

Seebrücke Luzern

Autor(en): **Bänziger, Dialma J. / Zimmerli, Bruno / Berchtold, Hansruedi**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **115 (1997)**

Heft 24

PDF erstellt am: **16.12.2021**

Persistenter Link: <http://doi.org/10.5169/seals-79256>

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.

Dialma J. Bänziger, Zürich, Bruno Zimmerli, Luzern, Hansruedi Berchtold, Zug

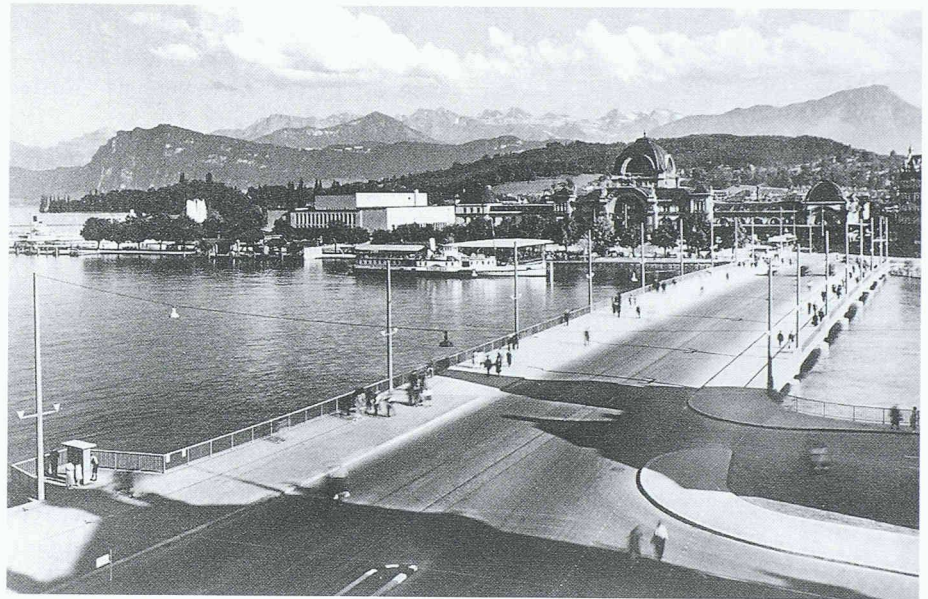
Seebrücke Luzern

In diesem ersten Artikel wird das Projekt samt seinen Randbedingungen kurz beschrieben. Die Planunterlagen vervollständigen den Übersichtscharakter des Artikels.

Die erste Seebrücke wurde in den Jahren 1869/70 erbaut. Von 1934 bis 1936 wurde sie mit einem neuen Eisenbetonüberbau auf eine Breite von 26,7 m vergrössert und war damit die breiteste Brücke in der Schweiz (Bild 1). Nach einer langen und wechselvollen Vorgeschichte [1] begann am 4. Oktober 1994 der Neubau der Seebrücke mit der Realisierung des siegreichen Wettbewerbsprojekts «Janus».

Konzept der Janus-Brücke

Die Seebrücke steht am Übergang vom Seebecken zur Reuss, ähnlich den Situationen in Genf und in Zürich. Auf beiden Seiten der Brücke bestehen zwei grundsätzlich verschiedene Erscheinungsbilder der an das Wasser stossenden Stadtteile (daher der Name des Projekts). Die Ufer des Seebeckens werden von den mächtigen Bauten des 19. und 20. Jahrhunderts geprägt. An den schmaleren Flussraum grenzen kleinere Gebäude des Mittelalters, der Renaissance und des Barock. Die See-



brücke vermittelt zwischen diesen beiden Räumen.

