

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 85 (1967)  
**Heft:** 25

**Artikel:** Die Aarebrücke von Wangen  
**Autor:** Meyer-Usteri, Konrad P.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-69480>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

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

## Die Aarebrücke von Wangen

Von Konrad P. Meyer-Usteri, Obering. des IV. Kreises, Burgdorf

DK 624.21:691.11:93

### Denkmal und Verkehrsträger

*Schluss von H. 23, S. 417*

#### Historisches

Als Quellen der Brückengeschichte sind verschiedene Urkunden zu nennen, vor allem jedoch die Säckelmeisterrechnungen der Stadt Bern und die Rechnungsbücher der Landvögte (Staatsarchiv Bern), in verdankenswerter Weise zusammengestellt von Karl H. Flatt, Wangen. Daraus einige Daten:

- 1367 7. Sept. Erste Erwähnung einer Aarebrücke in einer Urkunde des Grafen Rudolf IV. von Neuenburg-Nidau.
- 1408 Nach dem Übergang Wangens an Bern wird der erste bernische Landvogt verpflichtet, das Schloss auszubauen, die Stadt neu zu befestigen und eine neue Aarebrücke zu errichten.
- 1465–75 Neue Brücke zu Wangen, Letzinen u.a. für insgesamt 5000 Pfund.

Der «Brücken-Neubau» von 1549 dauerte bis 1559 und kostete rd. 3000 Pfund. Die Hochwasserschäden erforderten in den Jahren 1575–77 nochmals gegen 5000 Pfund, so dass wahrscheinlich die Brücke von Wangen innert kurzer Zeit zweimal erstellt wurde. Fahrbahn- und Dachkonstruktion stimmen gut mit den drei andern, ebenfalls aus dem 16. Jahrhundert stammenden Berner Holzbrücken überein. Der einzige heute noch vorhandene Steinpfeiler (neben dem zum Widerlager



Bild 20. Wangen (1549–52): Widerlager Wangen, Steinpfeiler, drei Betonpfeiler (1967), dazwischen Oeffnungen V—I

gewordenen auf Seite Wangen) trägt eine Jahreszahl, vermutlich «1552».

Gegen 100 Daten in 500 Jahren lassen erkennen, wie häufig Unterhaltsarbeiten an der Brücke nötig waren. Vor allem die Joche waren durch Hochwasser und Eisgang gefährdet; die Geschichte weiss auch von

Pfeilerbeschädigungen durch die Schiffahrt zu berichten. Fäulnis bedrohte die meist eichenen Holzjoche im Schwankungsbereiche des Wasserspiegels. Im Jahre 1934 versetzte Kantholz-Joche zeigten 1967 bereits Querschnittsschwächungen. Mühe bereitete zu allen Zeiten das Finden von 40–50 m langen Tannen mit 120 cm Stockdurchmesser zur Gewinnung von 50 × 50 cm messenden Längsbalken. 1967 konnten solche noch im Dürsrüti-Wald ob Langnau gefällt werden. Mindestens ein Drittel aller noch eingebauten Längsbalken sind nicht gesägt, sondern mit dem Beil behauen (Renovation 1759/61). Acht (von total 30) derartigen Balken wurden 1934 und 1967 ersetzt. Die ältesten Konstruktionselemente stellen die eichenen Dachbinderposten dar. Über die Kolkwirkungen, welche die häufigen Arbeiten an den Steinpfeilern bedingten, wurde im Abschnitt «Balkenbrücken» des ersten Kapitels berichtet.

#### Sprengwerkneinbau 1934

Mit je zwei Brunnencaissons unter den Jochen 1 und 3 sowie einem Fachwerk aus Winkeleisen wurde 1882 eine Pfeilersanierung vorgenommen. Die Eisenkonstruktion erwies sich jedoch bald als zu schwach. In den dreissiger Jahren reifte die Absicht, einerseits die ständigen Unterhaltsarbeiten zu eliminieren, anderseits die Tragfähigkeit den damals massgebenden 16-t-Lastwagen anzupassen. Der Ersatz der vier tannenen Fahrbahnbalken durch fünf I-Stahlträger bei Erhaltung der Dachkonstruktion samt Hängewerken sowie Jochen in Eisenbeton auf Pfahlung wurde damals zu 130000 Fr. veranschlagt. Auf Wunsch eines Teiles der Wangener Bürger

Bild 28. Oeffnungen V—I unterwasselseits. Bei den Betonpfeilern sind noch die provisorischen Abstützungen vorhanden. Der zukünftige Stauspiegel wird bei UK der Konsolen liegen  
(Photo G. Bachmann, Bern)



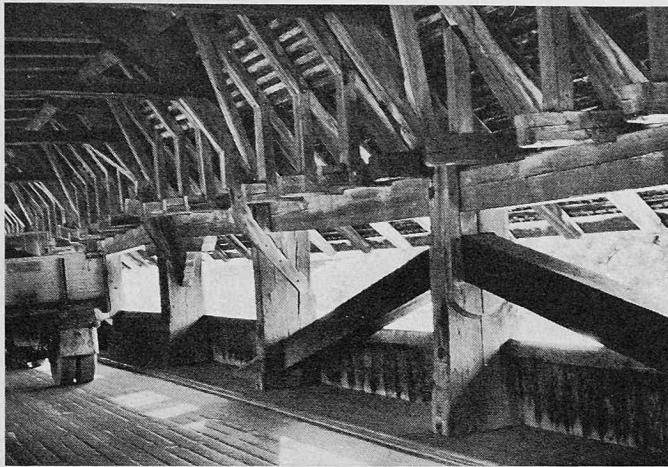


Bild 21. Dachbinder, vorne rechts der zugehörige Eichenpfosten, gegen 400jährig. Hängewerk in Oeffnung IV, starke Senkung der Dachpfetten erkennbar auf Joch 4 (rechts neben Lastwagen)

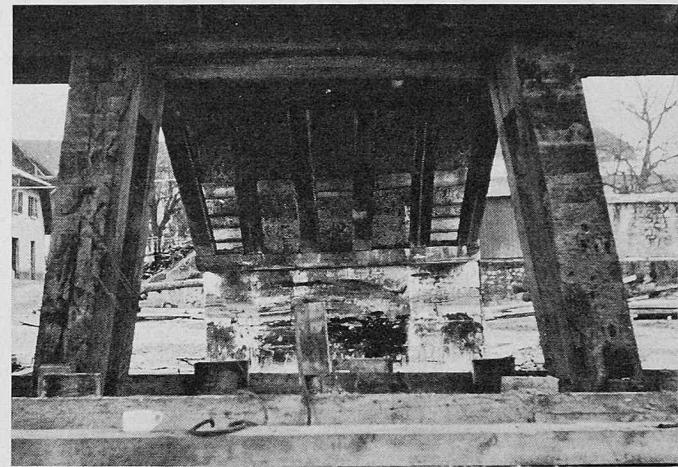


Bild 22. Durchblick durch das 1934 erstellte, eichene Joch 3 auf den talwärts geneigten Steinpfeiler. Am unteren Bildrand bereits die Pfeilerschalung

