

Die neue Rheinbrücke Stein-Bad Säckingen: Bauausführung

Autor(en): **Oehninger, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **97 (1979)**

Heft 38

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85534>

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.

kehr betragen $18,0 \text{ N/mm}^2$. Die geforderte Bruchsicherheit ist überall gewährleistet.

Die Pfeilerfundationen wurden so bemessen, dass in jedem Fall ausreichende Standsicherheit gegeben ist. Die maximalen zentrischen Bodenpressungen betragen $0,8 \text{ N/mm}^2$, die maximalen Kantenpressungen bei Erdbeben $2,2 \text{ N/mm}^2$.

Die minimale Bruchsicherheit bei Schiffstoss quer zum Flusspfeiler beträgt bei Überlagerung mit Haupt- und Zusatzlasten 1,3.

| | |
|-----------------|----------------------|
| Beton | 5 400 m ³ |
| (davon Überbau) | 2 500 m ³ |
| Armierungsstahl | 5 000 kN |
| Spannstahl | 1 100 kN |

Baustoffverbrauch

| | |
|----------|-----------------------|
| Aushub | 8 500 m ³ |
| Schalung | 17 000 m ² |

Adresse des Verfassers: *W. Hanak*, dipl. Ing. Ingenieurbüro Rothpletz, Lienhard + Cie AG, Schiffländenstr. 35, 5000 Aarau

Bauausführung

Von Hans Oehninger, Aarau

Bauprogramm

- 1977: Baubeginn im März
Erstellen der Installationen, Bau der Widerlager und des ersten Flusspfeilers.
Erstellung des Lehrgerüsts für die 1. Bauetappe.
- 1978: Überbau 1. Etappe
Bau des zweiten Flusspfeilers.
Erstellung des Lehrgerüsts für die 2. Bauetappe.
Überbau 2. Etappe.
Erstellung der Konsolköpfe.
- 1979: Demontage des Lehrgerüsts.
Geländer, Isolation, Belag, Brückenbeleuchtung.
Belastungsprobe.
Einweihung und Inbetriebnahme im September.

Trotz zeitweiliger Arbeitsbehinderung durch ausserordentliche Hochwasser konnte das geplante Bauprogramm genau eingehalten werden. Die Belegschaft betrug im Mittel, ohne Unterakkordanten: 1977: 20 Mann; 1978: 24 Mann; 1979: 9 Mann.

Installationen

Die allgemeinen Anlagen wie Baubüro, Zimmerei, Magazin etc. wurden auf dem zugewiesenen Installationsplatz südlich der Brücke beim Widerlager Schweiz erstellt. Als Hebegerät für den Brückenbau wurde ein schwenkbarer Kabelkran mit einer Tragkraft von 3 t, einer Länge von 340 m und einem Schwenkbereich von total 20 m verwendet. Mit dem Kabelkran konnte die gesamte Brückenfläche bestrichen werden. Für die wasserbaulichen Arbeiten, d. h. für das Rammen der Baugrubenabschlüsse der Pfeilerbaugruben sowie für das Rammen der Pfahljoche des Lehrgerüsts kam eine Schwimmbatterie mit darauf stationiertem Seilbagger zum Einsatz.

