer sind drei Beamten- und Maschinisten-Wohnhäuser im Bau, die aus einer Quelle in der Nähe des obern Richtstollens mit Trinkwasser versehen werden, während die Hydrantenleitung aus der Hochdruckleitung der Zentrale gespeist werden kann.

Zur künstlichen Speisung des Schwarz- und des Weiss-Baches dient ein neues *Fassungsbauwerk* an der bestehenden Schwarzseesperre, mit einem durch Dammbalken absperrbaren Stolleneinlauf mit Grobrechen, auf Kote 930,30. Hinter diesem folgt ein neuer, 195 m langer Rohrstollen, zum Teil armiert, mit rechteckigem Profil und gewölbter Decke. Das Lichtraumprofil von 1,46 m Breite und 1,96 m Höhe dient der Aufnahme des schmiedeisernen Leitungsrohres von 0,65 m Durchmesser, das mit 2,47 ‰ Gefälle auf Rohrsockeln seitlich der Stollenaxe verlegt ist, um die Begehrbarkeit des Rohrstollens zu ermöglichen. Am talseitigen Ende des Stollens liegt die Regulierstation, die die nötigen Einrichtungen zur konzessionsmässigen automati-

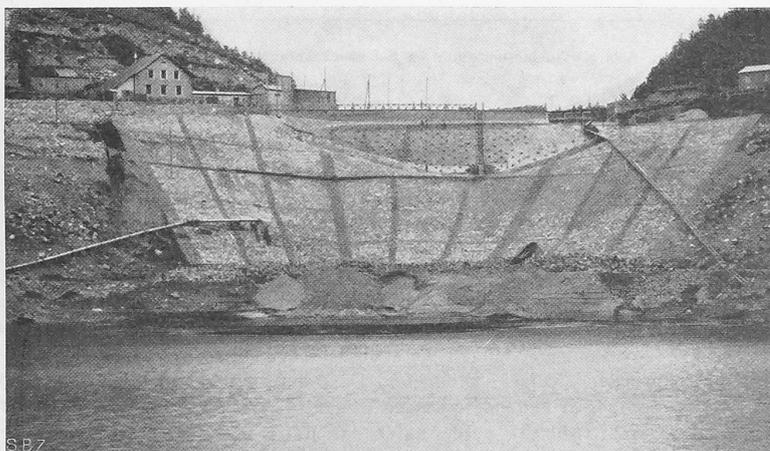


Abb. 42. Ufersicherung am bestehenden Schwarzsee-Abschlussdamm.

schen Abgabe von bis 400 l/sec in den Schwarzbach und den Weissbach bei einem beliebigen Schwarzseestand ermöglicht. Die Ausführung des Stollens im schweren Bergschutt und Moränematerial bot erhebliche Schwierigkeiten und auch seine nachträgliche Dichtung mit Sand- und Zementinjektionen gegen Sickerwasser war eine langwierige Arbeit.

Da der neue Seeanstich erheblich tiefer liegt als die Fundationen des bestehenden, alten Seeabschlussdamms und der See in Zukunft um 10 m tiefer (auf Kote 932,00) abgesenkt wird, musste das bis jetzt ungeschützte Seeufer unterhalb des alten Damms neu gesichert werden. Es geschah dies durch Vorsetzen eines bis 7 m tiefen Betonspornes vor den Fuss der alten gemauerten Böschung, wobei in den neuen Sporn geführte Zementinjektionen die Dichtung zwischen altem und neuem Fuss bewirken. Die gesamte, sehr unregelmässig verlaufende Böschung ausserhalb dem alten Damm ist dann etwas ausreguliert und ein schachbrettförmiges System von mit Steinen gefüllten Drahtkörben (Abb. 42),

die rechteckige Felder von 8 auf 10 m abgrenzen, aufgebracht worden. Die bei einer totalen Höhe von 1,0 m etwa 0,5 m in den Boden eingreifenden radialen und horizontalen Rippen sind 1,0 m breit, während die nach dem Böschungsfuss laufenden Hauptrippen dieses Drainagesystems, das zugleich Stützkonstruktion sein soll, 2,0 m Breite erhielten; die einzelnen Felder hat man mit losen Steinen ausgepackt. Das ganze System stützt sich auf eine schwere, bei abgesenktem See eingebrachte Blockschüttung, die infolge ihrer Schwere den dort liegenden Seeschlamm sofort ausquetschte.