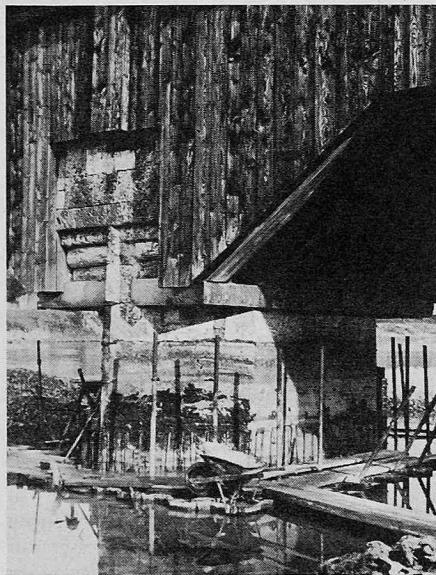


Bild 23. Steinpfeiler von 1552. Injektionsrohre, der Larssenkranz ist noch knapp über dem Wasserspiegel sichtbar

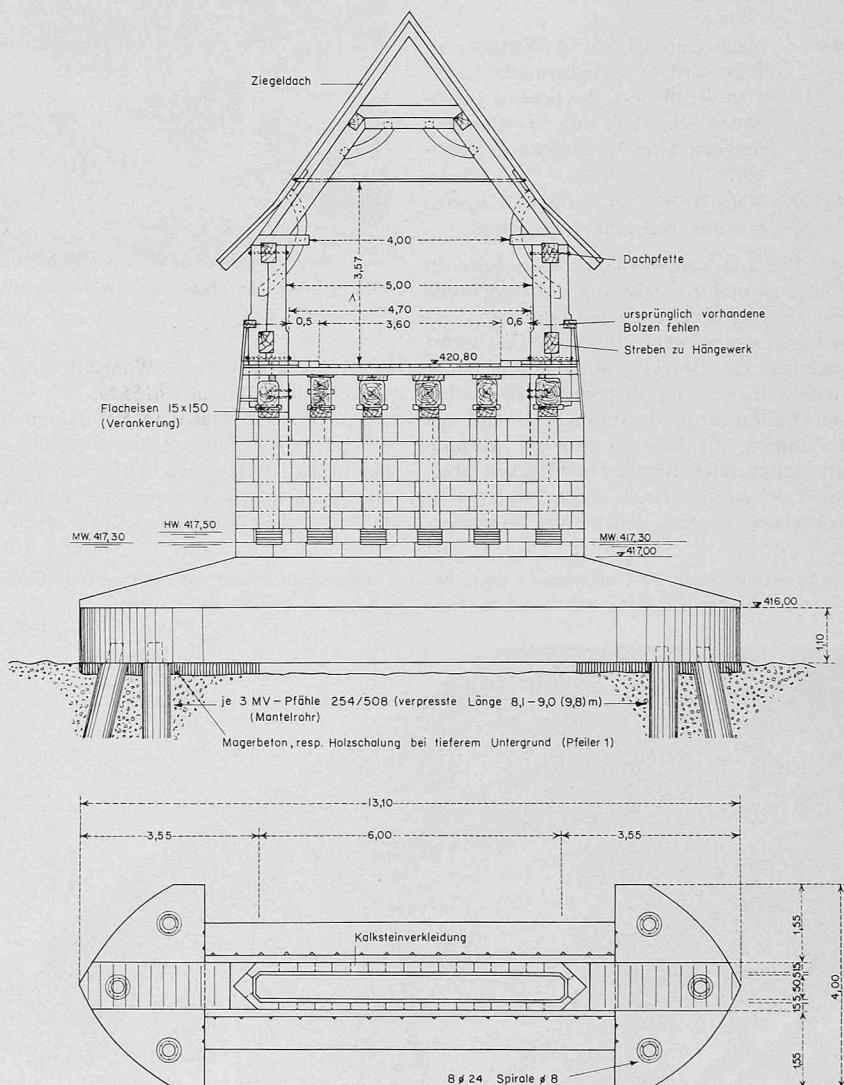
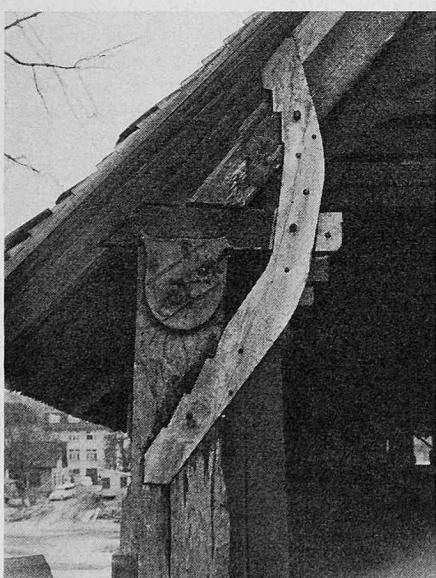


Bild 17. Wangen; Brückenquerschnitt 1:150: MV-Pfähle und natursteinverkleidete Stahlbetonpfeiler (von 1967) mit Grundriss der Pfahlkopfplatte 1:150



Links:

Bild 24. Portal gegen Wiedlisbach. Aus einem von Natur gekrümmten Eichenstamm herausgeschnitten Büge (1967)  
(Photo G. Bachmann, Bern)

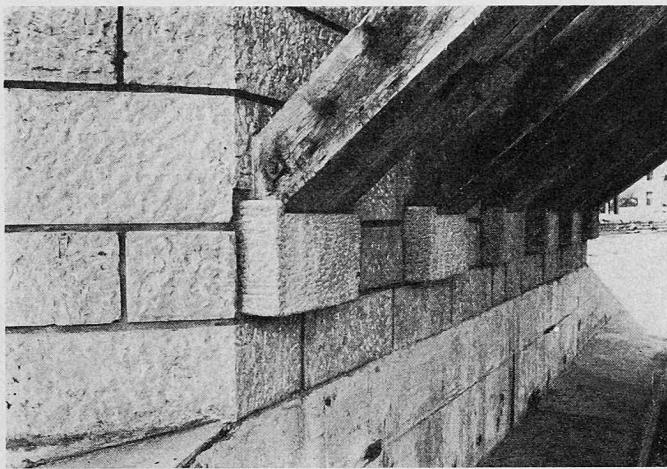


Bild 25. Pfeiler 3. Verkleidung in Solothurner Kalkstein. Die Konsolen bestehen aus gestocktem Stahlbeton