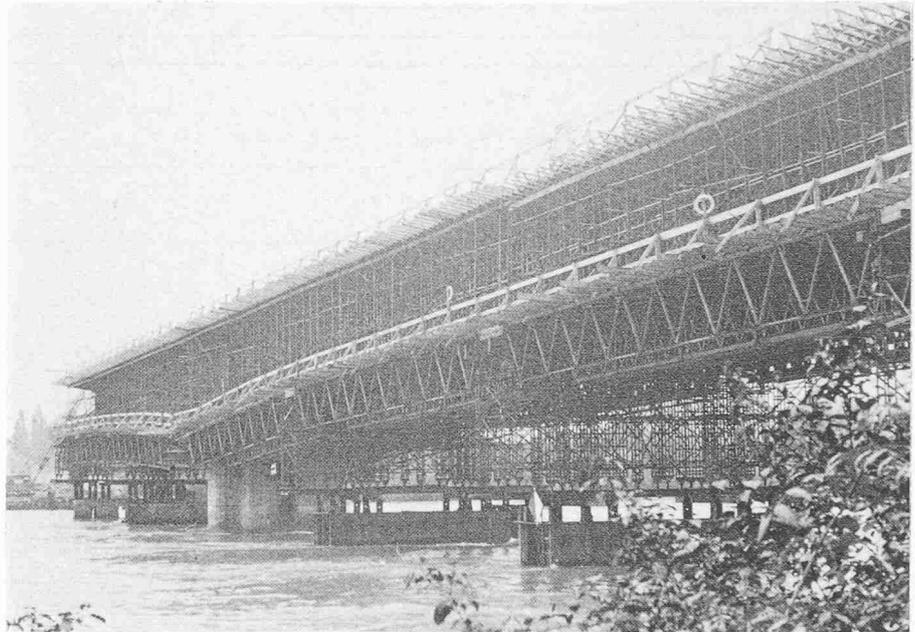


Bild 10. Lehrgerüst des 1. Bauabschnittes

Unterbau

Widerlager

Die beiden flach fundierten Widerlager sind normale Eisenbetonkonstruktionen und boten keine speziellen Probleme. Die beiden freitragenden Spiralarmpen beim Widerlager Schweiz waren schalungsmässig ausserordentlich aufwendig. Zur Abstützung dieser Schalung musste in der steilen Uferböschung ein spezielles Lehrgerüst erstellt werden (Bild 9).

Flusspfeiler

Beide Flusspfeiler wurden in umspundeten Baugruben erstellt. Die Spundwände konnten durch eine zum Teil verkittete 6 m starke Kiesschicht ca. 20 cm in den anstehenden Fels (harter Siltstein) eingerammt werden. Die Spundwandanschlüsse an den Fels erwiesen sich als dicht, der Fels war nicht klüftig und somit ebenfalls dicht. Damit war die Ausführung der Fundation in abgepumpter Baugrube einwandfrei möglich. Die Spriessung der Baugruben musste auf eine maximale Wasserspiegeldifferenz von 14 m dimensioniert werden. Die Höhe zwischen Funda-

ment (Fels) und OK Pfeiler beträgt ca. 19 m

Überbau

Genereller Bauvorgang

Der Brückenüberbau wurde von Süd nach Nord in zwei Hauptabschnitten

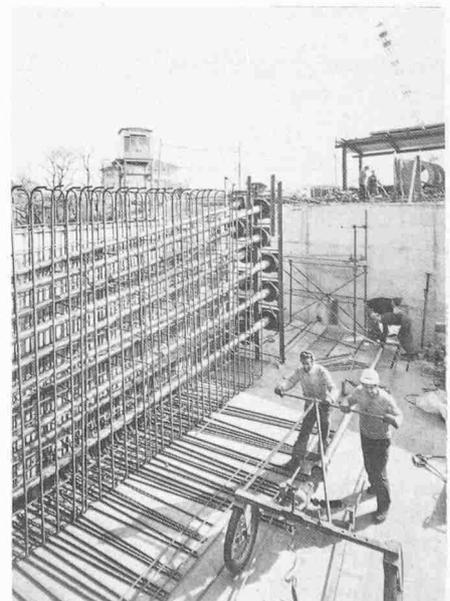


Bild 8. Endverankerung der 4600 kN-Längskabel

erstellt: Abschnitt 1 vom Widerlager Schweiz bis 37 m über den Pfeiler B hinaus mit einer Gesamtlänge von 143 m, Abschnitt 2 bis zum Widerlager D hat somit eine Länge von 101 m.

Die Brücke wurde konventionell, d. h. auf einem Lehrgerüst erstellt. Die ungleichen Spannweiten, sowie die Form der Brücke bewirkten, dass andere, modernere Baumethoden (Freivorbau, Schiebetakt-Verfahren etc.) nicht wirtschaftlich erschienen.