Der asymmetrische Aufbau des Querschnitts und in den Längsansichten der neuen Brücke antwortet logisch auf die historische Situation. Seeseitig stützen fünf massive, plastisch geformte Pfeiler einen breiten Längsträger mit grossen Spannweiten. In Querrichtung verstärken Rippen den Plattenquerschnitt in der Mitte der Spannweiten, in deren Viertelspunk-

ten und über den Pfeilern. Auf der Seite des Flussraums trägt ein schmalere Längsträger mit einem halb so grossen Pfeilerabstand die beidseitig anschliessende Platte. Die schlanken, reussseitigen Pfeiler stehen in den Viertelspunkten der grossen Öffnungen.

Auf der Seite des Bahnhofs wurde ein massives Widerlager vor das bestehende Widerlager gesetzt. Die Betonrandabschlüsse im Fussgängerraum betonen den in das Wasser hinausragenden Widerlagerkörper. Auf der Schwanenplatzseite wurde das neue Widerlager hinter das bestehende platziert und dem natürlichen Uferverlauf des alten Seebeckens angepasst. Der konstruktive Entwurf nimmt das städtebaulich bedingt asymmetrische Konzept auf.

Die durchgehende massive Platte entspricht den Anforderungen des modernen Brückenbaus. Die Stützen schliessen biegesteif an die Längsträger der Platte an. Zwischen den auslaufenden Querrippen und dem reussseitigen Längsträger wurde der für das Leitungspaket erforderliche Raum geschaffen. Die längs und quer verlaufenden Spannglieder sind dem Kräftefluss in der Brücke angepasst, wobei die Option einer Trambahn die Bemessung bestimmte.

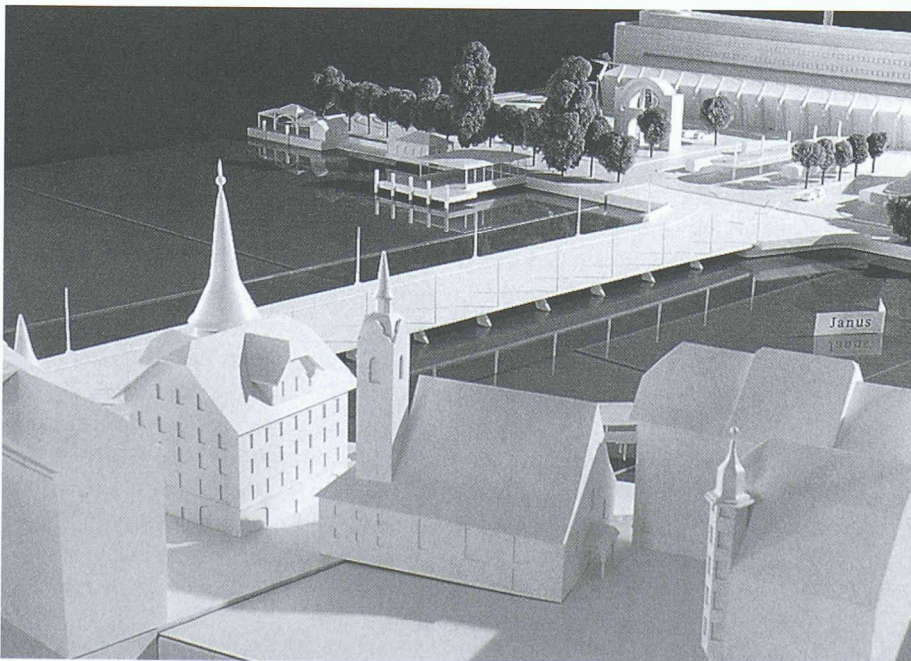
Visuell wirkt das Bauwerk mit dem bogenförmigen Verlauf der Konsolen in Querrichtung und der Untersicht schlank und elegant. Die Konstruktion ist dennoch massig und damit auch dauerhaft. Der Quotient zwischen Oberfläche und

1

Die alte Seebrücke. Aufnahme aus dem Jahr 1936

2

Das Wettbewerbsprojekt «Janus», Modellfoto



Querschnitt ist halb so gross wie bei der alten Seebrücke, was für eine lange Lebensdauer ein wichtiges Indiz ist.

