

# Die Marchgrabenbrücke unterhalb Saanenmöser

Autor(en): **Stettler, Ernst**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **66 (1948)**

Heft 27

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-56753>

## **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.

# Die Marchgrabenbrücke unterhalb Saanenmöser

Von Ing. ERNST STETTLER, Bern

DK 624.21 : 625.7(494.24)

**Vorgeschichte.** Im Jahre 1937 beauftragte der Oberingenieur des I. Kreises des Kantons Bern das Ingenieurbureau Maillart mit den Studien für den Ersatz der alten Holzbrücke über den Marchgraben, etwa 2 km unterhalb Saanenmöser im Zuge der Staatsstrasse Zweisimmen-Saanen. Diese gedeckte Holzbrücke überspannte den Wildbach des Marchgrabens in einer Oeffnung von etwa 20 m, mit Hauptträgern aus einem mehrfachen Sprengwerk und einer Fahrbahnbreite von rund 4,50 m. Die Querträger der Holzbrücke sind seinerzeit durch Unterspannung verstärkt worden, um die Brücke für den 11 t-Wagen befahrbar zu machen.

Verkehrstechnisch waren die Brückenzufahrten ganz ungünstig, da in dem engen Bachtobel keine Möglichkeit zur Entwicklung schlanker Einfahrtskurven bestanden und deshalb die Strasse beidseitig der Holzbrücke in scharfen Bogen abdrehte. Infolge der Brückenverschalung war zudem die Uebersicht über die Kurve ganz ungenügend und das Befahren der Brücke gefährlich (Bilder 1 und 3).

Die ersten Studien erstreckten sich deshalb auf eine bessere Strassenführung und zeigten zwei Möglichkeiten. 1. Ausbau der bestehenden Strasse in einer gleichmässigen Kurve von etwa 26 m Radius mit Ueberbrückung des Marchgrabens unmittelbar oberhalb der Holzbrücke; 2. radikale Lösung mit weitgespannter Bogenbrücke als Verbindung der beidseits der Holzbrücke anschliessenden Strassenkurven. Die erste Variante ergab die billigere Lösung mit annehmbaren Steigungsverhältnissen, jedoch stark gekrümmter Brücke. Die zweite Lösung scheiterte an den hohen Kosten einer Hochbrücke und der zu grossen Steigung von 8%, die wegen gegebener Strassenhöhen nicht vermindert werden konnte. Aus diesem Grunde kam das Projekt mit gekrümmter Brücke nach Variante 1 zur Ausarbeitung.

Wegen der Mobilmachung 1939 musste die Ausführung der Bauarbeiten zurückgestellt werden. Der grosse Verkehr auf der Simmentalerstrasse führte jedoch zu Rissbildungen und Deformationen im rechten Widerlager der Holzbrücke, sodass im Jahre 1942, trotz der herrschenden Materialknappheit, Studien für andere Lösungen der Brückenfrage durchgeführt wurden. Die Arbeiten bezweckten, ein Projekt zu finden, das mit möglichst wenig Zement und Rundeisen aus-

geführt werden könnte. Die generellen Berechnungen führten zu einem gekrümmten Viadukt aus Mauerwerk in Bruchsteinen, oder zu einer Dammschüttung mit einem schiefen Durchlass von 10 m Lichtweite über dem Marchgraben. Die ganz erheblichen Kosten der Mauerwerkkonstruktion und die sehr ungünstigen Durchflussverhältnisse des Durchlasses, der noch einen Eisenbedarf von rund 7 t erforderte, liessen die Weiterbearbeitung der beiden generellen Projekte als unzweckmässig erscheinen. Man entschloss sich, die Holzbrücke weiter im Verkehr zu lassen. Ueber den Rissen im Widerlager wurden Siegel angebracht, und ständige Kontrollen boten Gewähr, dass allfällige gefährliche Deformationen rechtzeitig erkannt werden konnten.

Durch das Erdbeben 1946, dessen Herd nicht sehr weit vom Marchgraben entfernt lag, entstand eine Vergrösserung der Risse im rechten Widerlager. Genaue Untersuchungen zeigten, dass zur Erhaltung des Widerlagers erhebliche Sicherungsarbeiten nötig würden. Mit Rücksicht auf die zu erwartenden Kosten und auf die für schwere Lasten ungenügende Brücke in der Durchgangsstrasse des Simmentals bewilligte die Baudirektion des Kantons Bern im Herbst 1946 die nötigen Kredite für den Neubau der Marchgrabenbrücke auf Grund des Projektes 1937.