Lehrgerüst

Das Lehrgerüst wurde in Stahl, mit Rüststützen und Rüstträgern, erstellt. Die Foundation im Flussbereich bestand aus Doppeljochen mit bis auf den Fels gerammten Stahlpfählen. Im Bereich des deutschen Ufers konnten zwei Joche flach fundiert werden. Pro Doppeljoch mussten Lasten von 430 bis 490 t aufgenommen werden. Für alle Einbauten im Rhein (Lehrgerüstjoche, Pfeilerbaugruben) musste wegen Rückstau auf das Kraftwerk Säckingen die Bedingung eingehalten werden, wonach die Einengung des Flussprofils nicht mehr als 10 Prozent betragen darf. Aus dieser Bedingung ergaben sich Lehrgerüstspannweiten von 18 bis 20 m (Bild 10).

Betonierung

Etappeneinteilung:

Im Brückenquerschnitt ergaben sich drei Phasen: Trog, Fahrbahnplatte, Konsolköpfe.

In Längsrichtung wurden folgende Betonierabschnitte festgelegt:

Abschnitt I (143 m):

Aufteilung in vier Etappen von 3 mal ca. 40 m und 1 mal 20 m.

Die Fugen wurden über den Lehrgerüststützungen angeordnet, damit die Lehrgerüstdurchbiegung auf die Fugen keinen Einfluss haben.

Abschnitt II: (101 m):

Aufteilung in drei Etappen von ca. 50 m Länge.

Diese Aufteilung ergab Betonkubaturen pro Etappe von 250 bis 350 m³ für den Trog und 180 bis 210 m³ für die Fahrbahnplatte.

Arbeitsvorgang (Bild 11).

Reihenfolge der verschiedenen Arbeiten:

- Etappenweises Betonieren des Troges.
- Aufbringen einer Teil-Vorspannung längs von ca. 10%.
- Etappenweises Betonieren der Fahrbahnplatte.
- Quervorspannung der Fahrbahnplatte (100%) jeweils 2 Wochen nach dem Betonieren.



Bild 9. Einrüstung einer Spiralrampe

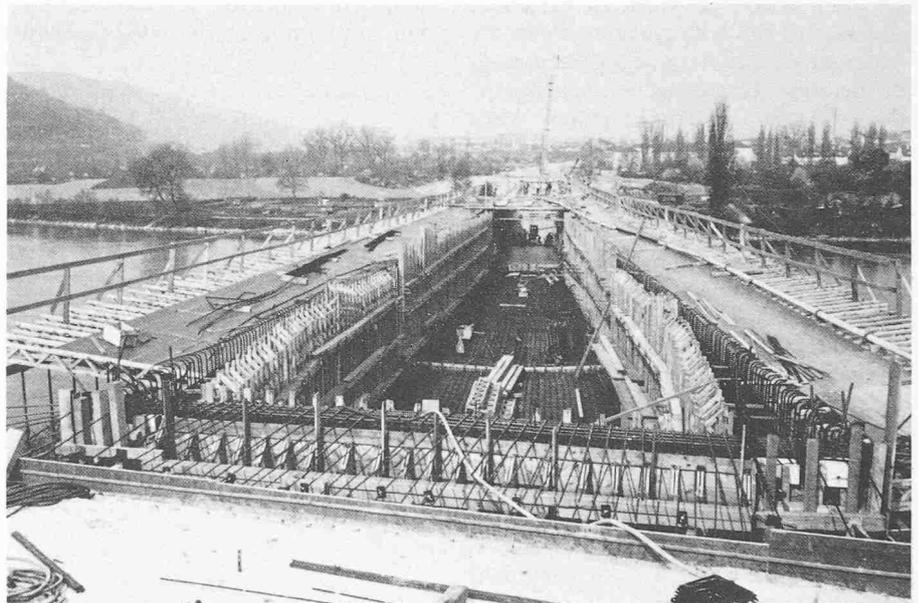


Bild 11. Trog während Schalungs- und Armierungsarbeiten

- Längsvorspannung 80%.
- Absenken des Lehrgerüsts.
- Erstellen der Konsolköpfe.
- Längsvorspannung 100%.
- Injektion der Längs- und Querkabel.