Die Brückenlänge beträgt 157 m. Sie ist damit 9 m länger, mit 26,7 m Breite aber gleich breit wie die alte Brücke. Auf der Seeseite beträgt die Regelspannweite 29,4 m und auf der Seite der Reuss mit 14,7 m halb so viel. Die konstruktive Schlankheit beträgt seeseitig 1:25, reussseitig 1:13 und liegt somit im wirtschaftlichen Bereich.

Geologie

Der Felsuntergrund besteht aus einer schichtweisen Wechsellagerung von ziemlich weichen Silt- und Schlammsteinen sowie aus härteren Sandsteinen der Unteren Süsswassermolasse. Die Schichtung fällt mit 75° bis 85° steil nach Nordnordwest ein. Lediglich das reussseitige Widerlager der alten Brücke beim Schwanenplatz ruhte auf den härteren Sandsteinen der Oberen Meeresmolasse. Die Felsoberfläche fällt in Richtung Bahnhof steil ab und liegt beim Widerlager Bahnhof rund 40 m tief.

Das Lockermaterial über dem Fels ist im mittleren und bahnhofseitigen Bereich der Seebrücke einheitlich aufgebaut. Ein oberes Schichtpaket von jungen Verlandungssedimenten (Silt mit organischen Beimengungen, siltiger Feinsand, ganz unten Sand) reicht auf eine Tiefe von 10 m unter den Seespiegel, was einer Kote von 424 m ü.M. entspricht. Eine Zwischenschicht von weichem, zähem Seelehm, zwei bis vier Meter mächtig, reicht auf eine Kote von etwa 420 m ü.M. Darunter folgen glazial vorbelastete und härter gelagerte, feinkörnige Seesedimente (vorwiegend Feinsand und Silt).

Auf der Schwanenplatzseite der Brücke zeigen die Aufzeichnungen der Sondierungen weniger einheitliche Baugrundverhältnisse. Die Schichtfolge unterscheidet sich aber auch hier nicht wesentlich von jener im mittleren und bahnhofseitigen Bereich.

Die Foundation der neuen Brücke wurde auf den Molassefels, das Widerlager Bahnhof auf die darüberliegende Schicht der vorbelasteten Seesedimente abgestellt. Von den Verhältnissen her haben sich Bohrpfähle geradezu aufgedrängt. Die Felsoberfläche verläuft, bedingt durch die steil gestellte Schichtung und die unterschiedliche Qualität, besonders auf der Schwanenplatzseite sehr unruhig. Das Felsmaterial ist in den obersten Schichten teilweise aufgeweicht. Dementsprechend sind die Pfähle einen bis zwei Meter in den gesunden Fels eingebunden worden.



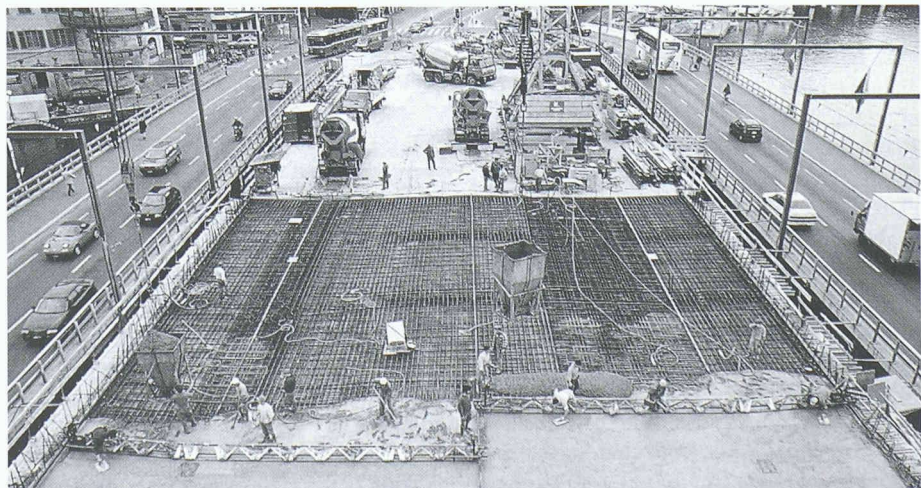
3
Rückbau der alten Brücke. Der Verkehr fliesst auf den beiden Hilfsbrücken