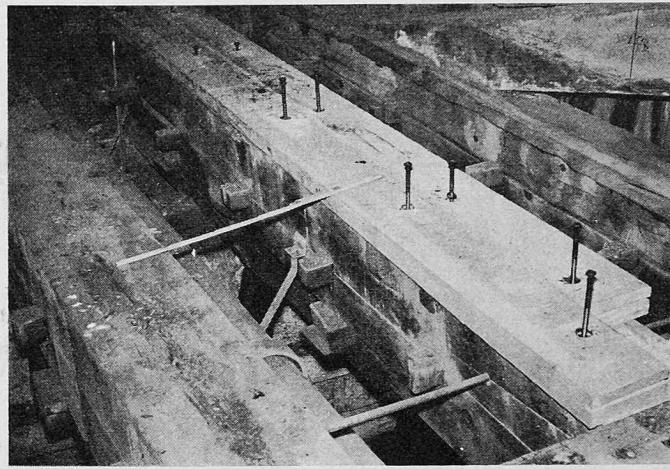


Bild 27. Öffnung IV. Einbau der eichenen Schiffung auf drei doppelt verdübelten, 1934 eingebauten Längsbalken 1–3. Oben rechts Versatz der Hängewerkstrebe im Längsbalken 1

wurde auch ein Projekt für eine neue Brücke ausgearbeitet, dessen Kosten zu 270000 Fr. ermittelt wurden (inkl. Joche rund 500 Fr./m<sup>2</sup>). Die Intervention des damaligen bernischen Baudirektors Dr. Bösiger führte zur Erneuerung der drei Pfeiler durch eichene Kantholzjoche und vor allem zum Einbau eines Sprengwerkes samt mit den Längsbalken verdübelten Riegeln. Es waren folgende Bedingungen einzuhalten:

1. Durchführung der Bauarbeiten ohne Absperrung der Brücke

2. Restlose Erhaltung des Charakters der Holzbrücke
3. Erhöhung der Tragfähigkeit der Brücke entsprechend den damaligen Verkehrsverordnungen
4. Möglichst geringe Baukosten

Die von Locher und Cie. AG in Zürich projektierte und ausgeführte Brückenverstärkung ist nicht allein der hölzernen Brückekonstruktion angepasst; sie bedeutet auch eine ganz wesentliche Verstärkung der Tragkonstruktion. Die Spannweiten der Längs-

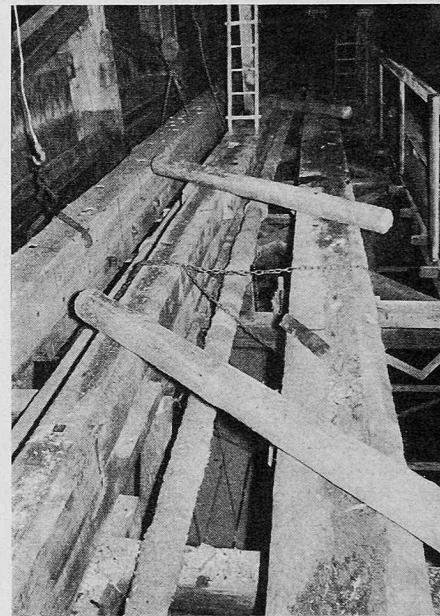


Bild 26. Öffnung I. Balken 2 von rd. 2,6 t, mit einfachen Mitteln eingebaut. Balken 3 und 4, von oben her morsch auf der ganzen Länge (rechts im Bilde)

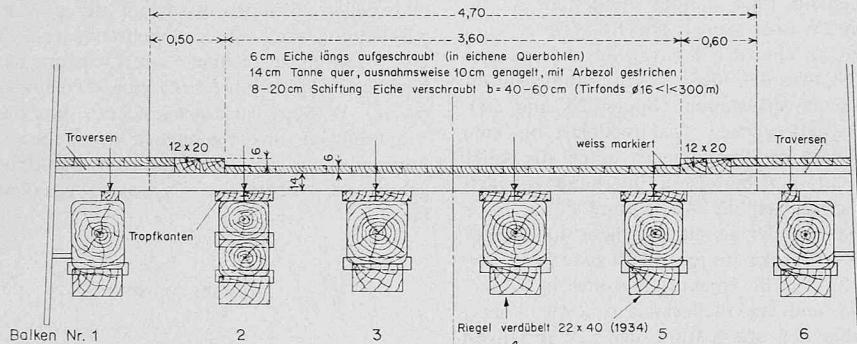


Bild 19. Wangen: Querschnitt 1:60 von Tragkonstruktion (Längsbalken) und Fahrbahn

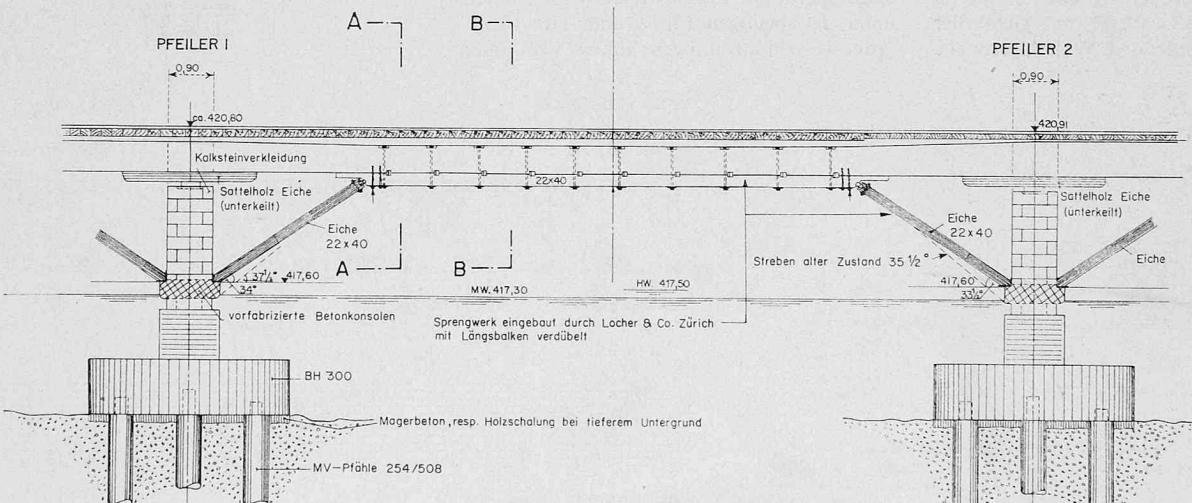


Bild 18. Wangen: Längsschnitt 1:150 durch Fahrbahn-Längsbalken verdübelt mit Riegel des Sprengwerkes; Querböhlen und Fahrbahnbelag

balken wurden auf weniger als  $\frac{2}{3}$  reduziert und deren Widerstandsmoment ungefähr verdoppelt. Die Verbindungen der Strebenköpfe durch Stahlplatten mit den Riegeln, die Eichenkeile, eichene Keildübel und zugehörige Verschraubung haben sich bewährt. Zu erwähnen sind höchstens die bis zu 16 cm (1/100) betragenden ständigen Durchbiegungen in Feldmitte der 1934 neu eingebauten verdübelten Balken. Offenbar ließen sich keine solchen von mindestens  $45 \times 50$  cm Querschnitt finden, so dass zwei Stücke von je  $40 \times 30$  cm verdübelt wurden. Der Betonkranz am Steinpfeiler dient als Auflager für die eichenen Sprengwerkstreben. Leider verdeckt er zum Teil die profilierte Verjüngung des Pfeilers zum hydraulisch bedingten Keilprofil, doch wird der bevorstehende Einstau bis gegen 20 cm an dessen Oberkante heranreichen.