Diese mit Absicht nicht als starre Konstruktion ausgebildete Ufersicherung soll allen infolge der stark wechselnden Seefüllung noch zu erwartenden kleineren Bodensetzungen leicht folgen können und dabei doch die Eigenschaft haben, das hinter die Böschung gelangende Wasser bei dem raschen Absenken durch den Pumpvorgang in der Zentrale ebenso rasch und ohne dass es Auswaschungen von feinerem Material verursacht, nach dem Seegrund zu leiten. Bis heute konnten Setzungen dieser Konstruktion auch nicht wahrgenommen werden.

Die Verbindungsleitung zwischen Schwarz- und Weiss-Bach besteht aus einer durch Inertolanstrich geschützten Zementrohrleitung von 40 cm \varnothing und ist frostsicher längs den günstigsten Geländekurven des gegen Osten ausbiegenden Bergvorsprungs mit einem Gefälle von 5 ‰ verlegt.

Die Unterkunftsbaracken, Bureaux, Magazine und der Unternehmung (die Belegschaft betrug in den Hauptjahren 1931/32 bis zu 550 Mann), sind seinerzeit unter möglichster Schonung des Pflanzenbestandes an den Ufern des Schwarz- und Weiss-See aufgestellt worden. Der Bauherr lieferte den Baustrom auf einer eigens erstellten Linie bis an die Haupttransformer in der Nähe der Baustelle. Die meisten Transporte für Baumaterialien und Maschinen wurden als Bahntransporte bis Logelbach geführt und von dort mit Motorwagen auf der guten Strasse über Kaysersberg-Hachimette nach der Baustelle geleitet. Lieferanten aus Mülhausen, Colmar oder Nancy und Grenoble führten ihre Lieferungen auch als reine Auto-Transporte ohne Umlad aus. Im Winter hielt ein moderner Schneepflug mit Motorantrieb die Strasse, auch während starken Schneefalls, von Orbey bis zur Baustelle ununterbrochen offen.

Die hier geschilderten Bauarbeiten waren vom Bauherrn einem Konsortium, bestehend aus der *Soc. des Grands Travaux de Marseille*

als Gerantin und der *Soc. Gén. d'Entreprise* und *Soc. Maison Fougerolle frères*, alle drei Pariser-Unternehmungen, auf Grund eines detaillierten und von *Locher & Cie.*, Zürich aufgestellten Ausschreibungs-Projektes in beschränkter Konkurrenz und nach eingegebener Einheitspreis-Offerte, vergeben worden. *Locher & Cie.*, Bauingenieure und Bauunternehmung in Zürich, waren vom Bauherrn als beratende Ingenieure für den baulichen Teil, sowohl für die Vorstudien als für die Bauausführung beigezogen; ausserdem hat ihnen das Unternehmer-Konsortium die Ausarbeitung der Ausführungspläne übertragen.

Gekrümmte Eisenbeton-Bogenbrücken.

Von unserem Kollegen Dr. h. c. *F. Bohny*, gew. langjähriger Direktor der Brückenbau-Abteilung der Gutehoffnungshütte in Sterkrade, Rhld., erhielten wir mit Bezug auf die am 28. Okt. v. J. hier gezeigten Strassenbrücken von Ing. R. Maillart folgende Zuschrift:

Mit grossem Vergnügen habe ich in Nr. 18 der „S. B. Z.“ (Seite 218/219) den kleinen Aufsatz gelesen. Ich verstehe aber eines nicht. Warum ist das Gewölbe des Stabbogens im Grundriss nur auf der konkaven Seite gekrümmt und nicht auch auf der konvexen Seite? — Das muss doch möglich sein, wie die Ausführungen von im Grundriss gekrümmten Stahlbrücken zeigen. Ich nenne davon als besonders charakteristisch nur: die gekrümmten Blechträger der Hochbahn in Hamburg, die neue Eisenbahnbrücke über die Aare in Olten und die in Band 102 (S. 281 und 297) der „S. B. Z.“ beschriebenen Brücken mit Schraubenlinienaxen.

