

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 107/108 (1936)
Heft: 15

Artikel: Einige neuere Eisenbetonbrücken
Autor: Maillart, Rob.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-48281>

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: 16.03.2025

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

INHALT: Einige neuere Eisenbetonbrücken. — Hand und Maschine. — Mitteilungen: Die Dampfturbine der 105 000 kW-Turbogruppe der London Power Co. Die Bodensee-Motorschiffe «Baden» und «Deutschland». Der erste Transformator. Lebensdauer imprägnierter Telegraphenstangen. Verankerung von Bauwerken durch Zugkabel in den Baugrund. Kasino-

platz in Bern. Eine neue Donaubrücke in Budapest. Eidg. Kommission für historische Kunstdenkmäler. — Wettbewerbe: Reformierte Kirche Würenlos. — Nekrologe: Gustav Grob. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Band 107

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 15



Abb. 1. Fussgängersteg über die Töss bei Wülflingen. Spannweite rd. 40 m, Bauzeit 2 Monate.

Einige neuere Eisenbetonbrücken

Von Ing. ROB. MAILLART.

GRUNDSÄTZLICHE BEMERKUNGEN.

Nachdem besonders im schweizerischen Brückenbau der sogenannte „Verbundbau“, nämlich einbetonierte Eisenkonstruktionen in Verbindung mit Eisenbeton, sich rasch einzuführen scheint¹⁾ und von manchen Ingenieuren sogar als das Zweckmässigste angesehen wird, seien hier einige Objekte dargestellt, die für wirtschaftliche Möglichkeiten des reinen Eisenbetonbaues Zeugnis ablegen.

Eine der wichtigsten Einreden gegen den Eisenbeton war stets die Befürchtung, es könnte der Zusammenhang von Beton und Eisen auf die Dauer nicht gesichert sein; wenn auch bei Inbetriebnahme ein vollkommenes Zusammenarbeiten nicht zu bestreiten sei, so sei doch die Dauerhaftigkeit des Verbundes fraglich. Eine gewisse Berechtigung dieser Bedenken ist nicht zu bestreiten und erst die Erfahrung während mehrerer Jahrzehnte hat sie zum Verstummen gebracht, wenigstens hinsichtlich aller jener Bauten, bei denen durch kunstgerechte Formgebung der Armierungen jegliche Gleitgefahr an der Berührungsfläche der beiden Materialien ausgeschlossen wurde. Die Sicherung des Zusammenhanges erscheint beim Eisenbeton besonders gesichert, weil die verhältnismässig kleinen Eisenquerschnitte von grösseren Betonmassen allseitig umschlossen sind. Infolge zweckmässiger Krümmung der Eiseneinlagen ist es

¹⁾ Vergl. „SBZ“, Bd. 106, S. 253* (vom 30. Nov. 1935).

Dauer nicht immer gewährleistet bleibt. Die Belastungen und Erschütterungen in Verbindung mit Temperatur- und Schwinderscheinungen reichen oft aus, um die durch Ermüdung verminderte Adhäsion zu überwinden, womit dann auch Rostgefahr entsteht²⁾. Es braucht also grosse Aufmerksamkeit und besondere Vorkehrungen, um einen dauerhaften Verbund von Eisenkonstruktionen mit Beton zu erzielen, und solange über solche Anordnungen nicht jahrzehntelange günstige Erfahrungen vorliegen, ist es angebracht, dem reinen Eisenbeton in dieser Hinsicht grösseres Vertrauen entgegenzubringen.

Die behauptete Wirtschaftlichkeit einbetonierter Eisenkonstruktionen beruht hauptsächlich auf dem übertriebenen Sicherheitsgrad, der für den Beton gefordert wird: trotz strengster Ausführungsvorschriften ist er zwei- bis dreimal grösser als für Eisen. Nur deshalb stellen sich mit Profifeisen armierte Druckglieder billiger als solche ähnlichen Ausmasses aus Eisenbeton. Gewiss ist bei kleineren Bauten, wo die Umstände es nicht gestatten, auf eine gleichmässige Betonqualität zu rechnen, der Sicherheitsfaktor reichlich anzusetzen. Wo aber Gelegenheit ist, Vorproben vorzunehmen und die Betonqualität fortlaufend zu kontrollieren, zeigt die Erfahrung, dass mit unseren äusserst zuverlässigen Zementen und richtig sortierten Zuschlägen ein Beton erzeugt werden kann, dessen Qualität kaum mehr schwankt als die des Eisens. Ist aber diese Qualitätssicherung einmal

²⁾ Vergl. S. 84* in Nr. 8 des laufenden Bandes. Red.

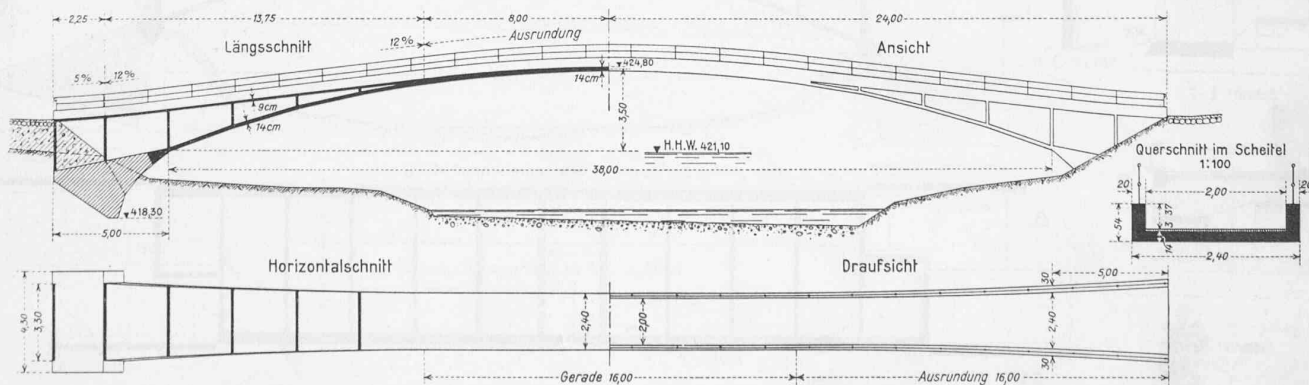


Abb. 2. Fussgängersteg über die Töss bei Wülflingen. Versteifter Stabbogen. Baukosten 15800 Fr. = 117 Fr./m² Oberfläche (1933). — 1 : 300.

nicht mehr die Haftfestigkeit allein, die den Zusammenhang gewährleistet, sondern selbst bei deren völligem Versagen bleibt er durch die in den Krümmungen auftretende Reibung gesichert.

Bei Verwendung von Profifeisen sind diese günstigen Verhältnisse nicht oder doch nur beschränkt vorhanden. Allerdings wird bei Belastungsproben meist ein auf der Adhäsion beruhendes vollkommenes Zusammenwirken beobachtet und darauf gestützt fanden derartige Konstruktionen als gut brauchbar ohne weiteres Eingang. Die Erfahrung zeigt aber, dass hier der Zusammenhang auf die

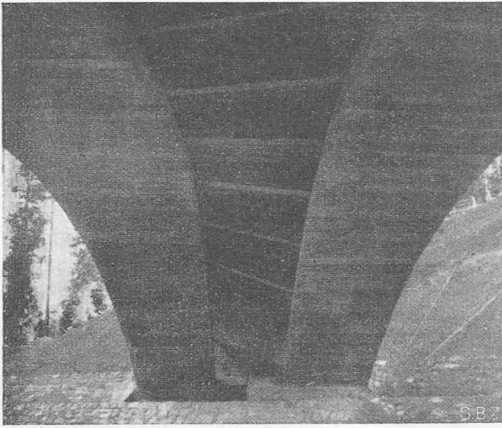


Abb. 4. Untersicht der Zwillings-Stabbögen.