Betonqualität

Für den Brückenüberbau wurden Nenndruckfestigkeiten von 450 kg/cm² gefordert. Diese hohen Festigkeitsanforderungen waren mit dem in der Gegend vorkommenden Kiesmaterial nicht ohne weiteres zu erreichen und führten zu sehr ausgedehnten Voruntersuchungen. Grundversuche mit modifizierter Siebkurve und niedrigem W/Z-Faktor ergaben sehr gute Resultate. Die knappen Betondimensionen und engen Platzverhältnisse bedingten andererseits eine ausgesprochen gute Verarbeitbarkeit des Betons. Diese wurde erreicht durch Zugabe von Plastifizie-

rungsmitteln, ohne Erhöhung des W/Z-Faktors. Der Abbindebeginn des Betons wurde je nach Betonierphase zwischen 8 und 20 Stunden verzögert. Mit genauer Kontrolle des Betons, sowohl im Betonwerk wie auch auf der Baustelle wurde durchwegs sehr gute und gleichmässige Betonqualität erreicht. Der Beton ist auch frostbeständig, im Bereich der Konsolköpfe durch Zugabe von Luftporenbildner auch Frost-Tausalz-beständig.

Spezielle Probleme

Im Bereich der über 6 m hohen Tragwände (d = 46 cm) wurde mit Pumpbeton gearbeitet, wobei der Pumpenschlauch ca. 3 m in die Wand hinuntergeführt wurde, um eine Entmischung des Betons zu verhindern.

Kopplungsfuge zwischen Abschnitt 1 und 2. Um den 37 m langen auskragen-

den Teil des Abschnittes 1 während des Betonierens des Abschnittes 2 festzuhalten wurde folgendes Verfahren angewendet:

Die Bewegungen des Kragarmes infolge Temperaturänderungen wurden län-

gere Zeit beobachtet. In einer Höchstphase des Kragarmes wurden die Keile zwischen Lehrgerüstabstützung und Kragarmende angezogen. Als Sicherheit gegen Bewegungen während dem Betonieren des anschliessenden Teiles wurde der Kragarm mit Hilfe eines auf-

gebrachten Kiesballastes auf dem Lehrgerüst festgehalten.

Adresse des Verfassers: H. Oehninger, dipl. Ing., Bauunternehmung Rothpletz, Lienhard + Cie AG, Schiffländenstr. 35, 5000 Aarau

Vorversuche zur Erreichung der geforderten Betonqualität

Von Heini Gerber, Windisch

Die Forderung des Projektverfassers, im Brückenüberbau eine Nennfestigkeit von 450 kg/cm² zu erreichen, war wegen des in dieser Gegend vorkommenden Kiesmaterials nicht ohne weiteres zu erfüllen. Der Unternehmer sah vor, den Beton ab Werk zu beziehen, sodass sich die Untersuchungen in der ersten Phase auf vier in Frage kommende Betonwerke ausdehnte. Als Bestandsaufnahme wurden in jedem Werk Kiesproben entnommen und die Betonqualität in verschiedenen Dosierungen geprüft. Ein Werk erreichte die verlangten Festigkeiten auf Anhieb. Die weiteren Untersuchungen beschränkten sich in der Folge noch auf zwei Betonwerke, da im Blick auf die grossen Betonetappen ein Reservebetrieb sichergestellt werden musste.

Die Versuche in der zweiten Phase erfolgten mit einer im Feinmaterial abgeänderten Siebkurve, zum Teil unter Beigabe von verschiedenen Betonzusatzmitteln. Es zeigte sich jedoch bald, dass ohne Plastifizierungsmittel die geforderte Festigkeit von 450 kg/cm² nicht garantiert werden konnte. Die unter Laborbedingungen hergestellten Proben der zweiten Phase ergaben - unter Beigabe von Betonzusatzmitteln und einer Dosierung von 325 kg Zement je m³ Beton - durchschnittliche Würfeldruckfestigkeiten von 590 kg/cm² nach 28 Tagen.

Die Ermittlung des E-Moduls sowie des Kriechmasses wurde ebenfalls in die Untersuchungen der zweiten Phase einbezogen. Bei den Vergleichen mit den verschiedenen Zusatzmitteln stellte sich heraus, dass die Proben mit den Produkten der Euco-Bauchemie die besten Resultate erzielten.

Eine letzte Versuchsreihe der zweiten Phase galt der Herstellung von frostbeständigem und frostaussalzbeständigem Beton, innerhalb der geforderten Würfeldruckfestigkeit. Auch diese Untersuchungen verliefen erfolgreich, sodass sich die Bauherrschaft entschliessen konnte, die Fahrbahnplatte mit frostbeständigem und die Konsolköpfe mit frostaussalzbeständigem Beton zu erstellen.