#### Dauerhaftigkeit von hölzernen Brücken

Am Vorabend des 1. Augustes 1947 ist die Zollbrücke im Emmental abgebrannt, und zwar kurz nach der Renovation. Sie scheint im «Heuet» voll von Staub gewesen zu sein und stand fast explosionsartig in kurzer Zeit in hellen Flammen. Ein sicheres Schutzmittel gegen die Entflammbarkeit – mit Beständigkeit, wenn der feuchten Aussenluft ausgesetzt – an Ort und Stelle anzuspritzen, scheint nicht zu existieren. Periodisches Reinigen der Brücke, insbesondere des Dachstuhles, durch Wasser, in Wangen in anerkennenswerter Weise durch die Feuerwehr übernommen, gibt eine gewisse Sicherheit gegen solche Staubbrände.

Auf die mögliche Zerstörung durch Wind wurde im Abschnitt «Balkenbrücken» bereits hingewiesen. Es bleibt noch nachzuzeigen, dass nach SIA-Norm 160 die Windlast  $1,5 \text{ t/m}^2$ , das Eigengewicht rund  $4,0 \text{ t/m}^2$  beträgt. Die 1967 angebrachte Befestigung zeigt Bild 17. Diese soll vor allem verhindern, dass sich die auf den Pfeilern blass unterteilten eichenen Sattelhölzer, auf welchen die Längsbalken aufliegen, unter dem Einfluss der Verkehrserschütterungen verschieben.

Der sorgfältige Unterhalt von Dach und Seitenverschalung ist ein wesentliches Erfordernis zur Erhaltung von Holzbrücken. Offerten dieses Jahres für diverse Objekte im Emmental ergaben  $30 \text{ Fr./m}^2$  Dach. 1961 kostete eine Neubedachung aus Eternit für die Schüpbachbrücke  $22 \text{ Fr./m}^2$ . Gefährlich wird meist das über den Widerlagern ein-

dringende Wasser, welches die Fäulnis von den stark gefährdeten Stirnseiten her in die Längsträger hineintreibt. Nicht zu verhindern ist aber, dass Regenwasser und Schnee, durch Fahrzeuge in die Brücken hineingetragen, die Fahrbahn durchfeuchten. Daher müssen in mittleren Intervallen von acht Jahren die eichenen Längsbeläge vollständig ersetzt und die tannenen Querbälge teilweise erneuert werden. Dies kostet beim gegenwärtigen Preisstand  $90-200 \text{ Fr. pro m}^2$  Fahrbahnfläche, je nach Konstruktion. Als Gleitschutz wird der eichene Längsbelag geteert. Die Steifigkeit der Fahrbahnen ist aber derart, dass nur  $6-10 \text{ cm}$  starke, bituminöse Tragschichten oder Beläge eine gewisse Garantie für völlige Wasserdichtigkeit bieten würden. Diesbezügliche Versuche wurden noch keine unternommen. Bei der Wangenbrücke fehlt dazu die genügende lichte Höhe unter den Zugstangen. Wesentlich ist nicht nur eine gute Steifigkeit der Haupttragkonstruktion, sondern auch der Fahrbahn. Geringe Durchbiegungen der Konstruktionsteile bieten Gewähr, dass sich die Verbindungen unter den starken Wechselbeanspruchungen nicht bald lockern. Eichenholz findet dabei dank seiner Härte willkommene Anwendung, insbesondere für die  $6 \text{ cm}$  starken Längsbeläge unter der Teerung sowie für die Querböhlen, an welchen der Längsbelag befestigt ist.

#### Neue Pfeiler und Fahrbahnverstärkung im Jahre 1967

Der Neubau des Kraftwerkes Bannwil wird in Wangen den Aarespiegel auf Kote 417,30 für Mittelwasser heben. Die im Winter bisher trockenen Fusses zugänglichen Joche werden ab 1968 ständig mindestens 3,0 m tief im Wasser stehen. Die BKW übernahm daher als eine der Konzessionsbedingungen den Neubau der Joche 1-3 in Stahlbeton mit Natursteinverkleidung (Bilder 25 und 28). Nach anfänglichen Diskussionen, ob eine Erhaltung des Steinpfeilers, unten aus Kalk, oben aus Tuff bestehend, überhaupt möglich sei, setzte sich die Auffassung durch, dass der Steinpfeiler als ältester, über 400jähriger Teil der Brücke auf jeden Fall zu erhalten sei. Bild 23 zeigt die Injektionsarbeiten im Untergrund und im Pfeilerinnern sowie knapp sichtbar den oberen Rand der  $5,75 \text{ m}$  langen Spundwand. Zwischen diesen Larssen II in und dem Steinpfeiler wurde ein Betonkranz eingebracht. Die Larssen reichen rund  $3,5 \text{ m}$  unter den heutigen Flussgrund. Der Flussgrund besteht aus tonigem Silt mit Kies unter

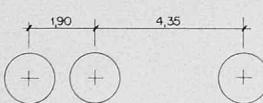
einer Decke wechselnder Mächtigkeit von Kiessand. Eine Kontrollbohrung im kommenden Spätherbst wird über die Qualität der Injektionen in Pfeiler und Untergrund Aufschluss geben.

Ausserhalb der alten Joche, unter welchen neben Brunnencaissons seit Jahrhundernten Pfähle geschlagen wurden, konnten ohne Schwierigkeiten ober- und unterstromseits ausserhalb der Holzbrücke für jeden Pfeiler je drei MV-Pfähle gerammt werden. Bei insgesamt 18 Pfählen lohnte sich ein Belastungsversuch über dem Wasser nicht. Vor allem Rammdiagramme, aber auch Injektionsprotokolle gestatteten es, eine etwas weniger dichte Lagerung des Untergrundes festzustellen, was zu einer Verlängerung der Pfähle um  $1 \text{ m}$  führte. Die verpresste Länge schwankt zwischen  $8,1$  und  $9 \text{ m}$  und beginnt  $1,0 \div 1,3 \text{ m}$  unter der Flussohle. Im freien Wasser umgibt ein Mantel von  $\varnothing 508/5 \text{ mm}$  den Pfahl von  $\varnothing 254/7 \text{ mm}$ , welcher auf Mantelrohrlänge mit  $8 \varnothing 24$  armiert ist. Die zulässige Last jedes MV-Pfahles beträgt  $110 \text{ t}$ , denn die Pfeiler sind auf die Lasten gerechnet, welche eine neue Stahlbetonbrücke abgeben würde. (Pfeilerprojekt Emch und Berger.) Für alle vier Pfeiler ergaben sich Gesamtkosten von  $480000 \text{ Fr.}$ , wobei auf die Sanierung des Steinpfeilers rund  $50000 \text{ Fr.}$  weniger als auf jeden der drei Stahlbetonpfeiler (inkl. Verkleidung und Pfählung) entfielen.