Abb. 3. Spitalbrücke über die Engstligen; Staatstrasse Frutigen-Adelboden.

erreicht, so führt es einfach zu Verschwendung, wenn massige Dimensionen oder, zu deren Vermeidung, Ersatz des Betons durch Eisen gefordert werden.

Vom wirtschaftlichen Standpunkt ist die Verwendung von ausländischem Profileisen statt von Rundeisen, das im Inland gewalzt und auch in hochwertiger Qualität erzeugt wird, gewiss nicht erstrebenswert. Ferner sei darauf hingewiesen, dass die Holzproduzenten energisch Absatz ihrer Produkte fordern, wogegen als Hauptvorzug der gemischten Bauweise gerade der Wegfall der Gerüste ange-rufen wird. Es ist also nicht recht verständlich, wenn die Holzproduzenten gerade dem Eisenbeton feindlich gegenüberstehen, wo doch dieser ihr bester Kunde ist, indem er sich für Gerüstungen und Schalungen mit der inländischen Durchschnittsqualität begnügen kann, während für bleibende Holzbauten inländisches Holz von genügender Qualität oft schwer aufzutreiben ist. Bei einigermaßen gegliederten Eisenbeton-Bauten übersteigen die Kosten der Schalung sowohl die des Betons als auch des Eisens, und der Unternehmer verausgabt für Ankauf von Holz meistens mehr, als für eines der andern Materialien, Zement, Kies und Eisen, und zwar auch dann, wenn der Wert des nach dem Bau verbleibenden Holzes in Abzug gebracht wird.

Der Ingenieur entschliesst sich nur schwer, von den traditionsgemässen Formen abzuweichen und selbst wenn er es möchte, folgen ihm Bauherr und Publikum oft nur ungern. Kein Wunder also, wenn neuartige, weil dem Wesen des Eisenbetons ehrlich und rücksichtslos entsprechende Bauformen eher in ziemlich abgelegenen Gegenden zur Ausführung kommen und die Städte davon „verschont“ bleiben, indem dort auf ein gewisses „monumentales“ Aussehen Gewicht gelegt wird. Ein selbst bei ländlichen

Eisenbeton-Brücken meist als wünschbar erachtetes „architektonisches“ Minimum sind Widerlager, die das Tragwerk einrahmen und vom Gelände trennen. Sie wegzulassen, erschien ebenso revolutionär, wie etwa ein Haus ohne Sockel zu bauen. Im Gegensatz zum ältesten der folgenden Beispiele, der Spital-Brücke über die Engstligen, zeigen die anderen alle die Tendenz, das möglichst einheitlich gestaltete Tragwerk direkt aus dem Boden wachsen zu lassen. Meines Erachtens ist auch diese „Rücksichtslosigkeit“ ein Gewinn und selbst wer die instinktive, bzw. atavistische Abneigung gegen die dünnen Stabbögen nicht überwinden kann, dürfte zugeben müssen, dass z. B. die durch den Versteifungsträger des Fussgängersteiges über die Töss (Abb. 1) gegebene unmittelbare Verbindung der ländlichen Ufer sich befriedigend auswirkt.

Neben dem Baujahr, der meist recht kurz bemessenen Bauzeit, und den erzielten Betonfestigkeiten (Würfelfestigkeit nach 28 Tagen) sind im folgenden auch die Baukosten (ohne Umgebungsarbeiten, wie Uferschutz, Strassenanschlüsse und ohne Honorar) angegeben, denn die Wertung eines Bauwerkes ohne Kenntnis der Kosten ist unmöglich, indem die Durchführung auch bedeutendster Bauaufgaben nur dann Anerkennung verdient, wenn sie mit den geringsten Mitteln erfolgt ist. Auf Einzelheiten der interessanten Belastungsproben wird nicht eingegangen; die kurzen Angaben über grösste Durchbiegungen, Spannungen und Stosswirkungen geben immerhin ein deutliches Bild über das Verhalten der Bauwerke unter dem Einfluss von Nutzlasten. Dabei ist zu bemerken, dass die Belastungsproben oft sehr früh vorgenommen wurden, nachdem auch für das Ausrüsten keine unangebrachte Aengstlichkeit herrschte. Beides von der Erwägung ausgehend, dass es nicht nur nicht schädlich, sondern im Gegenteil sogar günstig ist, den

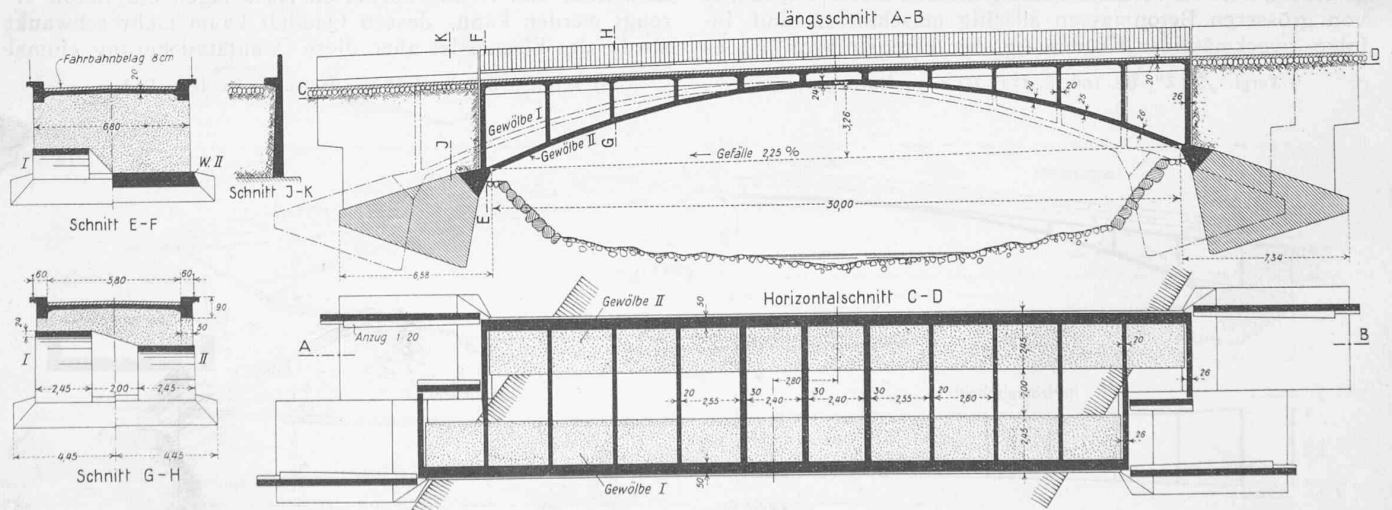


Abb. 5. Spitalbrücke über die Engstligen, Versteifter Zwillings-Stabbogen. Erbaut 1931. (Punktiert Ansichtsfächen.) — Masstab 1 : 300.