Nachdem die anfänglich zu Recht bestehenden Befürchtungen über die Betonqualität dank der umfangreichen und aufwendigen Untersuchungen beseitigt werden konnten, war der Wunsch des Unternehmers verständlich, den Beton für den Brückenüberbau zu pumpen. Ein entsprechender

Plastizität:

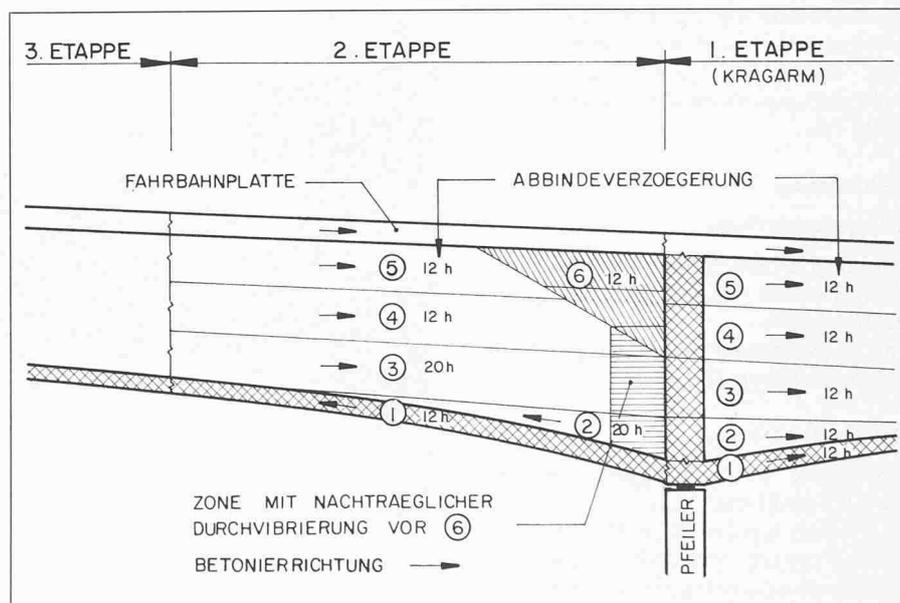
Nach Walz: Trog 1,13-1,15

Platte 1,24-1,29

Wasser/Zementfaktor: 0,48

Prüfungen während dem Betonieren:

Alle Stunden Messung der Plastizität nach Walz und des Luftporenanteils



Betoniervorgang Brückentrog im Bereich des Flusspfeilers

Versuch verlief erfolgreich, sodass schliesslich der Überbau mit einer Leitung von über 150 m Länge gepumpt werden konnte.

Für das Betonieren des 1. Abschnittes wurden auf Grund der Versuche folgende Anordnungen getroffen:

Dosierung:

PC 325 Bw 28 erf. = 450 kg/cm²

Betonzusatzmittel:

- Brückentrog: Eucoplast PS 30 für Abbindeverzögerung (siehe Bild)
- Fahrbahnplatte: Eucoplast PS 31 (6 h Verzögerung + 3% Luftporen für frostbeständigen Beton)
- Konsolköpfe: Eucoplast PS 32 (6 h Verzögerung + 5% Luftporen für tausalzbeständigen Beton)

Mischzeit: 1½ Minuten

Betonnachbehandlung:

- Sofortiges Aufspritzen eines Filmes gegen die Betonaustrocknung (Eucodur)
- Sobald begehbar, Abdeckung mit Gurrithermmatten.

Erreichte Betonfestigkeit nach 28 Tagen:

Brückentrog: 510-580 kg/cm²
 Fahrbahnplatte: 450-530 kg/cm²
 Konsolköpfe: 440-450 kg/cm²

Der Überbau konnte ohne Zwischenfall programmgemäss betoniert werden. Die Betonfestigkeiten wurden durchwegs erreicht, sodass sich die umfangreichen Vorversuche für dieses anspruchsvolle Bauwerk gelohnt haben.

Adresse des Verfassers: H. Gerber, Ing. HTL, Ingenieurbüro Schalcher & Gerber, Dohlenzeigstr. 6, 5200 Windisch