Foundation

Die Frage, ob die bestehenden Pfeiler für das Neubauprojekt würden verwendet werden können, war ein zentrales Problem bei der Projektentwicklung. Die Pfeiler der bestehenden Brücke stammten auf der Reussseite aus dem Jahr 1870. Sie machten etwa drei Viertel des bestehenden Unterbaus aus. Drei Pfeiler bestanden aus aus-

betonierten Caissons mit Holzpfilerschäften. Sie waren in den weichen Schichten fundiert und wurden bereits mehrmals saniert. Setzungsprobleme hatten zu Verkipungen im Überbau geführt. Die bestehenden Unsicherheiten und die Setzungsgefahr bedingten für das Projekt neue Pfeiler an neuen Standorten, so dass auch ein Einschleppen des neuen Überbaus nicht mehr sinnvoll war.

4
Dritte Betonieretappe



Eines der Kernprobleme im Entwurf der neuen Brücke war, den bestehenden Pfeilern auszuweichen und gleichzeitig den angestrebten, unterschiedlichen Pfeilerrhythmus auf der Seite See und auf der Seite Reuss zu finden.

Ein Vorteil der neuen Pfeilerform und Anordnung im Vergleich mit der alten ist die grössere Schrägdurchsicht. Jeder Pfeiler ist über ein Bankett auf zwei Bohrpfähle abgestellt. Die Fundation garantiert einen praktisch setzungsfreien und dauerhaften Unterbau mit einer hohen Lebenserwartung.