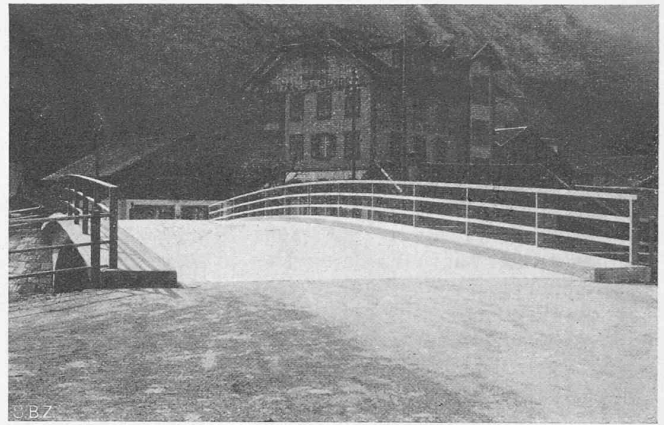
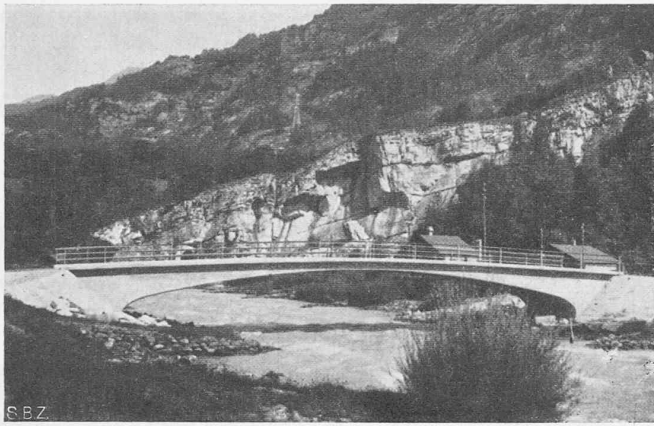


Abb. 6. Aarebrücke der Grimselstrasse in Innertkirchen.

Abb. 7. Betonfahrbahn und geschweisste Profileisen-Geländer.

Beton so frühzeitig als möglich zu belasten, da er dann dank kleinerem Elastizitätsmodul und einer gewissen Plastizität sich erzwungenen Verformungen besser anpasst. Die oft vorgeschriebenen langen Ausschaltungsfristen sind ein Unsinn, sofern man sich der Qualität des Betons versichert hat, denn sie führen oft zu einer Verlängerung der Bauzeit, die eine Lösung in Eisenbeton von vornherein ausschliesst.

Portland-Zement. Sie zeigt nach fünfjährigem intensivem Verkehr weder Schäden noch messbare Abnützung.

Die Belastungsprobe wurde von Brückeninspektor Prof. F. Hübner durchgeführt, der sich zum Schluss wie folgt äussert:

„Zusammenfassend ist somit festzustellen, dass das statische Verhalten der Spitalbrücke als durchaus einwandfrei und eher noch günstiger als nach den theoretischen Voraussetzungen zu bezeichnen ist. Besonders zu erwähnen ist die, namentlich für starke einseitige Belastungen günstige, die Sicherheit des Bauwerkes erhöhende und durch die starren Querwände aber auch bestens gesicherte Wirkung der Brückenschiefe.“

Baujahr 1931; Bauzeit 3 1/2 Monate; Baukosten 60 150 Fr. = 179 Fr. pro m² Oberfläche.

Betonfestigkeiten: erste Probe 176 kg/cm², später 340 kg/cm². Fahrbahnplatte 480 kg/cm².

Belastungsproben, ausgeführt mit einem Lastwagen mit Achsdrücken von 9 + 4,9 t Gewicht, ergaben als

Durchbiegungen: Scheitel	im Viertel
belastetes Gewölbe 0,72 mm	Senkung 1,0 mm Hebung 0,20 mm
unbelastetes Gewölbe 0,15 mm	Senkung 0,5 mm Hebung 0,24 mm

Spannungen im Viertel (ermittelt mit $E = 370000 \text{ kg/cm}^2$)

Versteifungsträger: Druck 7 kg/cm², Zug 11 kg/cm²

Gewölbe: Druck 7 kg/cm², Zug 4 kg/cm²

Projekt und Bauleitung Ingenieurbureau Maillart; Unternehmung J. Seeberger in Frutigen.

DER FUSSGÄNGERSTEG ÜBER DIE TÖSS BEI WÜFLINGEN

(Abb. 1 und 2, Seite 157)

zeigt eine Anwendung des versteiften Stabbogens auf eine leichte Fussgängerbrücke, wobei die Versteifungsträger als Geländersockel benützt sind. Projektverfasser der im Jahre 1934 in einer Bauzeit von zwei Monaten durch die A.-G. Baugeschäft Wülflingen erstellten Brücke waren Ingenieur W. Pfeiffer mit Ingenieurbureau Maillart. Die Baukosten betragen 15 800 Fr., entsprechend 117 Fr./m² Oberfläche.

SPITALBRÜCKE ÜBER DIE ENGSTLIGEN

in der Staatsstrasse Frutigen-Adelboden (Abb. 3 bis 5).

Seit der ersten Ausführung eines versteiften Stabbogens in Eisenbeton, der Valtschielbrücke bei Zillis³⁾ sind Brücken dieser Bauart in grösserer Anzahl erstellt worden. Bei der Erstauführung erschien die Verwendung der massiv vorgeschriebenen Brüstung als Versteifungsträger besonders vorteilhaft. Bei breiteren Brücken und besonders dann, wenn infolge ausragender Gehwege das Gewölbe gegenüber der Strasse bedeutend schmaler gehalten werden kann, konnte diese Anordnung nicht mehr beibehalten werden. Es zeigte sich indes, dass der versteifte Stabbogen für mittlere Pfeilverhältnisse auch dann noch wirtschaftlich bleibt, wenn die Versteifungsträger *unter* der Fahrbahn angeordnet werden, wie es bei diesem Beispiel der Fall ist.

Eine Besonderheit ist hier die stark schiefe Lage. Dieser Umstand und die Möglichkeit einer zweimaligen Verwendung eines schmalen Lehrgerüsts führte zur Ausführung zweier gegeneinander versetzter Tragwerke, die durch die Querwände und die Fahrbahnplatte verbunden sind. Das Tragwerk ist in der üblichen Betonqualität ausgeführt. Die Fahrbahn besteht aus einer Schicht von 8 cm Stärke aus Beton mit 400 kg/m³ hochwertigem

