

# Schrägseilbrücke N4 über den Rhein

Autor(en): **Wüst, Paul**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG**

Band (Jahr): **69 (1997)**

PDF erstellt am: **30.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-378326>

## **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.

# Schrägseilbrücke N4 über den Rhein



Städtische Nationalstrasse 4/Grünau-Flurlingen ZH, Abschnitt 6, Anschluss Süd  
Obj. 6.407 Rheinbrücke N4 ZH/SH, Standort 4

Am Stadtrand von Schaffhausen konnte eine Rheinbrücke projektiert und gebaut werden, die bezüglich Konstruktion und Gestaltung über die Kantons- und Landesgrenzen hinaus Beachtung gefunden hat. Konzeptionelle und gestalterische Überlegungen der Projektleitung N4 führten 1991 zu einer grundlegenden Projektänderung für die Brücke.

## 1. Projektbeschreibung

### 1.1 Vorgeschichte

Der Brückenschlag über den Rhein ist Bestandteil der zweispurigen Nationalstrasse N4 in Schaffhausen. Diese nimmt den Verkehr auf der Nord-Süd-Achse Stuttgart-Schaffhausen Richtung Gott hard auf.

Jahrelange Diskussionen über Standort und Hoch- oder Tieflage der Brücke gingen dem Bau voraus. Im Ausführungsprojekt von 1983 war eine drei-

feldrige vorgespannte Balkenbrücke vorgesehen. 1990 entschloss sich die Projektleitung, das Brückenprojekt nochmals zu überdenken. Ausschlaggebend waren Vorbehalte bezüglich der Fundation der Flusspfeiler am Rande einer heterogenen Felsabbruchkante und der Wunsch, die monotone Strassenführung über den Rhein mit einer zeitgemässen und konstruktiv überzeugenden Brücke zu beleben. Massgebende Gründe zugunsten einer Schrägkabelbrücke mit nur einem Pylon auf dem Flussufer waren:

- Die Wasserfläche des Rheins wird freigehalten.
- Der Unterlauf des Kraftwerkes wird nicht gestört.
- Teure Flussfundamente und Baugrubenumschliessungen entfallen.
- Der Pylon kann im hochliegenden Fels fundiert werden.
- Der Erholungscharakter des Fluss- und Uferraumes wird erhalten.

**Paul Wüst,**  
dipl. Bauing. ETH/SIA  
Ingenieurbüro  
Wüst + Stucki + Partner  
Untergries 2  
CH-8200 Schaffhausen

*Der nachfolgende Bericht über die im August 1996 eröffnete Flurlinger Schrägseilbrücke gibt einen Einblick in den heutigen Stand der hohen Kunst des Brückenbaus. Wir danken Herrn Paul Wüst für seine Bereitschaft, als Referent an der Technikgeschichtlichen Tagung teilzunehmen und aus der Sicht des Ingenieurs zu veranschaulichen, welche Sicherheitsvorkehrungen getroffen wurden, um jegliches Risiko einer denkbaren Katastrophe zu vermeiden.*

*Eisenbibliothek  
A. Bouheiry*



– Städtebaulich betont die Neigung des Pylons die Linienführung der Brücke zwischen dem Hauptportal des Kohlfirstunnels in felsiger Hanglage (Süd) und dem gewerblich-industriellen Quartier Seite Schaffhausen (Nord).

In 2 Jahren konnte das Projekt baureif ausgearbeitet werden.

## 1.2 Das Projekt

Die Schrägkabelbrücke überspannt den Rhein stützenfrei mit einer Spannweite von 125.3 m, ergänzt durch ein Randfeld von 26.5 m. Im Grundriss weist die Brücke eine starke Krümmung auf ( $R = 280\text{--}400\text{ m}$ ). Der 51 m hohe Pylon ist gegen den Fluss um  $20^\circ$  geneigt. Der Überbau besteht aus einer schlanken Betonplatte (28 cm) mit vorgespannten Randträgern. Stahlquerträger im Verbund mit der Fahrbahnplatte verbinden die Hauptträger im Abstand von 5.50 m.