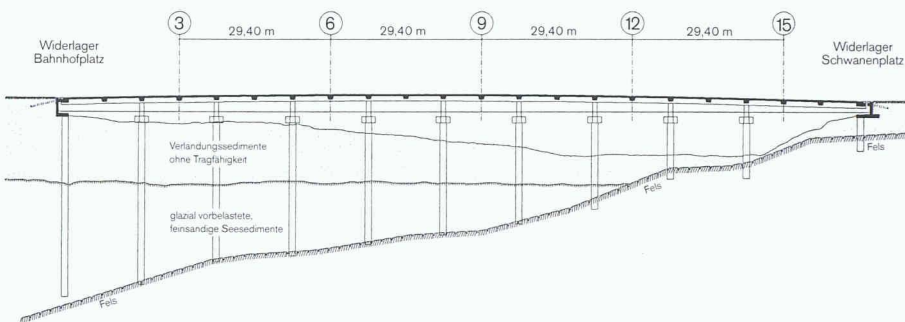
Statik und Konstruktion

Statisches Konzept

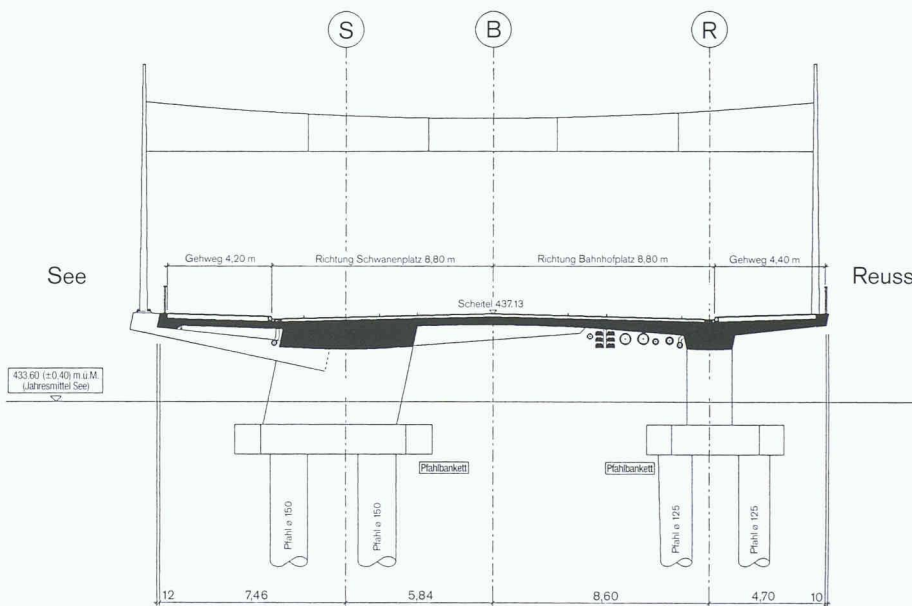
Die neue Seebrücke ist als monolithisches, räumliches Tragwerk konzipiert, das lediglich bei den Widerlagern beweglich gelagert ist. Die Brücke ist somit in Längs- und in Querrichtung schwimmend gelagert, und es werden ausser Reibungskräften und Erddrücken keine horizontalen Kräfte auf die Widerlager abgegeben. Die Topflager sind allseitig frei verschieblich. Horizontallasten aus Wind, Erdbeben und Bremskräften werden durch die biegesteif mit dem Überbau verbundenen Pfeiler und Bohrpfähle aufgenommen. Zwängungen im Gesamtsystem infolge Längenänderungen aus Temperatur, Schwinden und Kriechen beanspruchen die Pfeiler und Bohrpfähle nur im elastischen Bereich.

Fundation

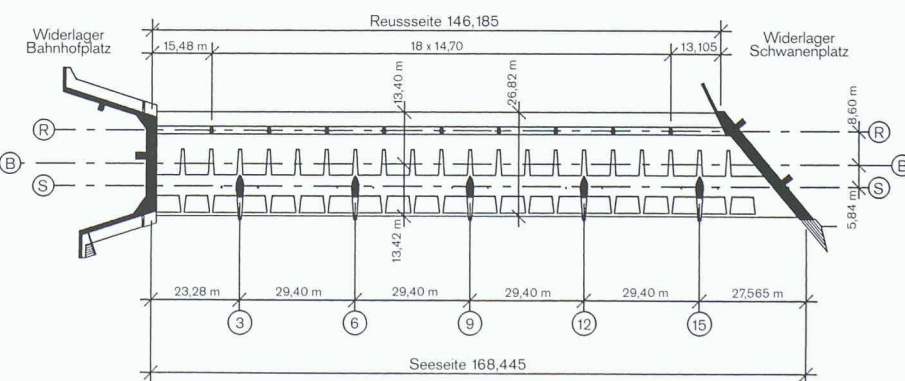
Die Fundation übernimmt die monolithische Bauweise des Überbaus. Die vertikalen und horizontalen Lasten werden über je zwei grosskalibrige Bohrpfähle unter den reussseitigen (Durchmesser Bohrpfahl: 125 cm) und den seeseitigen Pfeilern (ø 150 cm) abgetragen. Beide Widerlagerkonstruktionen sind ebenfalls auf Pfählen fundiert. Beim Schwanenplatz genühten vier bis acht Meter lange Pfähle, um das Widerlager in den anstehenden Fels einzubinden. Das Widerlager beim Bahnhofplatz wurde wegen der abtauchenden Felsoberfläche auf 35 m langen Pfählen schwimmend fundiert. Bei der statischen Berechnung wurden die Pfähle als elastisch gebettete Stäbe eingegeben. Die Pfahlpaare sind mit 3,5 m Achsabstand auf der Seeseite und 3,1 m auf der Seite Reuss so angeordnet worden, dass sie unter ständigen Lasten gleichmässig beansprucht sind. Unter extremer Lastanordnung betragen die maximalen zentrischen Spannungen unter Gebrauchslasten zwischen 3 und 4,8 N/mm². Die auftretenden Biegemomente werden im oberen Pfahlbereich