Jedes Traggebilde, gleichgiltig welchen Systems — ob einfacher Träger, ob Bogen oder Hängebrücke —, das ganz oder teilweise aus seiner Tragebene heraus in den freien Raum gerückt wird, kann in seiner Wirkung erhalten bleiben durch Verbände oder Rahmen, die es seitlich stützen. Bei den beschriebenen Eisenbetonbrücken sind die Träger versteifte Stabbogen, die stützenden Verbände sind die Fahrbahnplatte *a* und Gewölbeplatte *b*. Kräfte, die zu den Widerlagern geleitet werden müssen, wirken hier

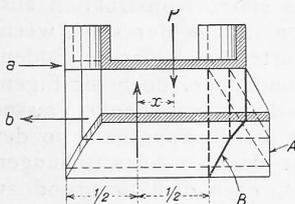


Abb. 1. A Ausführung, B Vorschlag Bohny (Abb. 6 Mitte).

exzentrisch auf das Bauwerk und ein Moment $P \cdot x$ (x = Abstand der Last von der Verbindungslinie der Widerlagermittelpunkte im Grundriss) kann ohne weiteres durch *a* und *b* aufgenommen werden (Abb. 1). Näheres über das Spiel der Kräfte siehe auch H. Gottfeldt in „S. B. Z.“ Band 101, S. 112 bis 114 (vom 11. März 1933).

Es handelt sich also um eine relativ einfache Aufgabe aus dem

Gebiete der räumlichen Statik. Im Stahlbau würde man zweifellos beide Tragwände krümmen und ihre Lage im Raum durch Verbände oder Rahmen oder beides sichern.

Eine Aufklärung über die ungewöhnliche Ausführung der beiden Eisenbeton-Bogenbrücken wäre von einigem Interesse.

Dr. Bohny.

*

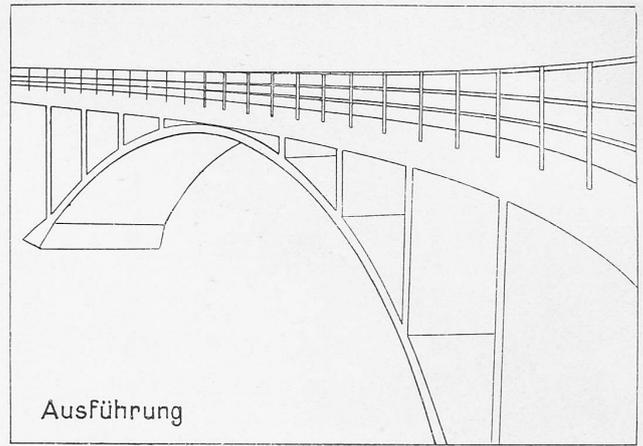
Die erbetene Aufklärung erteilt Ing. R. Maillart wie folgt:

Während im Eisenbau versteifte Stabbögen und im Grundriss gekrümmte *Balkenbrücken* schon mehrfach ausgeführt sind, haben die von mir entworfenen versteiften *Stabbögen* mit gekrümmter Fahrbahn weder in Eisenbeton noch in Eisen Vorbilder. Die Krümmung dieser Eisenbeton-Bogenbrücken ist auch schärfer als die der Eisen-Balkenbrücken von gleicher Grössenordnung, was mich veranlasst hat, mit dem Bogen Grundriss dem Fahrbahn Grundriss nur auf der konkaven Seite zu folgen, während auf der konvexen Seite der Bogen ebenfalls konkav, wie bei der Eisenbahnbrücke in Klosters¹⁾, oder geradlinig wie bei der hier in Diskussion gezogenen Bohlbach- und Schwandbachbrücke geführt ist.