Der unmittelbare Nachbarschaft der N 1 (Bern-Zürich) mit Anschluss nördlich der Aare hat zur Folge, dass für Wangen eine nach Süden führende Umfahrung durch den Grossen Rat bereits genehmigt ist. Aus finanziellen Gründen wird mit deren Verwirklichung samt neuer Aarebrücke erst in 10-20 Jahren zu rechnen sein. Dem um die nördliche Stadtzufahrt besorgten Gemeinderat von Wangen wurde zugesichert, dass die Tragfähigkeit für die gesetzlich vorgesehenen Normallasten wie auch die zum Stadtbild gehörende Holzbrücke als solche erhalten bleibt.

SCHLEPPER ATLANTIC ,GR 7' 35t

RADSTAND:



GESAMTGEGEWICHT:

$34,25 \text{ t}$

ACHSDRUCK HINTEN:

$13,28 \text{ t}$

VORN:

$7,8 \text{ t}$

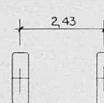
PNEUDRUCK HINTEN:

$4,2 \text{ atm}$

VORN:

$3,5 \text{ atm}$

SPURWEITE:



RADDURCHM. HINTEN:  $1,50 \text{ m}$   
VORN:  $1,30 \text{ m}$   
AUFLAGERFLÄCHEN HINTEN:  $1577 \text{ cm}^2$   
(PRO RAD) VORN:  $115 \text{ cm}^2$

Bild 29a. Belastungsfahrzeug

SEITE WIEDLISBACH

A B C

17,00 15,40 16,00 15,10 17,80

LÄNGSSCHNITT SCHEMATISCH

A B C

⑥ ⑤ ④ ③ ② ①

GRUNDRISS SCHEMATISCH

SEITE WANGEN

D E F

⑥ ⑤ ④ ③ ② ①

Schweizerische Bauzeitung · 85. Jahrgang Heft 25 · 22. Juni 1967

1961 waren im Auftrage der Abteilung für Genie- und Festungswesen Belastungsproben mit einem Belastungsfahrzeug von 10 t Einzelachslast durchgeführt worden. Die Spannungsmessungen mittels Tensometern ergaben für die 10 cm starken tannenen Querbohlen, mittl. Breite 20 cm und  $1,0 \div 1,2$  m Spannweite, bei einer um einen Stoßzuschlag von rund 25% erhöhten Radlast von 5 t Spannungsspitzen von  $116 \text{ kg/cm}^2$  (Mittel  $100 \text{ kg/cm}^2$ ), was eine 16%ige Überschreitung der zulässigen Spannungen bedeutet (zulässige Geschwindigkeit auf Brücke 30 km/h). Die starken Durchbiegungen konnten als Klappern bei der Überfahrt schwerer Lastwagen leicht beobachtet werden. Die gemessenen Spannungen von maximal  $8 \text{ kg/cm}^2$  aus 10 t Achslast in den eichenen Sprengwerkstrebren erreichen bei weitem nicht  $\sigma_{zul} = 55 \text{ kg/cm}^2$ . An verschiedenen Stellen der Querschnitte in Balkenmitten gemessene Spannungen ergaben in der untersten Zugfaser  $\sigma_{max} = 15 \text{ kg/cm}^2$  ohne Stoßzuschlag. Systematisch wurden alle 30 Balken erfasst. Dabei zeigten sich beim Balken 3 in Öffnung I (Seite Wiedlisbach) die grössten Werte. Es handelt sich um einen der beiden 1882 eingesetzten, mit Blockdübeln verbundenen zweiteiligen Balken von blos 30 cm Breite statt der sonst üblichen 40–50 cm. Beide wurden 1967 nicht zuletzt wegen grossen Durchbiegungen in Balkenmitte ersetzt. Die Tensometermessungen an symmetrisch zur Längsachse liegenden Balken streuten ungefähr  $\pm 30\%$ . Im Mittel über alle 5 Öffnungen erreicht in der untersten Zugfaser von Balken 3 und 4  $\sigma_{vork} = 12$  in den Balken 2 und 5  $\sigma_{vork} = 7 \text{ kg/cm}^2$ , bei symmetrischer Stellung der 10-t-Achse in Brückenmitte und 1,60 m Abstand der Radebenen der beiden Zwillingsräder (vgl. Biegelinien in Querrichtung, Bild 29 der Messungen von 1967).

Die durch den Stau verursachte Hebung des Mittelwasserspiegels auf 417,30 bedingte ein Anheben der Strebenfüsse um 20–30 cm. Sie kommen damit 30 cm über den Wasserspiegel zu liegen, was selbst für Eichenholz eine vermehrte Durchfeuchtung mit sich bringen wird. Der Ersatz der Streben frühestens in 30 Jahren wird in Kauf genommen.

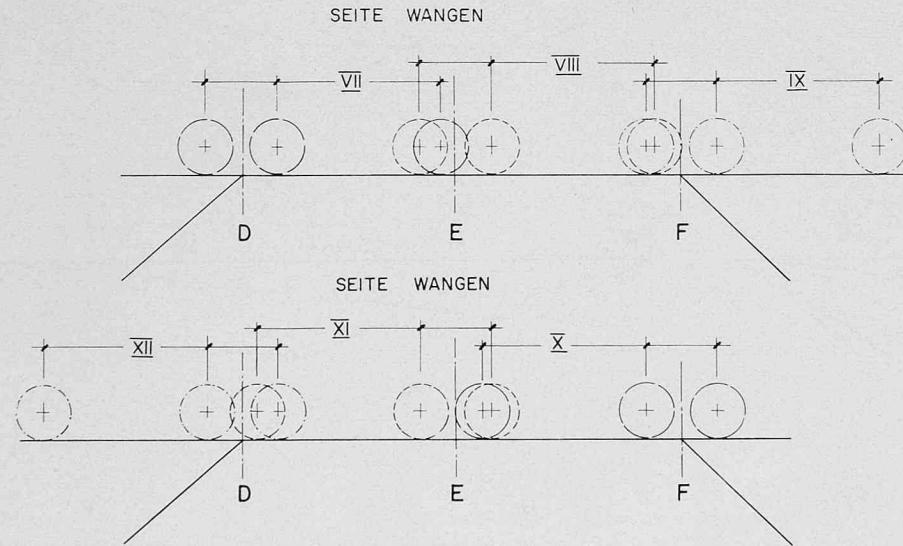


Bild 29c. Laststellungen

Die Bedingungen 2, 3 und 4 von 1934 galten auch für die Renovation 1967. Dazu kamen:

3a. Verstärkung der bei der EMD-Klassierung 1961 als überbelastet erachteten Fahrbahnkonstruktion

5. Schutz der Längsbalken vor Tropfwasser In sechswöchiger Nachtarbeit ersetzte die Zimmereiunternehmung Jörg in Langnau i. E. die 10 cm starken Querbohlen durch solche von 14 cm (Bild 19). Fünf weitere Tage erforderte das Auswechseln der drei Fahrbahnbaulen 2, 3 und 4 in Öffnung I (Bild 26). Die vom Unternehmer vorgeschlagene Eichenschiiftung, durch Federn wasserdicht verbunden und aufgeschraubt, reduziert die Spannweite der Bohlen auf 60%, schützt die Längsbalken vor Tropfwasser und gleicht die ständigen Durchbiegungen der Balken aus (Bild 27). Das Liefern (ab Langnau), das Einbauen der drei neuen sowie das Entfernen der alten Balken kostete 16100 Fr. Die Erneuerung der Fahrbahn inkl. Eichenschiiftung (36000 Fr.) belief sich auf 150000 Fr., umfassend insgesamt  $91,0 \times 6,2 = 565 \text{ m}^2$ , was 300 Fr./m<sup>2</sup> effektiv nutzbare Verkehrsfläche ausmacht.