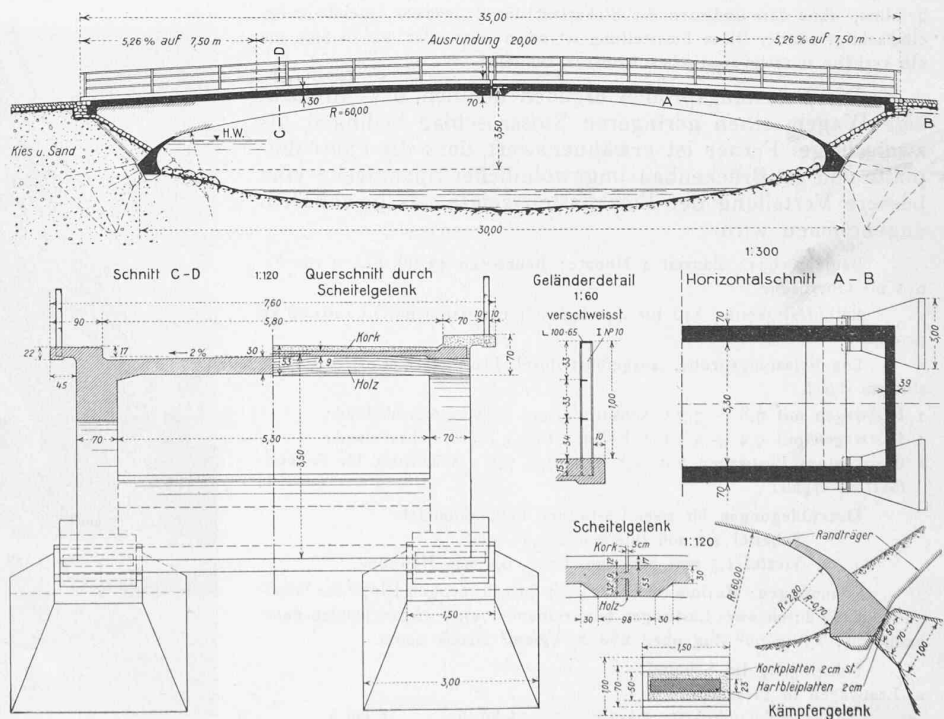


Abb. 8. Aarebrücke Innertkirchen. Dreigelenkbogen mit exzentrischer Drucklinie. Erbaut 1934. Bauzeit 4 Monate, Baukosten 162 Fr./m² Oberfläche. — Masstäbe 1 : 300, 1 : 120 und 1 : 60.

³⁾ Beschrieben in Band 90, Seite 172* (1. Oktober 1927).

AAREBRÜCKE IN INNERTKIRCHEN

im Zuge der Grimselstrasse

(Abb. 6 bis 8, Seite 159).

Zur Wahrung des nötigen Durchflussprofils ist hier ein Dreigelenkbogen mit exzentrisch verlaufender Drucklinie ausgeführt worden. Der Querschnitt besteht aus zwei Randträgern mit sehr weitgespannter Fahrbahnplatte. Das Scheiteltgelenk ist als Betonstreifen mit durchgehender starker Eisen-einlage ausgeführt, während die Kämpfertgelenke aus schmalen Vestitmetall-Streifen bestehen. Angesichts der hohen Beanspruchungen ist das ganze Tragwerk mit hochwertigem Zement ausgeführt worden, in einer Dosierung von 350 kg/m^3 .

Diese Aarebrücke bei Innertkirchen zeigt auch insofern eine Besonderheit, als sie die erste Brücke ist ohne eigentlichen Fahrbahnbelag: die Fahrzeuge rollen direkt auf der Konstruktion. Im Hinblick auf Abnutzung ist die Platte lediglich gegenüber der statischen Notwendigkeit um 3 cm verstärkt und diese Verschleisschicht mit besonderer Sorgfalt aus schwach plastischem Beton hergestellt worden.

Aus der Zusammenfassung des sehr eingehenden Berichtes von Prof. F. Hübner über die von ihm geleiteten Probelastungen sei erwähnt:

„Die Brücke arbeitet sozusagen genau rechnermässig.

Die festgestellten kleinen elastischen Nachgiebigkeiten der Widerlager sind ohne Belang für die Beanspruchung der Gewölbeträger, beweisen aber andererseits die volle Berechtigung der Wahl eines Dreigelenk-Gewölbes.

Die Messungen haben die Ergebnisse der an der E. M. P. A. ausgeführten Festigkeits- und Elastizitätsmessungen vollauf bestätigt, womit eine Festigkeit des Betons im Bauwerk von weit über 300 kg/cm^2 z. Zt. der Probelastung nachgewiesen ist.

Die mit vollbelasteten Zwei- und Dreiaxsern ausgeführten Untersuchungen über die Auswirkung der von Fahrzeugen zu erwartenden Stosskräfte ergaben ein durchaus normales Verhalten der Brücke; die ausgelösten Schwingungen blieben für den Dreiaxser innerhalb der vorschrittmässigen Grenzen und sind nur unter dem Zweiachser etwas grösser ausgefallen, ohne dass indessen die Sicherheit des Bauwerkes irgendwie beeinträchtigt würde. Diese Feststellung ist umso wertvoller, als es sich um ein verhältnismässig elastisches Bauwerk handelt.“

Die Belastungsproben ergeben deutlich, dass dreiachsige Wagen einen geringeren Stosszuschlag bedingen als zweiachsige. Ferner ist erwähnenswert, dass die Fahrbahnplatte von im Brückenbau ungewöhnlicher Spannweite eine bessere Verteilung der Einzellasten zeigte, als gewöhnlich angenommen wird.

Baujahr 1934; Bauzeit 4 Monate; Baukosten 43 065 Fr. = 162 Fr. pro m^2 Oberfläche.

Betonfestigkeiten 340 bis 440 kg/cm^2 ; Elastizitätsmodul $440\,000 \text{ kg/cm}^2$ pro cm^2 .

Die Belastungsprobe, ausgeführt durch Prof. F. Hübner, mit Belastungen durch:

- I Lastwagen mit $9,8 + 3,3 \text{ t}$ Achsdruck und $4,45 \text{ m}$ Achsabstand;
- I Lastwagen mit $9,4 + 3,3 \text{ t}$ Achsdruck und $4,85 \text{ m}$ Achsabstand;
- I dreiachsiger Postwagen mit $(4,8 + 5,0) + 3,6 \text{ t}$ Achsdruck für Schnellfahrten, ergab:

Durchbiegungen für zwei Lastwagen nebeneinander:

Scheitel $4,6 \text{ mm}$ (bleibend: $0,35 \text{ mm}$)

Viertel $1,5 \text{ mm}$ Senkung, bzw. $0,4 \text{ mm}$ Hebung.

Spannungen: Maxima im Viertel der flussabwärtigen Rippe für Scheitelbelastung durch zwei Lastwagen hintereinander am entsprechenden Fahrbahnrand: 13 kg/cm^2 Zug oben und 25 kg/cm^2 Druck unten.

Schwingung im Scheitel:

a) Lastwagen in Strassenaxe			
Fahrgeschwindigkeit	5 km/h	15 km/h	25 km/h
Durchbiegung	2,1 mm	2,0 mm	1,9 mm
Ausschlag	6 ‰	18 ‰	29 ‰



Abb. 9. Thurbrücke bei Felsegg, Untersicht der vollendeten Brücke. Spannweite 72 m.

b) dreiachsiger Postwagen in Strassenaxe

Fahrgeschwindigkeit	5 km/h	10 km/h	32 km/h	42 km/h
Durchbiegung	1,8 mm	1,9 mm	1,9 mm	1,9 mm
Ausschlag	0 ‰	19 ‰	14 ‰	22 ‰

Projekt und Bauleitung Ingenieurbureau Maillart, Unternehmung Bartolomeo Zuccotti und Hoch- & Tiefbau A.-G., Interlaken.

THURBRÜCKE BEI FELSEGG

im Strassenzug Wil-Henau-St. Gallen (Abb. 9 bis 13).