Die damals vorgesehene Brückenbreite entsprach den seither aufgestellten Normalien für Alpenstrassen nicht mehr. Die Verbreiterung auf 7,60 m verlangte eine vollständige Neubearbeitung des Projektes.

**Beschreibung der Brücke (Bilder 1 und 2).** Die Notwendigkeit, den starken Automobilverkehr auch während der Bauzeit aufrecht zu erhalten, bedingte eine Lage der neuen Brücke, welche die Holzbrücke und deren Widerlager bis zur Verkehrsleitung unberührt liess.

Die neue Marchgrabenbrücke ist ein durchlaufender Balken mit vier Oeffnungen von 7,65 — 10,60 — 10,60 — 7,65 m Spannweite in Brückenaxe gemessen. Der Radius der Brückenaxe beträgt 26,10 m und bedingt ein Quergefälle der Fahrbahn von 9%. Die quergespannte Fahrbahnplatte von 24 cm Stärke plus 3 cm Abnutzungsschicht ist durch zwei gekrümmte Randträger mit Gehwegkonsolen und einen in Brückenaxe liegenden, gekrümmten Mittelträger auf die schlanken Pfeilerwände gestützt. Die Unterschiede in der Spannweite von Aussen- zu Innenräumern betragen 3,25 m im Mittelfeld und 2,40 m im Aussenfeld. Alle drei Zwischenpfeiler, bestehend aus 30 cm starken, armierten Wänden, sind derart angeordnet, dass das Wasser aus dem Marchgraben und den kleinen Seitenrinnen ungehindert abfliessen kann. Das rechte Widerlager Seite Saanen ist als Rahmentiel fest mit den Längsträgern