#### Belastungsversuche

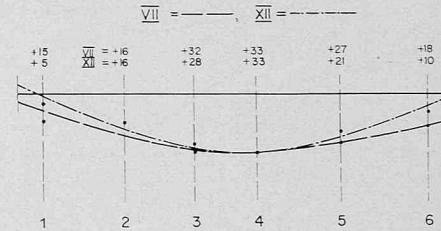
Eine grosse Tragfähigkeitsreserve der Längsbalken wurde bereits durch die Spannungsmessungen 1961 nachgewiesen. Die Hebung der Sprengwerkfüsse um 29 bis 30 cm gab zu Bedenken Anlass hinsichtlich der bei flachen Streben grösseren statischen «Weichheit» der Sprengwerke. Bei der Konstruktion von 1934 waren die Strebenfüsse gegen die nachgiebigen Holzjoche abgestützt. Die neuen Betonpfeiler dagegen geben ein gegenüber vertikalen und vor allem horizontalen Verschiebungen viel starreres Auflager ab.

Die Öffnung V (Seite Wangen) weist mit 17,8 m die grösste Öffnungsweite auf. In Öffnung I (Wiedlisbach) auf Pfeiler 1 waren die Strebenfüsse am tiefsten, denn die Brücke steigt von N nach S um rund 45 cm an. Zur Erreichung möglichst geringer Zielweiten mit dem Nivellierinstrument NK 2 (max. 30 m) eignen sich zudem die beiden Randöffnungen für Belastungsversuche mit Durchbiegungsmessungen gut. Belastungsfahrzeuge, Laststellungen und Messresultate sind in den Bildern 29a–e wiedergegeben.

Massgebend ist für die vorliegende Konstruktion die Doppelachse, welche für die kurzen Spannweiten die grösste Lastkonzentration ergibt. Heute ist in der Verordnung über Strassenverkehrsregeln vom 13. 11. 62, Art. 67, Abs. 3, für Doppelachsen eine Maximallast von 14 t vorgesehen. Eine diesbezügliche Erhöhung um 36% auf 19 t wird angestrebt. Die Belastungsversuche wurden daher durchgeführt mit zwei Schleppern von 20 t resp. 35 t Gesamtgewicht, entsprechend 16 t resp. 26,6 t Doppelachslast. Die maximalen Durchbiegungen für Balken 3 und 4 in Öffnung V, belastet mit 35-t-Schlepper und aus zwei Lastdurchgängen gemittelt, erreichten in Feldmitte 11,4 mm. Bei gleichzeitigen Einsenkungen an den Strebenköpfen von 2,2 mm ergeben sich 9,2 mm Durchbiegung auf 11,70 m oder weniger als 1/1000. Die Messgenauigkeit liegt bei der kleineren Last bei  $\pm 10\%$ , bei der grösseren sogar bei  $\pm 5\%$ . Die konstruierten Querschnittsbiegelinien zeigen die grosse Steifigkeit der Hängewerke (trotz flacher Streben von  $18^\circ$ – $20^\circ$ ). Der Strebenstoss gegen den Eichenposten (Bild 21) und der Versatz (Bild 27, rechts oben) zeigen offenbar keine grosse Nachgiebigkeit. Die Räder des 35-t-Schleppers stehen näher an Balken 2 und 5, aber 3 und 4 weisen

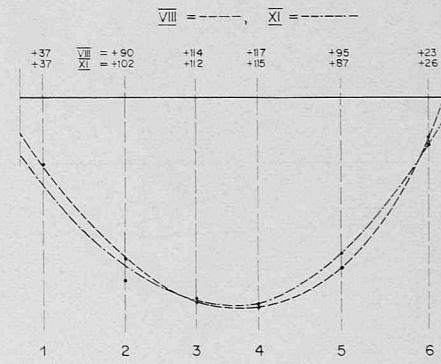
#### D – LINIEN

BEL. FÄLLE VII UND XII



#### E – LINIEN

BEL. FÄLLE VIII UND XI



#### F – LINIEN

BEL. FÄLLE IX UND X

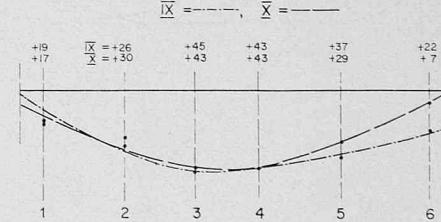


Bild 29e. Biegelinien der Querbohlen in den Messquerschnitten D, E, F, Werte in mm