Das Hauptfeld ist an 2 x 6 Schrägkabel fächerförmig aufgehängt. Der Abstand der Aufhängepunkte in den Längs-

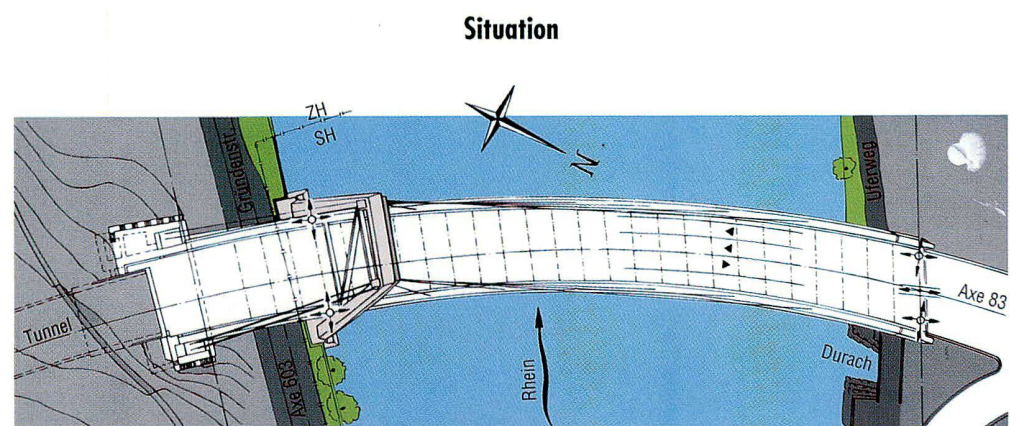
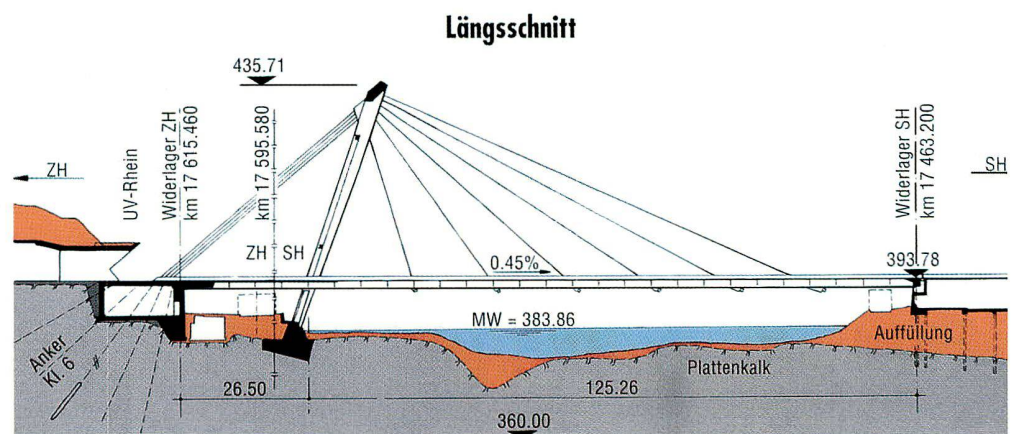
trägern beträgt 16.5 m. Die Anzahl der Schrägkabel resultiert aus der zulässigen Spannweite beim Auswechseln eines Schrägkabels. Die Rückverankerung des Pylons erfolgt mit 2 x 8 parallelen Kabeln.

## 1.3 Statisches System

Der Pylon ist im Baugrund elastisch eingespannt und im Widerlager Süd durch die Schrägkabel zurückverankert.

Der Brückenüberbau ist mit dem Widerlager Süd monolithisch verbunden und voll eingespannt. Allseitig bewegliche Punktkipplager sind beim Pylon und dem Widerlager Nord eingebaut; beim Widerlager Nord zusätzlich ein Führungslager.

Die horizontale Krümmung des Oberbaus bewirkt an der Pylonspitze Horizontalkräfte, die durch eine Querversteifung aus Stahl und durch asymmetrische Ausbildung des Pylons aufgenommen werden.



## 2. Bauvorgang – Drei Baustellen

Trotz der Neuprojektierung der Brücke hielt die Bauherrschaft am vorgesehenen Eröffnungstermin der N4 im Jahre 1996 fest. Auf Grund des verlangten raschen Baufortschritts und der horizontalen Krümmung wurde auf eine Ausführung im Freivorbau verzichtet. Der gewählte Bauvorgang ermöglicht das gleichzeitige Arbeiten an 3 Bauteilen.