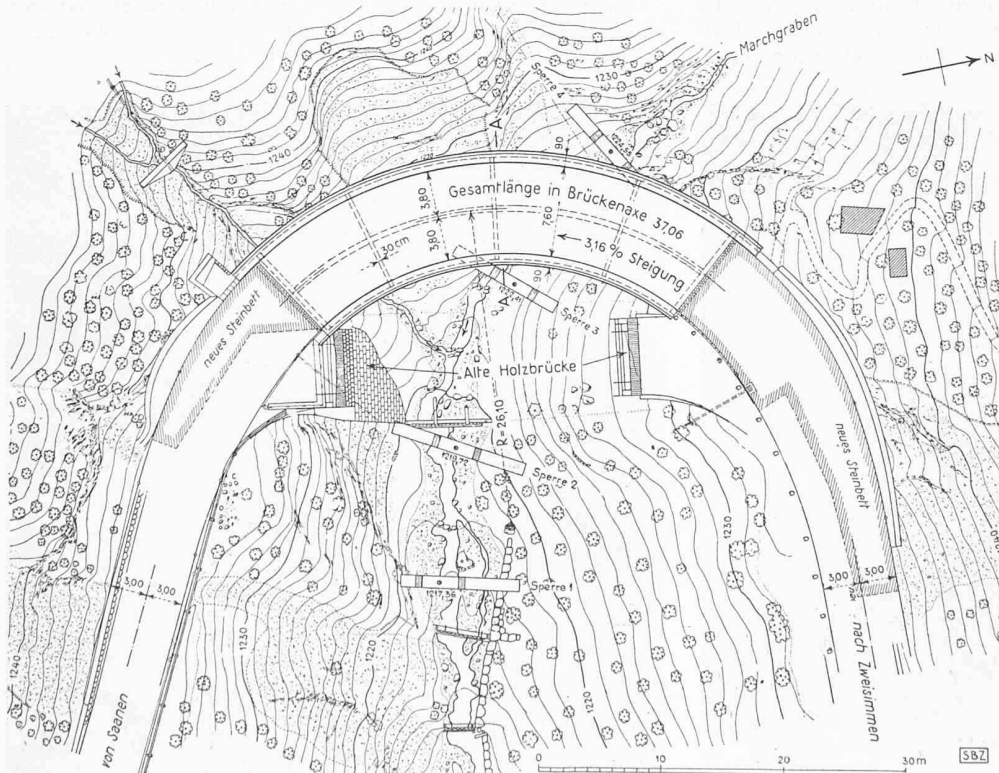


Bild 1. Marchgrabenbrücke, Lageplan und Grundriss 1 : 600

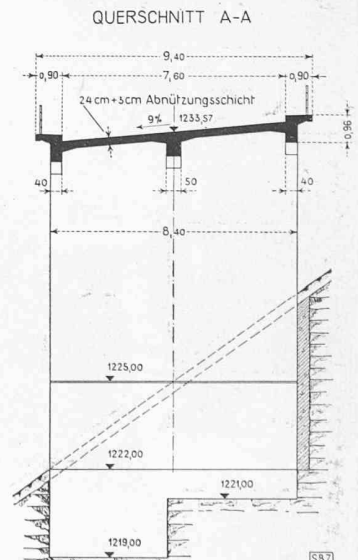


Bild 2. Querschnitt 1 : 250

verbunden. Auf dem linken, untern Widerlager ist eine Gleitfuge angeordnet. Sämtliche Pfeiler- und Widerlagerfundamente sind auf Flyschschichten abgestellt und so tief gegründet, dass eine sichere Lagerung der Brücke gewährleistet ist.

Zwei Gehwege von je 0,70 m Breite und die Fahrkanten von 22 cm Höhe ermöglichen ein sicheres Befahren der Kurve, und die Abnutzungsschicht mit gerillter Oberfläche verhindert ein Schleudern der Fahrzeuge. Den Abschluss der Gehwege bildet ein kräftiges Geländer aus geschweissten Profileisen. Die Bilder 3 und 6 zeigen, dass durch die Linienführung der Brücke zweifellos die einzig mögliche, dem Verkehr angepasste Lösung entstanden ist, die auch relativ hohe Geschwindigkeiten der Fahrzeuge und ein gefahrloses Kreuzen auf der Brücke zulässt.

Als zusätzliche Sicherung der Pfeiler und Widerlager der neuen Brücke sind im Marchgraben vier Bachsperrn eingebaut worden (Bild 1). Ferner wurde der bergseitige Hang durch Drainagen entwässert, um Rutschungen zu verhindern. Nach Abbruch der alten Holzbrücke ist das rechte Widerlager durch Vormauern eines kräftigen Sockels verstärkt und durch Erstellen einer neuen Bankettmauer zu einer kleinen Kanzel ausgebaut worden, die mit einer Verlängerung des Brückengeländers abgeschlossen ist (Bild 6). Auf den Abbruch der alten Widerlager wurde verzichtet, da an deren Stelle kostspielige Stützmauern für die Strasse hätten erstellt werden müssen.

Die *statische Berechnung* beruht auf den Normen vom Mai 1935, mit den Belastungsannahmen für Hauptstrassen. Die Träger sind als durchlaufende Balken mit veränderlichem Trägheitsmoment berechnet. Die elastische Einspannung in den schlanken Pfeilerwänden ist vernachlässigt, da ihr Einfluss in der Grössenordnung von höchstens 2 bis 3% liegt. Der komplizierte Grundriss der Brücke zwang zu Vereinfachungen in der Berechnung, indem jeder Träger zuerst als gerader Balken mit dem ihm zukommenden ungünstigsten Lastanteil berechnet und nachträglich der Einfluss der Einspannmomente der Platte und der Torsionsmomente untersucht wurde. Wegen der unklaren statischen Verhältnisse war von Anfang an vorgesehen, das elastische Verhalten der Konstruktion und den Einfluss allfälliger Verdrehungen durch eine Belastungsprobe abzuklären. Oberingenieur R. Walther gebührt der beste Dank dafür, dass er die Durchführung dieser Probe ermöglicht hat. Ueber die Ergebnisse der Versuche berichtet Prof. F. Hübner am Schluss dieses Aufsatzes.

**Bauausführung.** Im Februar 1947 erteilte die Baudirektion der Kantons Bern der Firma Werner Kästli, Ingenieur in Bern, den Auftrag für die Ausführung der gesamten Bauarbeiten. Die wichtigsten Baudaten sind: 13. 2. 47 Vertragsabschluss. 14. 4. Beginn der Installationsarbeiten nach

beendiger Schneeschmelze. 18. 4. Absteckung. 14. 4. bis 27. 5. Aushub der Pfeilerfundamente und Widerlager, Betonierung der Fundamentsockel. 27. 5. bis 30. 6. Erstellen der Pfeilerwände und Widerlager, Montage des Lehrgerüsts. 1. bis 21. 7. Schalung und Armierung des Ueberbaues. 4. bis 6. 8. Betonierung der Ueberbauten: (Innenträger 4. 8., Aussenträger 5. 8. Fahrbahnplatte 7. bis 9. 8.). 28. 8. Ueberbau fertig ausgeschalt. 4. 9. Belastungsprobe. 5. 9. Umleitung des Verkehrs. 5. 9. bis 2. 10. Abbruch der Holzbrücke durch G. Neuenschwander in Thun. 14. 10. Beendigung aller Arbeiten, provisorische Abnahme des Bauwerkes.