BEL.FÄLLE VII - IXBEL.FÄLLE X - XIIVII = ———, VIII = - - - , IX = - · -X = ———, XI = - - - , XII = - · -

BEL.FZG : ATLANTIC 35 to

BEL.FZG : ATLANTIC 35 to

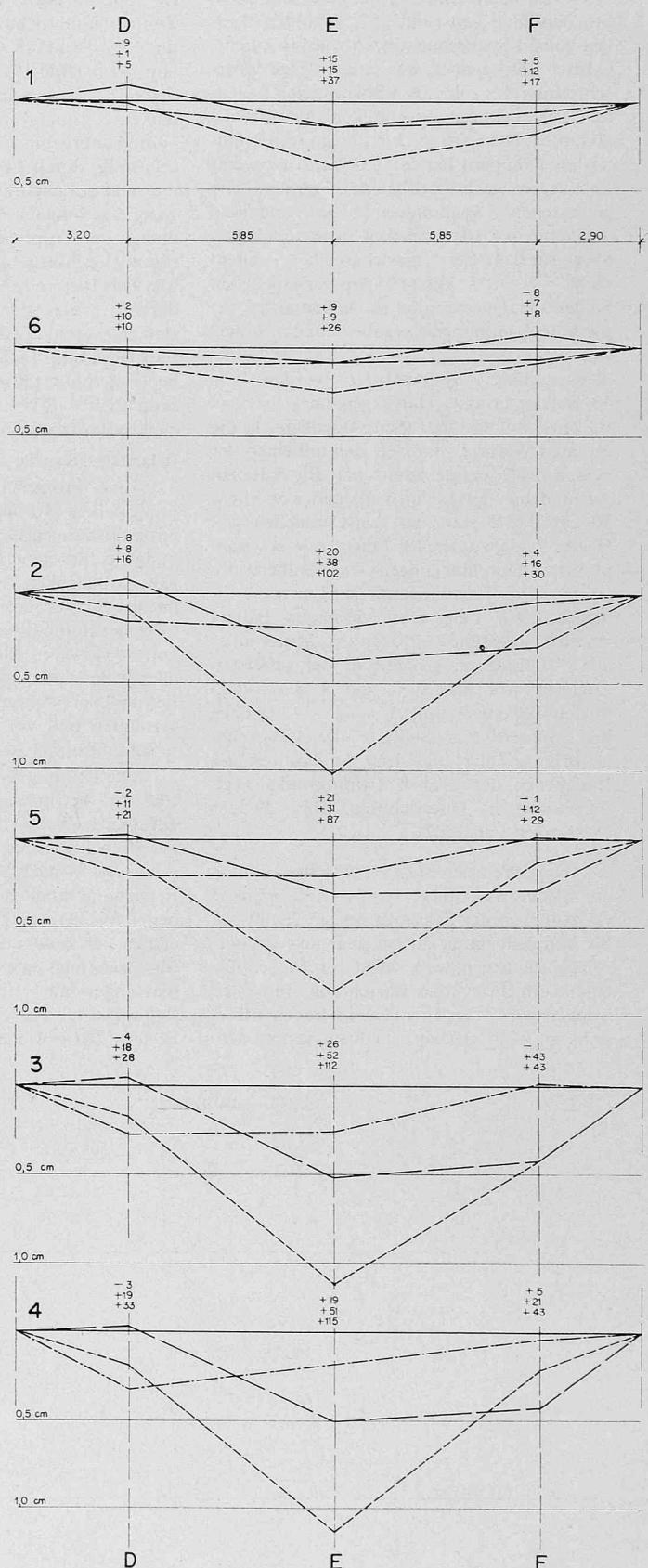
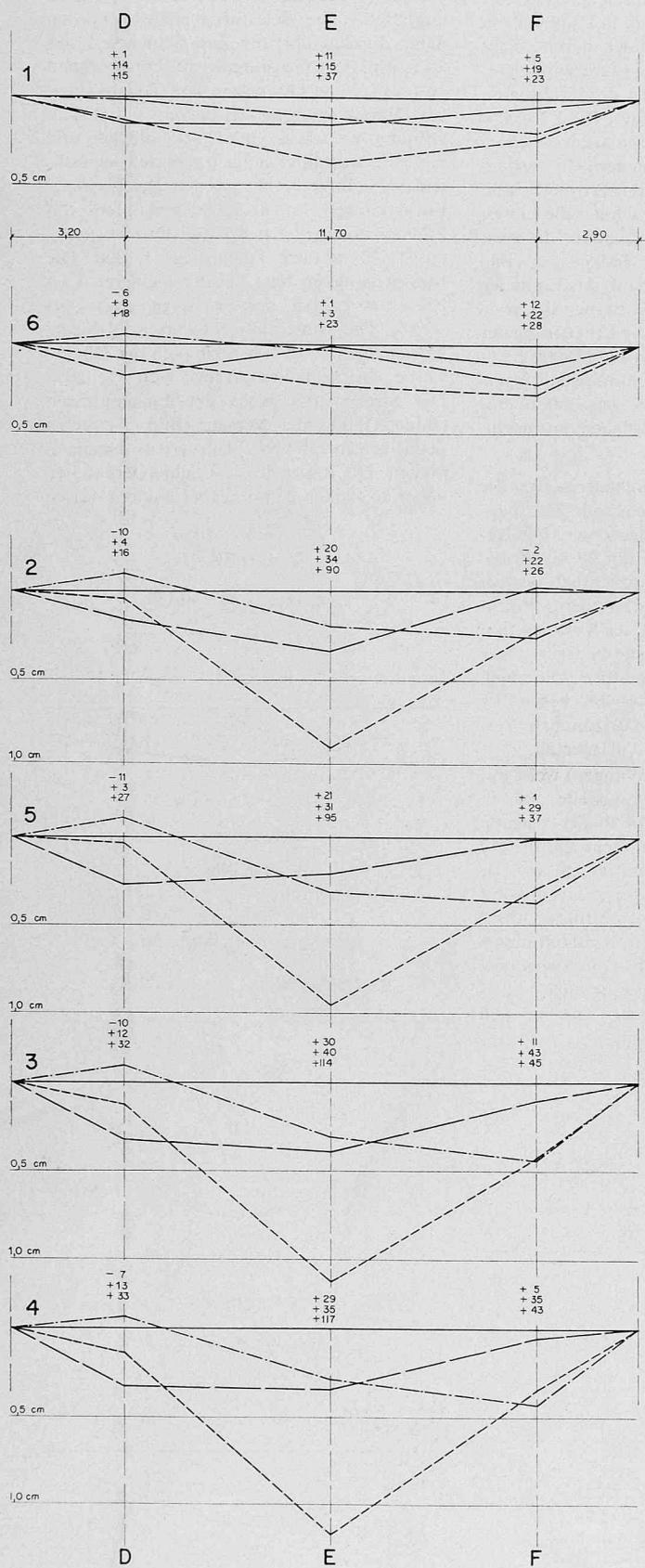


Bild 29d. Durchbiegungen der Balken 1—6 von Öffnung V (Randfeld Wangen) für Belastungsfälle VII bis XII, gemessene Werte in mm

um 2,0 mm grössere Durchbiegungen in Balkenmitte (9,4 gegen 11,4 mm) auf.

Die max. Biegezugspannungen aus Eigen- gewicht liegen unter  $30 \text{ kg/cm}^2$ , die  $\sigma_{bz}$  aus Doppelachslast von 26,6 t (190% der heute zugelassenen) unter  $60 \text{ kg/cm}^2$ . Somit können Stosszuschlag, eventuelle Erhöhung der gesetzlichen Lasten samt Reduktion der zulässigen Spannungen im alten Holz aufgenommen werden. Häufig auftretende Wechselspannungen sollten für Holz die Hälfte der  $\sigma_{zul} = 100 \text{ kg/cm}^2$  nicht überschreiten. Auch diese Bedingung kann annähernd erfüllt werden.

Dem Tiefbauamt des Kantons Aargau

und dem Stadtgenieur von Luzern für die bereitwillige Auskunft und die Zustellung von Unterlagen, vor allem aber den Mitarbeitern des Büro Kreisoberingenieur IV für die tatkräftige Mithilfe, ist der Verfasser zu Dank verpflichtet.

#### Literatur

Dr. J. Brunner, Eidg. Materialprüfungsanstalt: Der Bau von Brücken aus Holz in der Schweiz. EMPA-Diskussionsbericht Nr. 5, S. 2-67, Sept. 1925.

J. Killer: Die Werke der Baumeister Grubenmann. Diss. ETH, Zürich 1942.

Jos. Brunner: Beitrag zur geschichtlichen Ent-

wicklung des Brückenbaues in der Schweiz. Diss. ETH Zürich; Bern 1924.

Dr. Jos. Brunner: Der schweizerische Holzbrückenbau von 1750-1850. SBZ 1921, Bd. 78, S. 139

Jeremias Gotthelf: Die Wassernot im Emmental.