Kastengewölbe mit drei Gelenken, Bauart Maillart, sind schon in grösserer Zahl auf Nebenstrassen (im Ausland auch als Eisenbahnbrücken) ausgeführt⁴⁾. Hier handelt es sich um eine Hauptstrassenbrücke grösserer Breite, wo sich die Bauart, mit Zwillingsbogen ausgeführt, als vorteilhaft erwies. Bei früheren Ausführungen wurde die Innenleibung im Scheitel stets ausgerundet, während hier diese Konzession an den hergebrachten Schönheitsbegriff des Gewölbes unterlassen und der konstruktiv be-

⁴⁾ Thurbrücke bei Billwil 1903 („SBZ“, Bd. 44, S. 157*) und Rheinbrücke bei Tavanasa 1906 mit 51 m Spannweite („SBZ“, Bd. 63, S. 343*, 13 Juni 1914). Red.

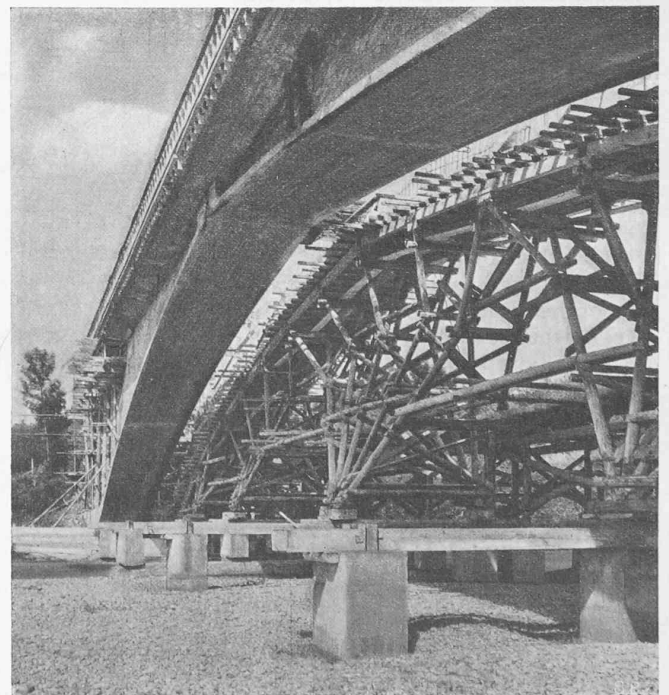


Abb. 13. Nach Vollendung des Gewölbes I Lehrgerüst nach II verschoben. Bauzeit 9 Monate, Baukosten 129 Fr./ m^2 Oberfläche (ohne Belag).

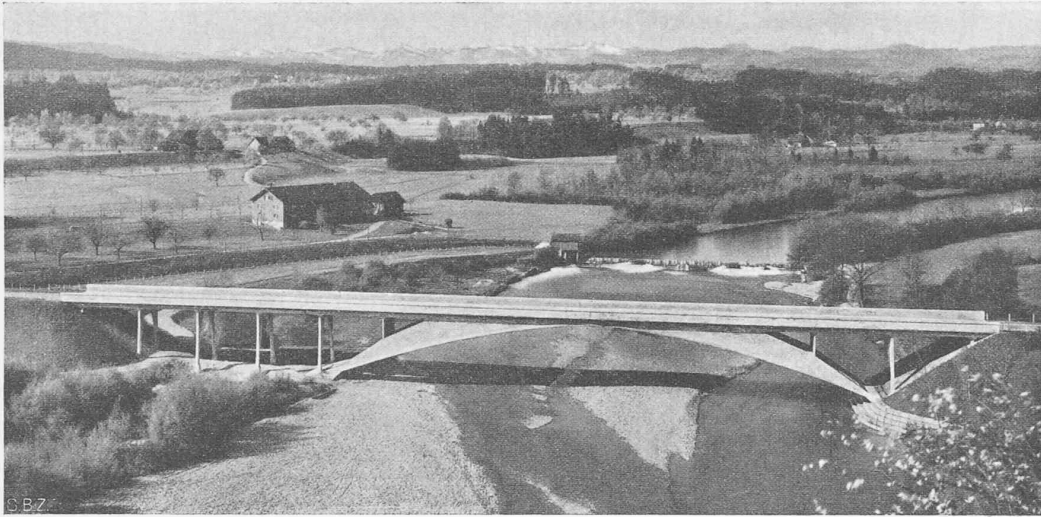


Abb. 10. Thurbrücke bei Felsegg im Zuge der neuen Autostrasse Wil-Henau-St. Gallen, aus NO.

gründete Spitzbogen ausgeführt worden ist. Entgegen der üblichen Anordnung werden die vier Längsträger des Anschlussviaduktes nicht von vier, sondern nur von zwei Pfeilern getragen mit dem Erfolg einfacherer Fundation und ruhigerer Wirkung. Die massiven Brüstungen und der Asphaltbelag der Fahrbahn sind vom Bauherrn gewünscht worden, beides wohl nicht zum Vorteil des Aussehens.

Die Gelenke sind durch stark armierte Einschnürungen gebildet, wirken also nicht vollkommen, was indessen angesichts der grossen Abmessungen der Querschnitte in den Vierteln unbedenklich ist. Ueber den Kämpfern befinden sich keine Fugen, da solche ganz allgemein unerwünscht und die Anschlussbauten genügend längselastisch sind, um die Bewegungen des Bogens nicht übermässig zu hindern.

Die Belastungsproben wurden von der E. M. P. A. durchgeführt; Prof. Dr. M. Roß gelangt zu folgendem Schluss:

„Die Strassenbrücke über die Thur zwischen Gossau und Wil ist eine konstruktiv sehr interessante, originelle und wirtschaftliche Lösung,

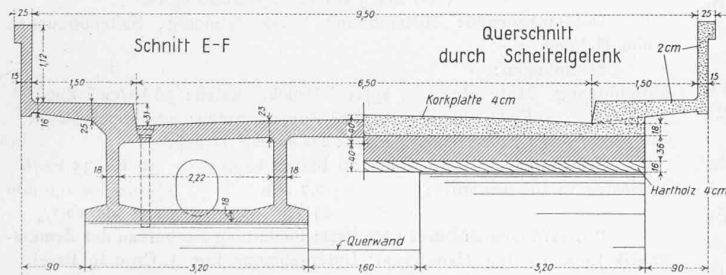


Abb. 12. Querschnitte beim und im Scheitelgelenk, und Scheitelgelenk-Längsschnitt. — Masstab 1 : 100.

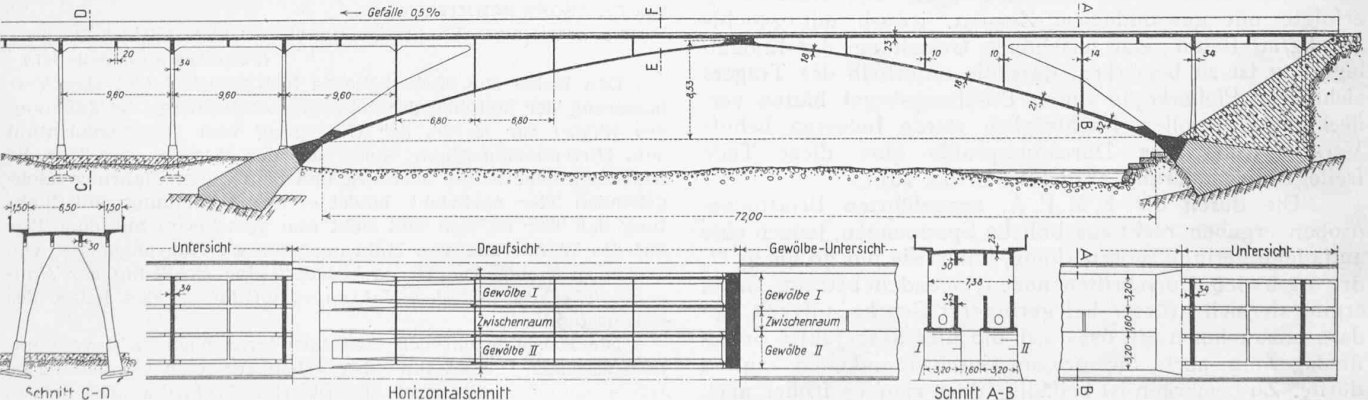


Abb. 11. Thurbrücke bei Felsegg. Dreigelenk-Zwillings-Kastengewölbe. Erbaut 1933. — Masstab 1 : 600.