Die gesamte Bauzeit für die Brücke allein beträgt somit 4 $\frac{1}{2}$  Monate, wobei zu beachten ist, dass in der engen Bachrunse nur mit kleiner Belegschaft gearbeitet werden konnte.

Für die Betonarbeiten kam nach petrographischer Untersuchung durch die EMPA Kies und Sand aus der Simme von Mannried und Wimmis zur Verwendung. Der gesamte Eisenbeton ist mit getrennter Verwendung von Kies und Sand erstellt. Die Zusammensetzung des Betons ist 300 kg HP auf 750 l Kies von 8 bis 30 mm und 530 l Sand von 0 bis 8 mm. Sämtlicher Eisenbeton ist mit Pervibratoren verdichtet. Die Fahrbahnplatte ist nach Art der Betonstrassen erstellt (Bild 5). Der schwach plastische Beton wurde mit dem Vibropil verdichtet und nachher mit einer auf den Gehwegen aufstossenden Querbohle gestampft. Dadurch entstand eine vollständig dichte, quervergillte Oberfläche der Fahrbahn. Die laufend durchgeführten Festigkeitsproben ergaben folgende mittlere Werte nach 28 Tagen: Prismendruckfestigkeit 370, Biegezugfestigkeit 66 und Elastizitätsmodul 370 000 kg/cm<sup>2</sup>.

Für die Brücke allein betragen die Ausmasse in runden Zahlen:

Aushub in Bergschutt und Flysch	360 m <sup>3</sup>
Fundamentbeton P 200 und P 250	120 m <sup>3</sup>
Eisenbeton der Pfeiler und Widerlager	140 m <sup>3</sup>
Eisenbeton des Ueberbaues	135 m <sup>3</sup>
Schalung für Eisenbeton	1320 m <sup>2</sup>
Rundeisen	39 t

Die Baukosten, einschliesslich Lohnzuschläge und Umsatzsteuern, sind in runden Zahlen: Brücke 138 300, Strassenanschlüsse 24 000, Bachverbauungen 14 300, Entwässerungen 6 400 Fr., total 183 000 Fr. Bei einer überbauten Fläche von 349 m<sup>2</sup> betragen also die Kosten pro m<sup>2</sup> überbaute Fläche 396 Fr. für die Brücke allein.

Infolge der ausserordentlich beständigen und trockenen Witterung im Sommer 1947 konnten die gesamten Bauarbeiten ohne besondere Schwierigkeiten ausgeführt werden.

**Belastungsprobe.** Ueber die Belastungsprobe mit einem Lastwagen von 13,55 t ist dem Bericht von Prof. F. Hübner folgendes zu entnehmen:



Bild 3. Alte Holzbrücke im Marchgraben

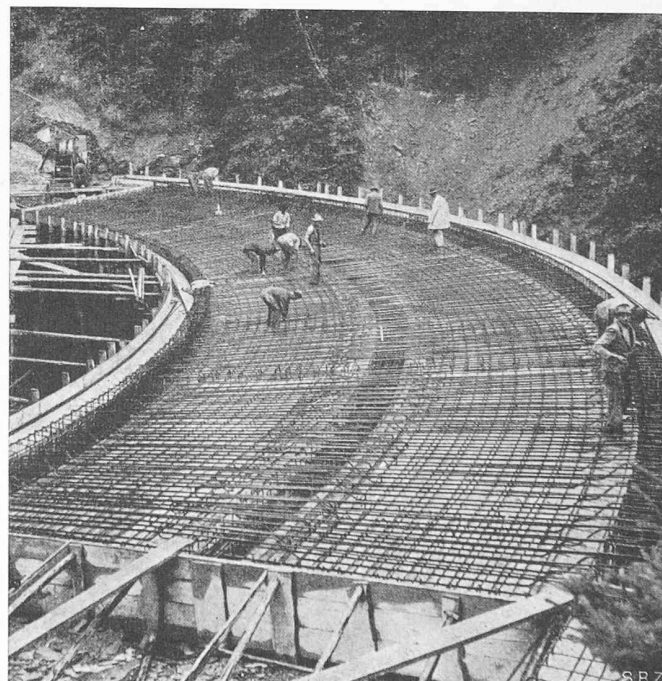


Bild 4. Neue Brücke, Armierung der Fahrbahnplatte

Für die Untersuchung des Bauwerkes wurden die Durchbiegungen in den Mitten der je vier Oeffnungen der beiden Randträger, die Querverbiegungen der Fahrbahnplatte in der Mitte der Oeffnung 3, die Verdrehungen der Randträger und die Schwingungen des äusseren Trägers in Oeffnung 3 gemessen. Hierfür standen zur Verfügung: Drei Stoppani-Durchbiegungsmesser mit 1/100 mm Genauigkeit, die an den drei ersten Oeffnungen des innern Randträgers Verwendung fanden, ferner je zwei Zivy- und Griot-Durchbiegungsmesser mit 1/10 mm Genauigkeit für die vierte Oeffnung des Innenträgers und die Oeffnungen 1, 2 und 4 des äusseren Randträgers. Die Durchbiegungen in der Oeffnung 3 des Aussenträgers sind mit dem Stoppani-Selbstzeichner mit 50-facher Uebersetzung gemessen, welcher zuletzt noch zu Schwingungsmessungen bei Schnellfahrten (35 km/h) und Langsamfahrt (10 km/h) diente.

Aus den Messungen und Beobachtungen (Bilder 8 und 9) ergibt sich folgendes:

a) *Durchbiegungen.* Der Verlauf der Summen-Einflusslinien ist für Hin- und Rückfahrt des Wagens im ganzen der selbe, namentlich hinsichtlich der massgebenden grössten Einsenkungen. Die Abweichungen der Messwerte zwischen Hin- und Rückfahrt erklären sich zum Teil aus unvermeidlichen Widerständen innerhalb der Apparate und Messeinrichtungen und durch die bekannten «Trägheiten» der Eisenbetonträger, die nur mehr oder weniger rasch auf Belastungen reagieren.

Unverkennbar sind die sehr verschiedenen Durchbiegungen irgend eines Punktes, je nachdem sich der Lastwagen nahe dem inneren oder dem äusseren Fahrbahnrand bewegte. Die Durchbiegungen des inneren Randträgers z. B. sind bedeutend geringer, wenn sich der Wagen nahe dem äusseren Rand bewegte und umgekehrt für den äusseren Randträger.

Eine Kontinuitätswirkung der Randträger ist zweifellos vorhanden, doch dürfte sie durch den Widerstand der Pfeiler stark gemildert sein. Auch zeichnet sie sich nicht durchwegs im gleichen Verhältnis ab, was bei der bereits erwähnten «Trägheit» der Träger und mit der aus den Messungen nicht erkennbaren räumlichen Wirkung des eine aussergewöhnliche Krümmung und Querneigung aufweisenden Bauwerkes nicht verwundern kann.

Beschränkt man sich auf die massgebenden grössten Durchbiegungen, bezogen auf je die Verbindungsgeraden zwischen Anfangs- und Endstellungen für Hin- und Rückfahrt, so gewinnt man nebenstehende Tabelle (Zahlenwerte in 1/100 mm).

Die Uebereinstimmung für je die äusseren und die mittleren Oeffnungen eines Randträgers ist nicht übel, wenn man bedenkt, dass es sich um sehr kleine Werte der Durchbiegungen (höchstens 65/100 mm) handelt. Jedenfalls darf man

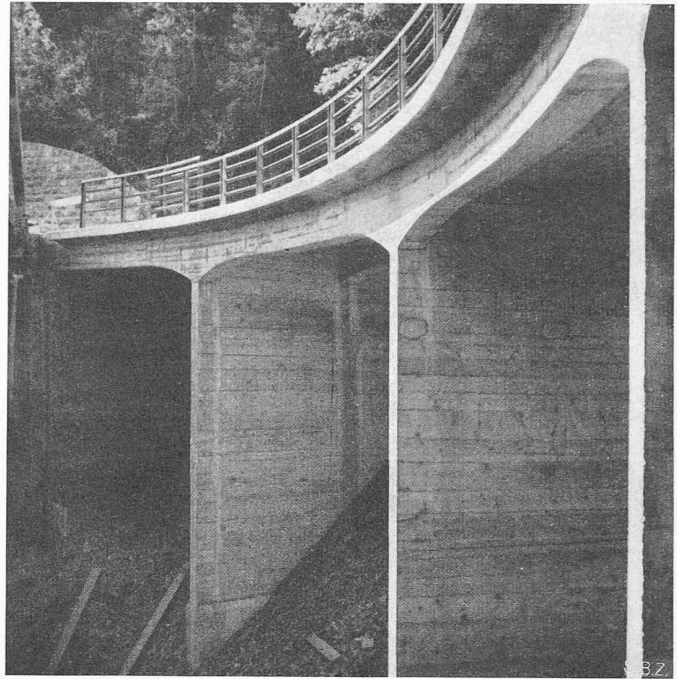


Bild 7. Untersicht der Marchgrabenbrücke

feststellen, dass das Bauwerk, nach Massgabe dieser Messungen, günstiger beansprucht ist, als die statische Berechnung es ausweist, wegen der unberechenbaren innern Widerstände und der nicht leicht fassbaren räumlichen Wirkung der gekrümmten Brücke.