J. Seger: Die Rekonstruktion der Holzbrücke Wangen an der Aare. Sonderdruck aus «Hoch- und Tiefbau», 1934, 22; 1935, 10/11.

W. Laedrach: «Berner Holzbrücken. Berner Heimatbücher Nr. 18.

Adresse des Verfassers: Konrad P. Meyer-Usteri, dipl. Ing. ETH, Dammstrasse 74, 3400 Burgdorf.

## Zur Projektierung der Kälteanlagen in einem Laboratoriumsgebäude

DK 621.565.4

Von H. Gerber, dipl. Ing., Belp und A. Nussbaumer, dipl. Ing., Binningen

### 1. Das Vorgehen im allgemeinen

Am Beispiel eines Laborgebäudes für chemische und biologische Forschung in Basel soll dargelegt werden, wie die Zusammenarbeit zwischen Bauherr und Unternehmer zu einem zweckdienlichen und wirtschaftlichen Projekt geführt hat. Es soll vor allem Art und Wichtigkeit der Arbeiten, die der eigentlichen Ausführung des Projektes vorangehen, gezeigt werden; anschliessend wird das Ausführungsprojekt kurz beschrieben und es werden die dabei getroffenen Entschlüsse begründet. Der grundlegende Entwurf stammt von SIA-Kollege W. Wettstein.

#### 1.1 Pflichtenheft des Bauherrn

Die Erfahrung zeigt, dass ein Ungenügen ausgeführter Installationen oft auf mangelhafte Bearbeitung der Projektgrundlagen zurückgeht. Deshalb ist der sorgfältigen Abklärung der Betriebsbedürfnisse, der gewünschten Betriebssicherheit, der möglichen späteren Erweiterungen und der besonderen Verhältnisse die grösste Aufmerksamkeit beizumessen. Diese Untersuchung ist durch den Bauherrn oder einen mit den Betriebs- und Arbeitsverhältnissen besonders gut vertrauten Fachmann auszuführen. Zweckmässigerweise werden die Ergebnisse in einem Pflichtenheft zusammengefasst. In diesem sollen die Grundlagen für das Projekt gegeben, aber keinesfalls einschränkende Vorschriften erlassen werden, welche die Tätigkeit des Projektverfassers beeinträchtigen.

#### 1.2 Projektvergleich

Da das Pflichtenheft den einzelnen Bewerbern ein gewisses Mass an Freiheit zubilligt, müssen die eingereichten Projekte miteinander verglichen und dazu auf vergleichbare Grundlagen gestellt werden. Die Gesichtspunkte für das Gegenüberstellen der Vor- und Nachteile sind: das Erfüllen der Bedürfnisse, die technische Zweckmässigkeit, die Betriebssicherheit, die Wirtschaftlichkeit der Betriebsführung (Jahreskosten) und die Vertrauenswürdigkeit der ausführenden Firma. Oft stellt sich bei einem solchen Vergleich *ein* Projekt eindeutig als das beste heraus.

#### 1.3 Ausführungsprojekt

Auf Grund der Erkenntnisse, welche der Bauherr beim Durcharbeiten der eingegangenen Projekte gewinnt, sieht er sich häufig veranlasst, das Pflichtenheft zu revidieren. Das Ergebnis dieser Überarbeitung bildet dann die Grundlage für das Ausführungsprojekt und für die Übernahme-Offerte desjenigen Unternehmers, welcher den Auftrag erhält. Die eigentlichen Projektierungsarbeiten sind damit abgeschlossen.

### 2. Das Kälteprogramm

Im neu projektierten Laboratoriumsgebäude für chemische und biologische Forschung waren möglichst zentrale Kälteanlagen zu planen, welche die auf Tabelle 1 zusammengestellten Kühlstellen zu versorgen haben. Die an die Kälteanlagen angeschlossenen Verbraucher weisen unterschiedliche Betriebsarten auf. An die Betriebssicherheiten werden die folgenden Ansprüche gestellt:

#### Gruppe I: Tierhalteräume

Bei Ausfall der Kälteanlagen entstehen erhebliche Verluste, da die Versuchstiere schon bei geringen Temperaturschwankungen von etwa 3 bis 4 °C eingehen können. Hinzu käme der Verlust an der vorangegangenen Forschungsarbeit.

#### Gruppe II: Eiswassernetz für Betriebszwecke

Die Arbeit von etwa 250 Personen ist während der Zeit eines Ausfalls empfindlich gestört; weitere Schäden entstehen nicht.

#### Gruppe III: Kühlabor

Die Arbeit in diesen Räumen wird verunmöglich, primäre Schäden entstehen keine.

#### Gruppe IV: Kühlräume

Solange ein Ausfall nur kurzfristig erfolgt (bis zu 24 Std.) entstehen keine nachteiligen Folgen.

#### Gruppe V: Kühlung der Ventilationszuluft

Der Arbeitskomfort im Gebäude geht zurück. Im Notfall kann auf die Kühlung der Ventilationszuluft überhaupt verzichtet werden.

### 3. Beschreibung des Ausführungsprojektes

Im Schema Bild 1 sind die Gruppen I, II, III und V dargestellt. Bei der Gruppe IV handelt es sich um normale Anlagen kleiner Leistung für Kühlräume mit direkter Verdampfung ohne Besonderheiten, weshalb sie im Bild 1 fehlt. Bei der Projektierung standen folgende drei Gesichtspunkte im Vordergrund:

#### 3.1 Die technisch und wirtschaftlich günstigste Prozessführung

Diese ist durch die Temperatur gegeben, auf der das zu kühlende Medium zu halten ist. Man fasst die Kühlstellen mit angenähert gleichen Temperaturen und ähnlichem Betriebscharakter zu Gruppen zusammen und versorgt sie mit demselben Kälteträger von einer gemeinsamen Kälteerzeugungsanlage aus. Im vorliegenden Fall ergeben sich drei Anlagen, die sich gemäss Tabelle 2 auf die oben genannten Gruppen verteilen.

#### 3.2 Betriebstechnische Rücksichten

Hier sind vor allem die Betriebssicherheit und die Regelmöglichkeit zu nennen. Bei der von der Anlage A bedienten Gruppe sind

Tabelle 1. Hauptdaten der Verbrauchergruppen

Gruppe	I	II	III a	III b	IV	V
Verbraucher	Tier- halte- räume Betrieb	Labors	Kühl- labor	Kühl- labor	Kühl- räume	Klima- anlage
max. Kältebedarf kcal/h	200 000	700 000	100 000	70 000	gering	$1,1 \cdot 10^6$
Kälteträger	Lösung	Lösung	Lösung	Lösung	R 12	Wasser
Konzentration Vol. %	25	25	25	40	—	—
Temperatur °C	-2/+6	-2/+6	-2/+6	-15/-10	—	+8/+16
Verdampfungs- temperatur °C	-8	-8	-8	-20	-3/-17	+2
Betriebsdauer	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Sommer

Tabelle 2. Kälteerzeugungsanlagen

Anlage	A	B	C
Verbrauchergruppe	I, II, IIIa	III b	V
Kälteträgertemperatur	-2/+6	-15/-10	+8/+16