die vom bautechnischen Standpunkte aus zu Bemerkungen und Vorbehalten irgendwelcher Art keine Veranlassung gibt. Der Spannungszustand und die Arbeitsweise zeigen ein regelmässiges Verhalten.“ —

Baujahr 1933; Bauzeit 9 Monate; Baukosten (ohne Fahrbahabelag) 169 100 Fr. = 129 Fr./m² Oberfläche.

Betonfestigkeiten: anfänglich 113, später bis 370 kg/cm²; mittlerer Elastizitätsmodul: 400 000 kg/cm².

Belastungsproben (4 Lastwagen von 51,6 t Gesamtgewicht): Durchbiegungen: grösste Scheitelsenkung: 2,8 mm, max. Senkung im Viertel: 1,3 mm, max. Hebung im Viertel: 0,6 mm.

Spannungen: max. Druck 10 kg/cm²; max. Zugspannung 5 kg/cm².

Schwingung: zwei Lastwagen nebeneinander

	bei 15 km/h	bei 35 km/h
Scheitel: Durchbiegung:	1,5 mm	1,4 mm
Ausschlag	± 10 %	± 18 %
Viertel: Durchbiegung:	0,6 mm	0,6 mm
Ausschlag	± 19 %	± 24 %

Projekt Ingenieurbureau Maillart, Bauleitung Kantonsing. St. Gallen; Unternehmung Th. Bertschinger A.-G. in Zürich mit K. Bendel in St. Gallen.

EISENBAHNBRÜCKE ÜBER DIE BIRS IN LIESBERG.

Die Brücke dient dem Anschlussgeleise der Zementfabrik Liesberg. Des Hochwasserstandes wegen war die Konstruktionshöhe äusserst beschränkt und deshalb oberliegendes Tragwerk unumgänglich. Der über der Fahrbahn liegende Trägerteil schmiegt sich dem unteren Einschnitt des Lichtraumprofils an, wobei die beim rechtsufrigen Brückenende liegende Geleisekurve zu berücksichtigen war. Dies bestimmte die grösstzulässige Höhe der Hauptträger, wenn der Trägerabstand nicht wesentlich vergrössert werden wollte, was bei bedeutenden Mehrkosten auch eine grössere, ebenfalls unzulässige Höhe der Querträger ergeben hätte (Abb. 16). Deshalb wurde die Beanspruchung des massgebenden Mittelquerschnittes dadurch vermindert, dass man das Bauwerk zuerst als zweistieligen Rahmen ausführte. Zu diesem Zwecke liess man oben

**Neuere Brücken
in Eisenbeton**

von Ing. R. MAILLART

Brücke über die Birs
für einen Geleise-Anschluss
der Zementfabrik Liesberg
im Jura. Erbaut 1935.

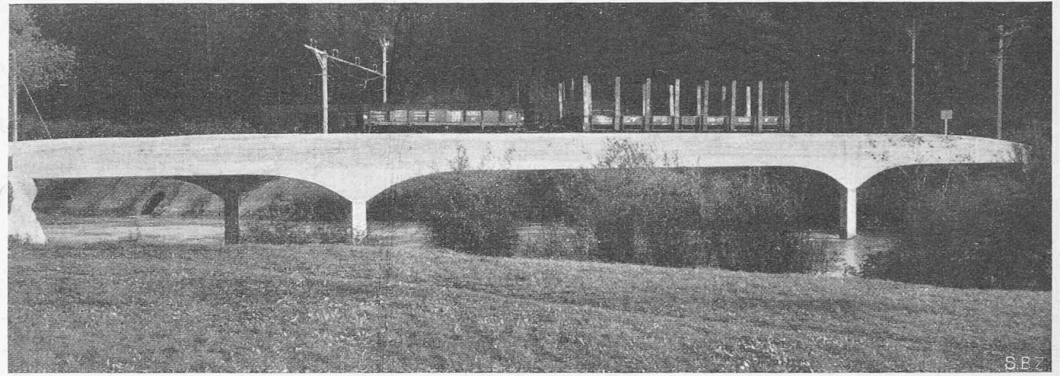


Abb. 14 (rechts).
Gesamtansicht.

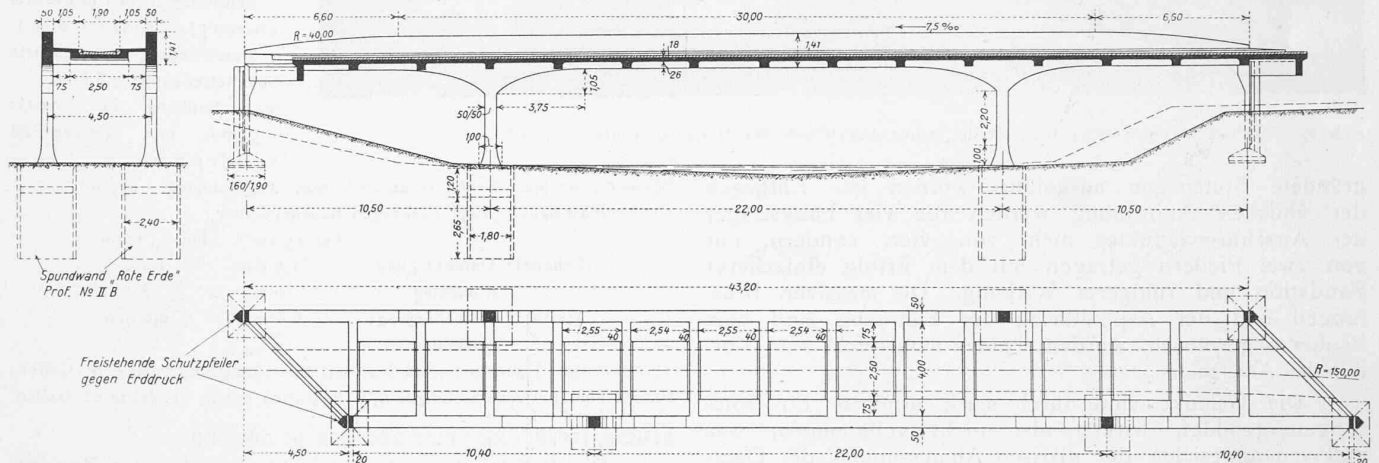


Abb. 15. Eisenbahnbrücke über die Birs bei Liesberg. Kontinuierlicher Balken. Bauzeit 3 Monate, Baukosten 152/m² Oberfläche. — Masstab 1 : 300.

an den Endstützen vorläufige Lücken und nahm man die Ausrüstung schon nach 14 Tagen, in diesem Zustand, vor; dabei senkten sich die Enden der Kragarme um 15 mm, während die Brücken-Mitte sich um 3 mm hob. Dank den grossen Auskragungen wurde so das Eigengewichtsmoment in Trägermitte zum Verschwinden gebracht; alsdann wurden die Lücken ausbetoniert. Nach weiteren zwei Wochen erfolgte die Belastungsprobe mit einer 112 t schweren Dampflokomotive (Abb. 14 bis 18). Aeusserste Beschränkung des Eigengewichtes und der Konstruktionshöhe wurde erreicht durch Weglassung des Schotterbettes und Einbetonieren der auf der ganzen Länge zusammenschweissten Schienen in eine von der Tragkonstruktion unabhängige und daran nicht haftende Betonplatte (Abb. 16 u. 17).