b) *Querverbiegungen der Fahrbahnplatte.* Die Messungen ergeben, dass die Fahrbahnplatte für Nutzlasten stark quervertelend wirkt. Die Ergebnisse der Durchbiegungsmessungen an der Platte und den Trägern sind ein Beweis für die

Mitte Oeffnung:		1	2	3	4	Wagen am:
Innerer Randträger	Hinfahrt	6,5	7,0	14,0	8,0	Rand innen
	Rückfahrt	4,5	13,0	18,0	8,0	
	Mittel	5,5	10,0	16,0	8,0	
Äusserer Randträger	Hinfahrt	25,0	50,0	65,0	15,0	Rand aussen
	Rückfahrt	15,0	55,0	52,0	15,0	
	Mittel	20,0	52,5	58,5	15,0	

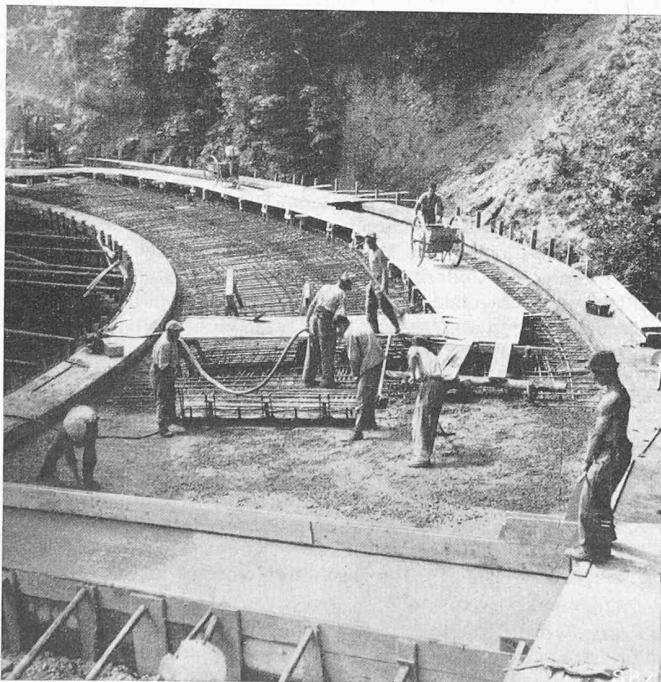


Bild 5. Betonieren der Fahrbahnplatte (Vibropil)