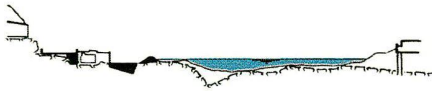
- Bau des Widerlagers Süd.
- Bau des Pylons mit Kletterschalung und temporärer Abspannung.
- Bau des Überbaus auf Lehrgerüst von Nord nach Süd.

Mit dem Einbau der Schrägkabel wurden die 3 Bauteile verknüpft.

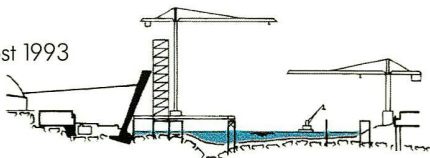
Die gesamte Bauzeit inkl. Ausbauten betrug zweieinhalb Jahre.

### Bauvorgang

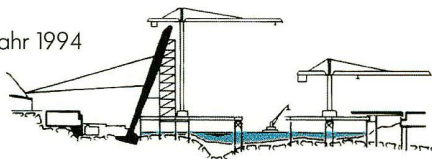
Frühjahr 1993



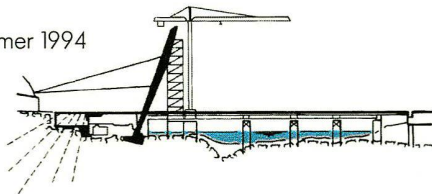
Herbst 1993



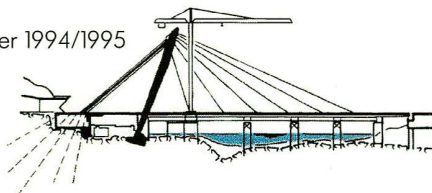
Frühjahr 1994



Sommer 1994



Winter 1994/1995



## 3. Foundation

Brücke, Lehrgerüst und Pylon sind im Fels (Malmkalk) fundiert. Das Eigengewicht des Widerlagers reicht nicht aus, um die Kräfte aus den Schrägkabeln aufzunehmen. Es wird zusätzlich mit permanenten Anker im Fels, auf dem es fundiert ist, verankert.

Als globaler Sicherheitsfaktor wurde sowohl materialtechnisch, als auch felsmechanisch ein Sicherheitsfaktor  $S = 2.0$  bezüglich Gebrauchsniveau eingerechnet. Die Anker müssen gegenüber der SIA Norm 191 verschärften Anforderung in bezug auf den Korrosionsschutz genügen.

## 4. Überbau

Die Kräfte, die auf den Überbau einwirken, werden von der Fahrbahnplatte in die, an den Schrägkabeln aufgehängten, Hauptträger geleitet. Mit der Ausführung der Querträger in Stahl an Stelle von Beton konnten die Eigenlasten des Oberbaus reduziert werden. Die Stahlträger dienen zudem bereits im Bauzustand als Tragelemente.

Fahrbahnplatte und Hauptträger aus Beton B45/35 wurden vom Widerlager Nord und Süd gegen die Arbeitsfuge beim Pylon gebaut.

## 5. Pylon

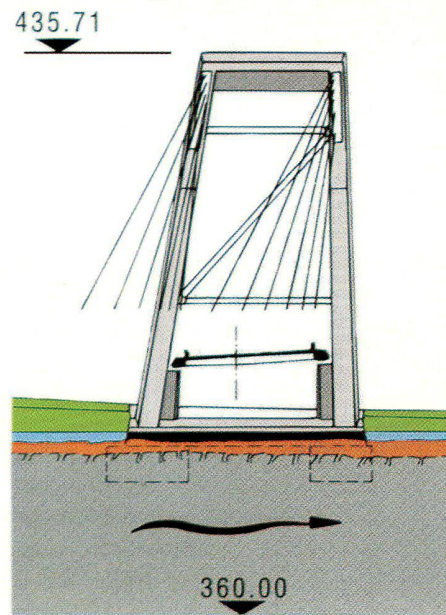
Kernstück der Brücke ist der Pylon. Er stellte an Projektverfasser und Unternehmer sehr hohe Anforderungen bezüglich Statik, Geometrie und Sicherstellung der geforderten Qualität.