Die Brücke ist stark schief und die Stützen sind sehr schlank, einmal um den Durchfluss zu erleichtern und dann zur Vermeidung grösserer Temperaturspannungen. Um die dünnen Endpfeiler dem Erddruck zu entziehen, sind dahinter in kleinem Abstand Schutzpfeiler dreieckigen Querschnittes angeordnet, die sich erst in Höhe der Fahrbahn gegen diese stützen. Die gewählten Abmessungen gestatteten denn auch den Verzicht auf Dehnungsfugen. Die Ausführung erfolgte mit gewöhnlichem Zement, jedoch mit 350 bis 400 kg/m³ Beton. Zur unschönen Gestaltung der Endauflagerung ist zu bemerken, dass die unterhalb des Trägers sichtbaren Pfeilerköpfe durch Böschungskegel hätten verdeckt werden sollen. Nachträglich wurde indessen behufs Vergrösserung des Durchflussprofils eine diese Teile freilegende Mauerung ausgeführt (Abb. 18).

Die durch die E. M. P. A. ausgeführten Belastungsproben ergaben recht ansehnliche Spannungen, jedoch eine auffallend geringe Stosswirkung, indem sie nur 20 bis 35 % der nach den Vorschriften anzunehmenden beträgt. Dabei ergibt sie sich grösser bei geringerer Geschwindigkeit, sodass anzunehmen ist, dass sich die hier ausgeführte Schienenlagerung auch für grosse Geschwindigkeiten eignen dürfte. Zu bemerken ist beiläufig, dass man es früher auch bei Strassenbahnen für unmöglich hielt, auf Schienenstösse

und weiche Lagerung zu verzichten, während heute die stosslos einbetonierte Schiene sich bewährt und sich noch viel besser bewähren würde, wenn der Verbund in konstruktiv richtiger Weise erfolgte.

Baujahr 1935; Bauzeit 3 Monate; Baukosten 32 900 Fr. = 152 Fr pro m² Oberfläche.

Betonfestigkeiten: Würfel 470 kg/cm²; Prismen 380 kg/cm².

Elastizitätsmodul (50 bis 5 kg/cm²): 382 000 kg/cm²

(100 bis 5 kg/cm²): 346 000 kg/cm²

Durchbiegungen: Mittelöffnung 5 mm Senkung, Seitenöffnungen 1 mm Hebung.

Spannungen:

Mittelöffnung Mitte oben: 37 kg/cm² Druck, unten: 36 kg/cm² Zug

„ Ende oben: 21 kg/cm² Zug, unten: 32 kg/cm² Druck

Pfeilerkopf innen: 80 kg/cm² Druck.

Schwingung: bei 20 bis 22 km/h 30 bis 35 km/h

Ausschlag in Brückenmitte: ± 0,7 mm ± 0,4 bis 0,6 mm
1/4 % 8 bis 12 %

Projekt Ingenieurbureau Maillart; Bauleitung Baubureau der Zement-Fabrik Liesberg (Ing. Hans Frey); Unternehmung Ing. J. Cron in Basel.

Hand und Maschine.

Von Dr. GEORG SCHMIDT, Basel.

Vortrag, gehalten vor dem Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein.

(Fortsetzung von Seite 147.)

Den Hebel zur nächsthöheren Kulturstufe bildet eine Verbesserung der Methode der Nahrungsbeschaffung: die Zählung des Wildes zur Herde, der Uebergang vom Jagdnomadentum zum Hirtennomadentum. Statt dass der Mensch dem Tier die Nahrungssuche selbst überlässt und dem seiner Nahrung nachgehenden Tier nachzieht, bindet er durch Zählung und Züchtung das Tier an sich und zieht nun gemeinsam mit dem Tier auf die Wanderung von Nahrungsplatz zu Nahrungsplatz, von Weide zu Weide. Die Herde bedeutet eine Erhöhung der Nahrungssicherheit und der Nahrungsquantität — das heisst des Lebensstandards.

Die Herde macht den Menschen zwar noch nicht vollkommen sesshaft, bindet ihn aber schon für eine etwas längere Dauer an einen bestimmt qualifizierten Wohnsitz. Die relativ grössere Sesshaftigkeit des Hirtennomaden fördert sämtliche

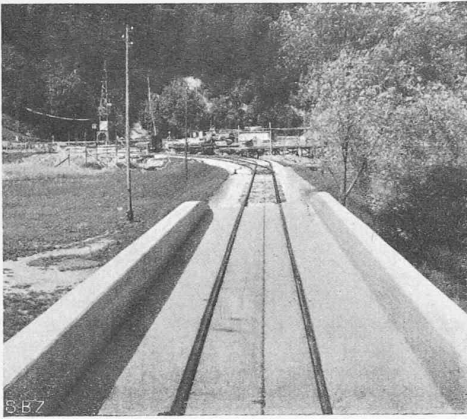


Abb. 17. Einbetoniertes Normalspurgeleise.

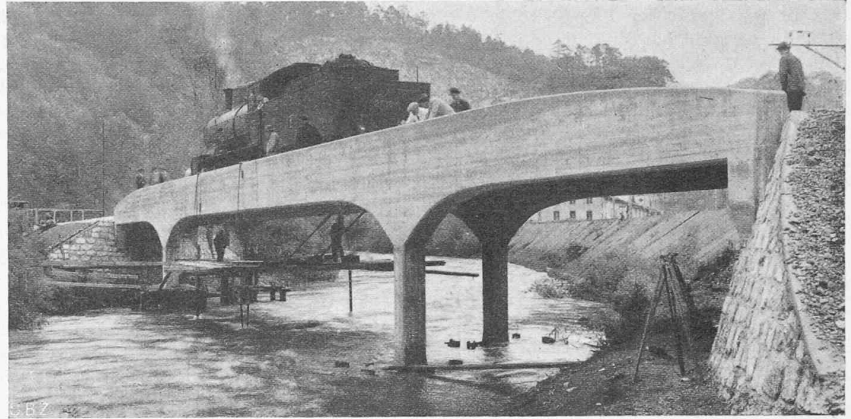


Abb. 18. Belastungsprobe der Birsbrücke Liesberg mit einer 112 t-Lokomotive der SBB.

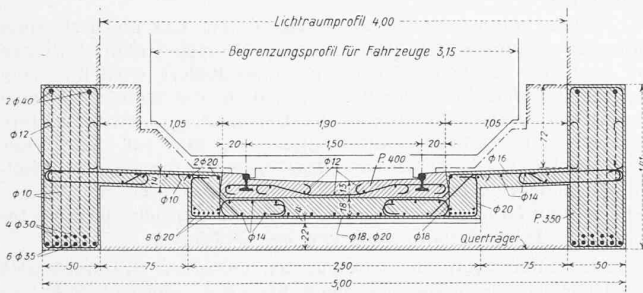


Abb. 16. Querschnitt der Birsbrücke bei Liesberg. — Masstab 1 : 60.