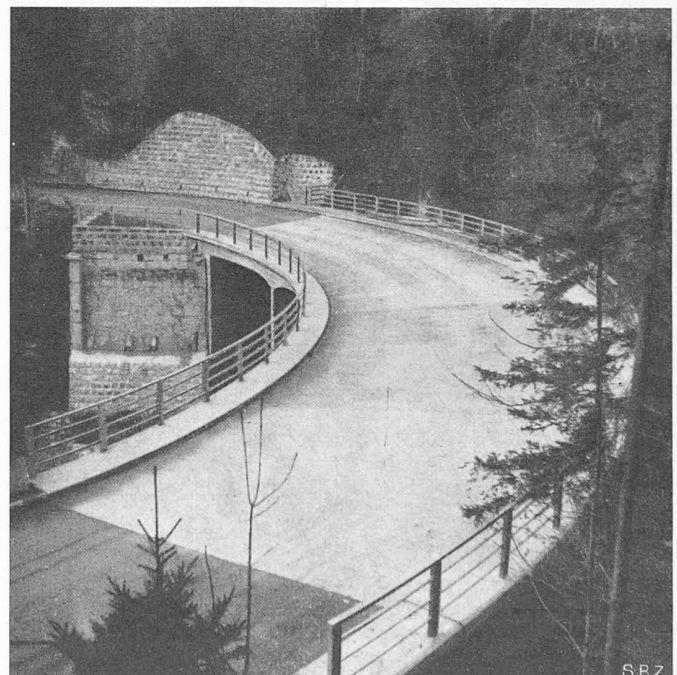


Bild 6. Neue Brücke, vom linken Ufer aus

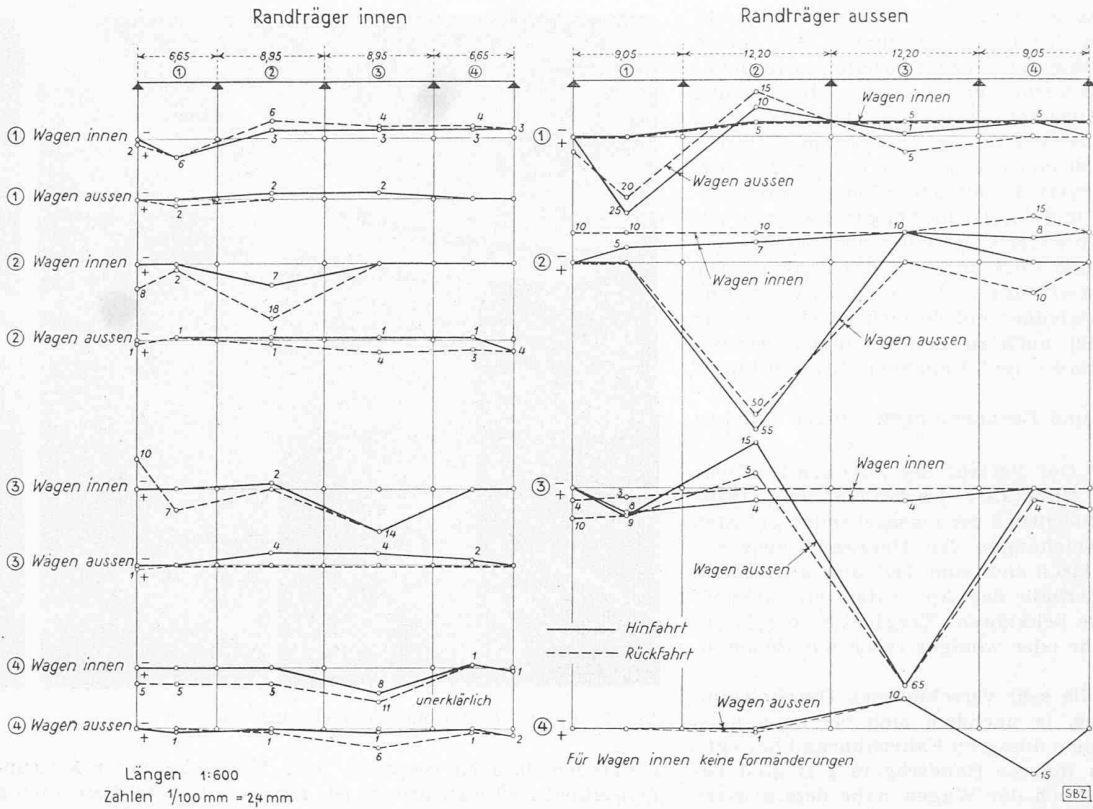


Bild 8. Schematische Aufzeichnung der Durchbiegungen aller Oeffnungsmitten; Summeneinflusslinien

Richtigkeit der Superposition der zwei Beanspruchungen, berechnet unter der Annahme einer Platte auf unnachgiebigen Stützen und aus der sekundären Krümmung infolge alleiniger Nachgiebigkeit der Stützpunkte. Da die Platte als auf festen Stützen ruhend berechnet ist, andererseits aber die vernachlässigte Verdrehungssteifigkeit der Hauptträger im vorliegenden Fall eine nicht zu unterschätzende Entlastung der Platte zur Folge hat, darf ohne weiteres angenommen werden, dass sie unter günstigeren Bedingungen arbeitet, als wie sie in der statischen Berechnung ausgewiesen sind.

Schnellfahrten (35 km/h) waren die Schwingungen des äusseren Randträgers bedeutend kleiner, wenn der Wagen in Brückenaxe fuhr, als wenn er nächst dem äusseren Rand rollte. Aus den Diagrammen ist zu entnehmen, dass die Brücke bei Schnellfahrten stark schwingt. Die grössten Schwingungsausschläge erreichen gegenüber der Grundlinie den Betrag von  $\pm 0,80$  mm, oder bezogen auf die grösste statische Durchbiegung etwa  $\pm 100\%$ , für den schweren Lastwagen in voller Fahrt. Diese grossen Schwingungen haben ihre Ursache in der rauhen, stark gerillten Abnutzungsschicht der Fahrbahnplatte, die vor Betriebsübergabe keine Abnutzung aufweisen konnte. Man wird aber dem Unterhalt der Fahrbahn grösste Beachtung schenken müssen.