Die Pylonstiele wurden mit Kletterschlangen in Etappen à 3.80 m hochgezogen und in der 6. und 10. Betonieretappe durch BBRV-Kabel (74 Ø 7, resp. 108 Ø 7) temporär abgespannt. Diese temporäre Abspannung ersetzt eine teure, massive Gerüstung. Die Abspannkabel lassen sich jederzeit und beliebig oft regulieren.

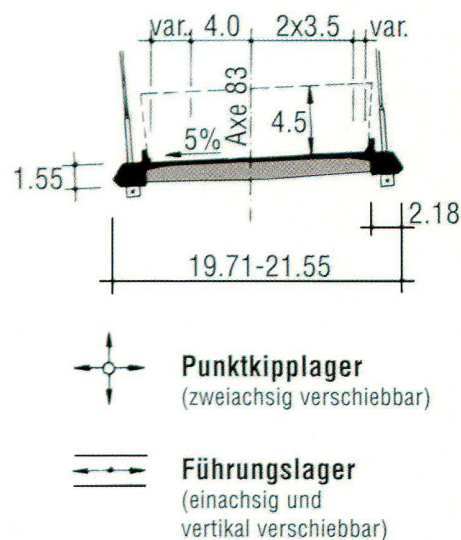
Die Herstellung des Pylon erfolgte mit hochwertigem Beton B55/45, mit Bindemittel MS-C 325 kg/m<sup>3</sup> (Portlandzement mit 7% Silicafume). Das Silicafume wird mit dem Klinker gemeinsam gemahlen.



## Pylonansicht



## Querschnitt



## 6. Schrägkabel

Die HiAm-Paralleldrahtkabel weisen folgende charakteristischen Eigenschaften auf:

- HiAm-Verankerungen sind für hohe dynamische Beanspruchungen ausgelegt. Bei 2 Mio. Lastwechsel mit einer Oberspannung von  $0.45f_{tk}$  beträgt die Dauerschwingfestigkeit  $\Delta s$  mindestens  $200 \text{ N/mm}^2$ .

- Die Kraftübertragung von den Drähten in die HiAm-Verankerung erfolgt über einen Kaltverguss aus Kunstharzen, Stahlschrot und Zinkstaub.
- Die Ankerhülsen mit Gewinde ermöglichen ein einfaches, exaktes Regulieren oder Entspannen der Kabel zu jedem Zeitpunkt.
- Das Polyäthylenrohr und die dauerplastische Korrosionsschutzmasse schützen das Drahtbandel dauerhaft gegen mechanische Beschädigungen und aggressive Umwelteinflüsse.
- Der Spanndraht wird während dem Ziehvorgang mit einer Zinkschicht versehen und ist damit bereits ab Lieferwerk gegen Korrosion geschützt.
- Der Zusammenbau der HiAm Kabel erfolgt im Werk der StahlTon AG durch geschultes Personal unter optimalen Bedingungen.

Bei der Fabrikation werden die Drähte zu einem parallelen Bündel zusammengefasst, mit Korrosionsschutzmasse beschichtet und in ein starkwandiges PE-Rohr eingezogen. Der Hohlraum zwischen Drähten und Hüllrohr wird mit der gleichen dauerplastischen Korrosionsschutzmasse ausgepresst. Die definitiv geschützten Kabel werden auf Trommeln aufgerollt ausgeliefert und montiert. Das Anspannen und das Regulieren der Schrägkabel erfolgt entsprechend der Solllage der Fahrbahnplatte.

Die gestalterischen Bedingungen berücksichtigend, sind die üblicherweise schwarzen HDPE-Rohre erstmals bordeauxrot eingefärbt.

## 7. Bauüberwachung und Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung erfolgte aufgrund eines detaillierten Kontrollplans unter Beizug von Geologe, Vermessungsingenieur und Eidgenössischer Materialprüfungs- und Versuchsanstalt (EMPA).