Handwerke, denn da der Mensch durch die Herde unbeweglicher geworden ist, steht auch eine Vermehrung seiner Gegenstandsgüter nicht mehr im Widerspruch zur Art seiner Nahrungsbeschaffung — im Gegenteil: die verbesserte Nahrungsbeschaffung ermöglicht nicht nur, sie verlangt sogar eine *Verbesserung in der Befriedigung aller übrigen Bedürfnisse*.

Der höhere Anspruch an Qualität und Quantität der handwerklichen Produkte setzt eine Verbesserung des Handwerks voraus. Ueber diesen generellen Satz hinaus ganz konkret zu sagen, welche technischen Verbesserungen des Werkzeugs nun dem Uebergang vom Jagdnomadentum zum Hirtennomadentum angehören, ist angesichts der komplizierten Einflussverhältnisse von entwickelteren auf primitivere Völkern schwer zu entscheiden. Sehr wahrscheinlich gehört dieser Stufe die Ausbildung des Zeltens an, und mit dem Zelt eines der charakteristischsten Produkte des Hirtennomadentums: des Teppichs. Der Teppich seinerseits setzt die Erfindung des primitivsten Webstuhls (noch ohne mechanische Fachbildung) voraus. Ferner verlangt die mit der Viehhaltung verbundene Milchwirtschaft eine Verbesserung der Gefässe. Also liegt es nahe, dieser Stufe die Erfindung der Töpferscheibe zuzusprechen. Es genügt jedoch, hier ganz generell die *Verfeinerung des Handwerks als Folge einer verbesserten Methode der Nahrungsbeschaffung* festzustellen.

Eine Reihe weiterer wichtiger Folgen des Ueberganges zum Hirtennomadentum lässt sich jedoch sehr eindeutig diesem Uebergang zuordnen.

Das wilde Tier gehört dem Menschen erst dann, wenn es erlegt ist, d. h. in einem Zustand, in dem es möglichst sofort konsumiert werden muss — woraus das Sprichwort entstanden ist, man solle das Fell des Bären erst verteilen, wenn man den Bären erlegt hat. *Das Herdentier* gehört dem Menschen schon bei Lebzeiten, von Geburt an. *Es ist Nahrung auf Vorrat*. Durch den *Viehbesitz* erfährt der Besitz des Menschen auf der Stufe des Hirtennomadentums eine ganz gewaltige Steigerung. Und wie wir sahen, wird sein Besitz nicht nur durch die Herden vermehrt, sondern auch durch die allgemeine Hebung der Kultur, welche die Verbesserung der Nahrungsbeschaffung zur natürlichen Folge hat.

Mit dem Besitz nimmt aber auch dessen Gefährdung und damit die Notwendigkeit eines verstärkten Schutzes zu. Der Jäger nomade hatte über sein Leben und das Leben der Horde hinaus nicht viel zu verlieren — also auch nicht viel zu verteidigen gegen Angriffe von feindlichen Stämmen. Die unbeweglichere, fluchtunfähigere Herde und die vermehrten Kulturgüter machen einen *kriegerischen Angriff lohnender und leichter*, die

Abwehr dringlicher und schwieriger. Dadurch bekommt *der Mann als Krieger eine erhöhte Wichtigkeit*. Und zugleich müssen die Waffen, sowohl die Verteidigungs- wie die Angriffswaffen, verbessert werden.

Auf der anderen Seite verlangt die Herde aber auch ein ungleich grösseres *Mass von friedlicher Arbeit*. Dazu kommt die vermehrte handwerkliche Arbeit, welche die Folge der gehobenen Lebensansprüche der Hirtennomaden ist.

Dies beides führt zu einer *Arbeitsteilung in Kriegshandwerk einerseits und Viehhaltung und friedliches Handwerk andererseits*. Diese Arbeitsteilung hat sich allerdings nur dort vollzogen, wo die geographischen und klimatischen Bedingungen der Bildung von grossen Herden günstig waren. In kleineren Verhältnissen blieben Kriegshandwerk und friedliches Handwerk je nach Notwendigkeit alternierend in der gleichen Hand.

Wo Herdengrossbesitz zur genannten Arbeitsteilung führte, hat sich eine wichtige Entwicklung auf dem Gebiet des Werkzeugs vollzogen: die *Scheidung in Waffe und Werkzeug*, d. h. die Herausbildung eines Werkzeugs, das nur zum Töten von Menschen geeignet und damit hierfür besser geeignet ist, und eines Werkzeugs, das nur zur Bearbeitung von Holz, Leder usw. geeignet und damit hierfür besser geeignet ist.

Die Scheidung des Werkzeugs in Waffe und Werkzeug ist begleitet von einer Scheidung der Träger des Werkzeugs: der *Scheidung in Waffentragende und Werkzeugtragende*, d. h. in Krieger einerseits und Viehwärter und Handwerker andererseits.

Der Waffentragende ist dem Werkzeugtragenden, der Krieger dem Viehhüter und dem Handwerker aus drei Gründen überlegen: 1. Der Schutz der Herde, der Weidplätze und der Zeltlager vor feindlichen Angriffen durch Mensch und Tier ist die lebenswichtigere Funktion. 2. Im Krieg gegen fremde Stämme kann der Hirtennomadenkrieger nun nicht mehr nur Waffen und Weiber erobern wie der Jäger nomade, der deswegen die besiegten Feinde tötete und ihre Köpfe als Jagdtrophäen heimbrachte, sondern ausser den Waffen und den Weibern: Vieh und Kleinbesitz, und vor allem Gefangene. Die Gefangenen sind eine willkommene Vermehrung der Arbeitskräfte für die Viehhaltung und das Handwerk. Darum wird jetzt höchstens noch der Kopf des Häuptlings als Siegestrophäe heimgebracht, die übrigen Krieger aber als Arbeitssklaven. Die im Krieg erkämpften Sklaven sind der selbstverständliche Besitz der waffentragenden Krieger. 3. Die Waffe gibt auch innerhalb des Stammes ihrem Träger eine Ueberlegenheit über die Viehwartenden und die Werkzeugtragenden.

So bilden sich auf der Stufe des Hirtennomadentums zum erstenmal innerhalb des Stammes zwei Gesellschaftsschichten: die waffentragenden, herdenbesitzenden, sklavenbesitzenden, weiberbesitzenden, nichtproduzierenden Krieger, und die produzierenden Hirtenklaven und Handwerker mit keinem oder geringerem Besitz an Waffen, Vieh und Weibern. Auf der Stufe des Jagdnomadentums waren noch alle Menschen innerhalb des Stammes gleich: jeder besass seine Waffe — das wenige Uebrige war Gemeinbesitz. Dort allerdings, wo der Herdenbesitz relativ klein war, blieb auch die Herde Gemeinbesitz und blieb deren militärischer Schutz Sache aller wehrfähigen Hirten. *Der Uebergang von der individuellen Arbeitsteilung, wie wir sie schon beim Jagdnomadentum fanden, zur gesellschaftlichen Arbeitsteilung, d. h. zur Entstehung einer besitzenden und einer besitzlosen Gesellschaftsschicht — dieser Uebergang ist also ein Zeichen grösseren Reichtums, ein Zeichen höherer, fortgeschrittener Kultur*.