Zusammenfassend darf somit festgestellt werden, dass der Einfluss der starken Krümmung relativ gering ist, und dass die Verdrehungen der Längsträger kaum messbare Werte ergeben.

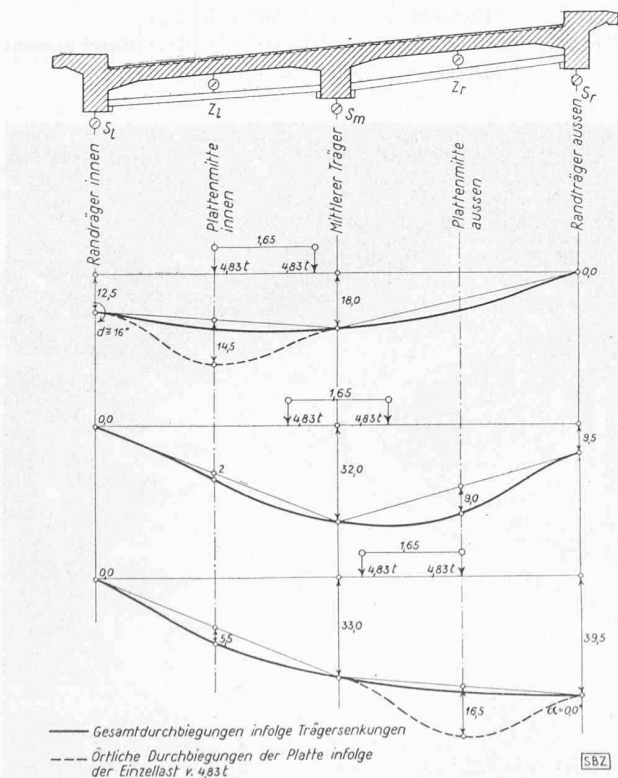


Bild 9. Marchgrabenbrücke. Querdurchbiegungen der Brücke in der Mitte der Oeffnung 3 (Ordinatenmasstab wie Bild 8)

c) Die Verdrehungen der Randträger senkrecht zur Brückenaxe wurden in der Mitte der Oeffnung 3 und über den beiden angrenzenden Pfeilern mit Klinometern beobachtet. Die Radlasten befanden sich jeweils in Mitte des an den gemessenen Randträger anschliessenden Plattenfeldes (Belastungsfall 1 bzw. 3 für die Querdurchbiegung in der Mitte der Oeffnung 3). Ueber den Pfeilern und am äusseren Randträger konnten keine Verdrehungen gemessen werden. Am innen, ungünstiger beanspruchten Träger ergab sich in Feldmitte eine kleine Verdrehung von nur 16''.

d) Schwingungen des äusseren Randträgers. Für Langsamfahrt sind die Schwingungen ganz unbedeutend. Bei den

Schweiz. Energiekonsumentenverband DK 061.2 : 620.9

Im Jahresbericht für 1947 wird eingangs das Fortbestehen der immer noch gespannten Versorgungslage festgestellt. In der Frage des Baues neuer grosser Speicherwerke ist noch keine Einigung zustande gekommen. Die Konsumenten fordern jedoch einen raschen Entscheid, damit noch im Jahre 1948 mit der Ausführung des baureifsten Projektes begonnen werden kann. Als Ueberbrückungsmassnahme wurden Beteiligungen von schweizerischem Kapital an ausländischen Werkunternehmungen abgeschlossen (Frankreich, Italien). Mit Genugtuung wird der Uebertragung der Konzession für das Aarekraftwerk Wildegg-Brugg (SBZ 1948, Nr. 10, S. 131\*) an die NOK, und die Aushändigung der Konzession für das Kraftwerk Rheinau an ein Konsortium, bestehend aus den NOK, der AIAG und der Stadt Winterthur vermerkt. Für die Verwirklichung der Rheinkraftwerke Birsfelden und Schaffhausen wurden weitere Anstrengungen unternommen. Grosse Hoffnungen hat bei den Konsumenten die Förderung des Projektes des Gross-Dixencewerkes erweckt (worüber hier in Nr. 22, S. 303\* des lfd. Jgs. berichtet worden ist).

Gegenwärtig stehen eine grössere Zahl von Kraftwerken im Bau, woran im Sommer 1947 rd. 6000 Mann auf den Bauplätzen arbeiteten. Mit ihnen wird eine Zunahme der Produktion an Winterenergie von etwa 500 Mio kWh erzielt werden. Hinzu kommen die beiden Gasturbinenwerke der NOK in