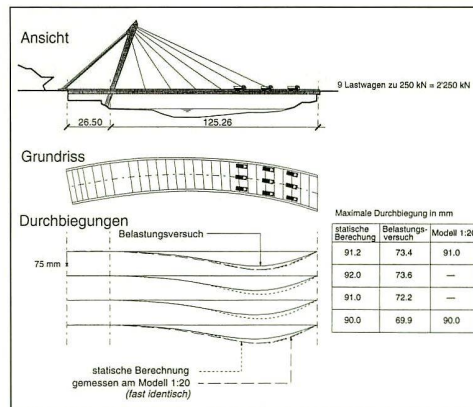
## 8. Kosten

Die Kosten des Rohbaus der Brücke betragen inklusive Schrägkabel und Gerüste 15.5 Mio. sFr. Dies ergibt einen Preis von 4700.- sFr. pro  $\text{m}^2$  Brückenfläche.

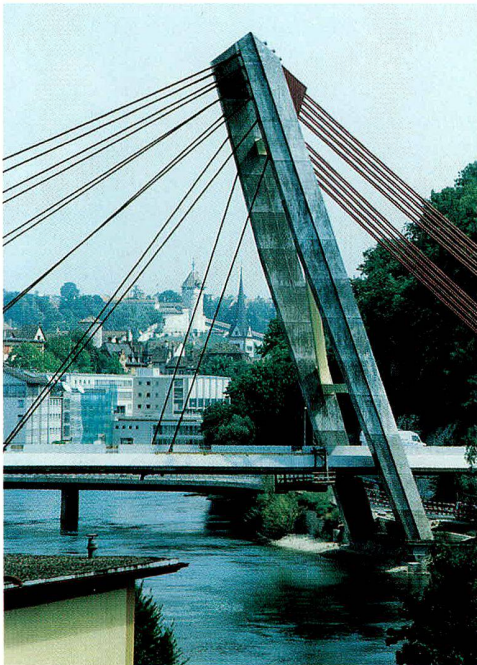
## 9. Versuche am Modell und Belastungsprobe

Unter der Leitung von Prof. R. Walther wurde an der EPFL ein exaktes Modell der Brücke im Massstab 1:20 statisch und dynamisch geprüft. Die von Prof. R. Favre an der Brücke durchgeführten statischen und dynamischen Belastungsversuche ergaben interessante Quer- und Vergleichsresultate in der Statik am Modell.

Es zeigte sich, dass Statik und Modell sehr gut übereinstimmen, dass die gebaute Brücke aber noch weitere Trag- und Verformungsreserven aufweist.



Vergleich Statik – Modell – Belastung



Pylon-Munot; Bezug der Brücke zur Stadt  
Foto P. Schait

## 10. Erfahrung im Betrieb

Seit August 1996 ist die N4-Tunneltangente und somit auch die Rheinbrücke N4 in Betrieb.

Die erhoffte Entlastung der Strassen in der Stadt Schaffhausen (Bachstrasse) ist eingetreten. Es hat sich gezeigt, dass sich die Schrägseilbrücke N4 ausgesprochen gutmütig verhält.

Brücken sind Überquerungsmöglichkeiten von Hindernissen. Dass in der Stadt Schaffhausen der Bau einer wirklich modernen und gestalterisch etwas gewagten Brücke gelungen ist, stellt den Bauherren vom Bund und von den Kantonen Schaffhausen und Zürich sowie allen am Bau Beteiligten ein gutes Zeugnis aus.

### Literaturhinweis:

Rheinbrücke N4  
Herausgegeben vom Nationalstrassenbüro des Kantons Schaffhausen, 1995, bei Meier-verlag Schaffhausen

### Einige technische Daten

Gesamtlänge	170 m
Breite	19,7–21,5 m
Grösste Spannweite	125 m
Höhe Pylon über MW	51 m
Neigung Pylon	70°
Fahrbahnplatte, Stärke	28 cm
Längsträger, Höhe	155 cm
Stahlquerträger, Abstand	5,5 m
2 x 6 Abspannkabel über dem Rhein	
2 x 8 Rückspannkabel, parallel	
Kabellängen	40–104 m
Kabelkräfte (Gebrauchsniveau)	4800–10100 kN
Hiam-Kabel Stahl Ton AG	175–367 Drähte
Permanent-Anker Klasse 6	
Anzahl Anker	64
Gebrauchslast pro Anker	1900 kN
Freie Ankerlänge	32–45 m