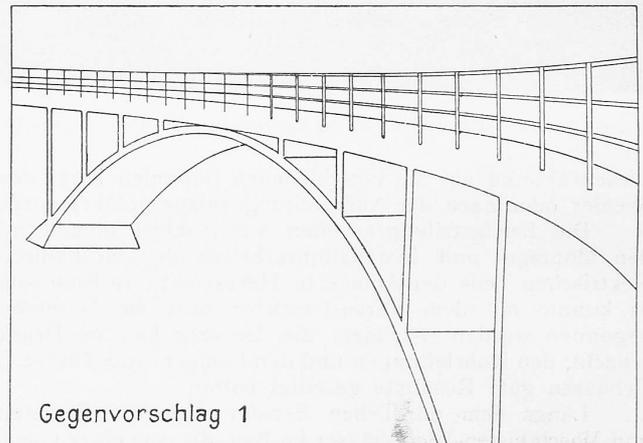
Der Herr Einsender beanstandet dies mit dem Hinweis darauf, dass eine seines Erachtens schönere Lösung mit beidseitiger Krümmung von Bogen und Fahrbahn möglich sei und eine einfache²⁾

¹⁾ Vergl. „S. B. Z.“ Band 96, Seite 337 (20. Dez. 1930); Ergebnisse der Belastungsversuche in Band 98, Seite 36 (18. Juli 1931). Red.

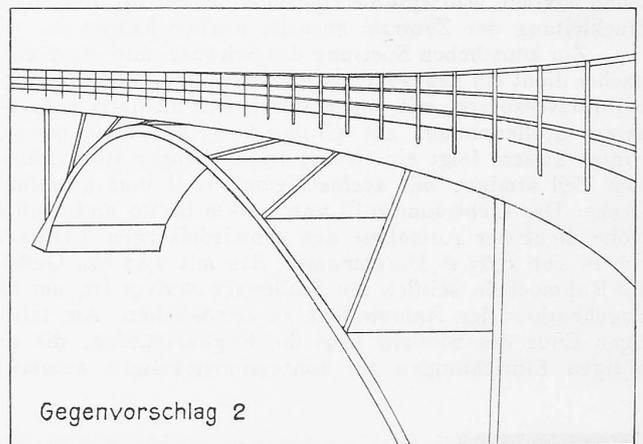
²⁾ In der ersten Fassung seiner Zuschrift hatte Dr. Bohny gesagt „ganz einfache“, was er nach erfolgtem Briefwechsel mit Ing. Maillart nunmehr in „relativ einfach“ abgeschwächt hat. Red.



Ausführung



Gegenvorschlag 1



Gegenvorschlag 2

Abb. 6. Ausführungsform der Schwandbachbrücke (oben), darunter Varianten.

statische Aufgabe bedeute. — Wir sollen und dürfen aber noch lange nicht alles bauen was möglich ist, selbst wenn es einfach erscheint. Denn Mögliches und Einfaches kann unzweckmässig oder unwirtschaftlich sein.

Die Aufgabe spielt ins Gebiet der Drehung. Noch vor kurzem durfte man kaum sagen, es handle sich dabei um einfache Verhältnisse, denn selbst eine Autorität wie Prof. Bach wusste die Verdrehungen eines auf Biegung beanspruchten \square -Eisens nicht zu erklären.³⁾ Inzwischen sind die Drehung erzeugenden exzentrischen Einwirkungen vielfach, so auch bei Gelegenheit gekrümmter Balkenbrücken erörtert worden und Dr. Bohny deutet an, wie er sie beim Stabbogen behandelt wissen möchte: Das Drehmoment $P \cdot x$ seiner Skizze (Abb. 1) werde durch das mit *a* und *b* angedeutete Kräfte-

³⁾ „S. B. Z.“ 1921: Bd. 77, S. 195 und Bd. 78, S. 18; 1922: Bd. 79, S. 254 und Bd. 80, S. 205.