5
Längsschnitt mit Pfahllagen und geologischen Angaben in Achse R (vgl. Bild 7)



6
Querschnitt mit Werkleitungspaket



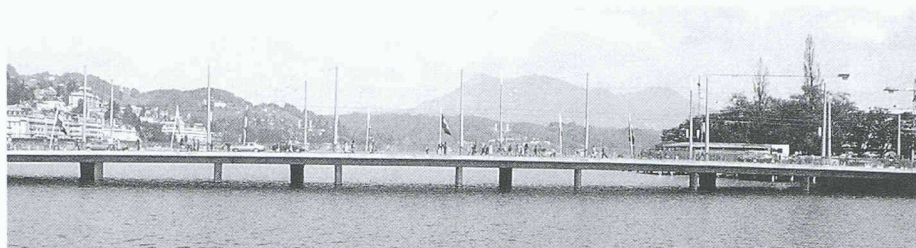
7
Untersicht

rasch abgebaut. Da die Pfähle von der alten Seebrücke aus erstellt wurden, musste auf die Lage der bestehenden Längsträger Rücksicht genommen werden.

Pfeiler

Die auf der Seeseite leicht geneigten und auf der Seite Reuss vertikal stehenden

Pfeiler, beide mit tropfenförmigen Querschnitten, verbinden die Pfahlbankette mit dem Überbau. Durch die architektonische Formgebung der Pfeiler sind genügend statische Reserven vorhanden. Beton und Stahl der als Rahmenecke ausgebildeten Pfeileranschlüsse sind nicht hoch beansprucht.



8

Ansicht der fertigen Brücke, Reussseite



9

Ansicht der fertigen Brücke, Seeseite

Interaktion zwischen Foundation und Überbau

Damit der Rechenaufwand begrenzt blieb, wurden zwei statische Modelle entwickelt. Der Überbau wurde als Flächentragwerk mit finiten Elementen behandelt. Die Foundation und das Gesamtsystem wurden mit einem räumlichen Rahmen, also einem Stabtragwerk, nachgebildet. Interaktiv wurden beim Flächentragwerk die Auflagerbedingungen (Steifigkeiten) und beim Stabtragwerk die Beanspruchungen aus dem Überbau so angepasst, bis sie einander entsprachen und sich somit auch gleiche Deformationen ergaben.

Überbau und Vorspannung

Die Form des Überbaus ist aus einem gemeinsamen Gestaltungsprozess von Ingenieur und Architekt hervorgegangen. Die Art der Zusammenarbeit wird im letzten Artikel (S. 23) aufgezeigt.

Die Längsvorspannung ist den unterschiedlichen Spannweiten angepasst. In den Trägern mit 29,4 m Spannweite sind sechs BBRV-Spannkabel des Typs 4600

und in den Trägern mit 14,7 m Spannweite drei Spannkabel des Typs 1900 eingebaut. Von den sechs Kabeln im Hauptträger wurden bei jeder Etappe vier gespannt, so dass immer zwei Kabel ohne Kupplung durchlaufen. Die Etappen wurden so gewählt, dass der Hauptträger im Bauzustand günstig beansprucht ist. Die drei Kabel der reussseitigen, kurzen Spannweiten wurden in jeder Betonieretappe gespannt und gekuppelt.

Die Quervorspannung besteht in der Platte aus injizierten Monolithenkabeln des Typs Cona 180 V mit einem mittleren Zwischenraum von 30 cm. In den Querrippen sind sechs BBRV-Spannkabel des Typs 630 eingebaut; vier davon sind über die ganze Breite, zwei nur über die Querrippenlänge angeordnet.

Bauvorgang

Konzept

Die durch die monolithische Bauweise angestrebte hohe Qualität wurde da-

Am Bau Beteiligte

Bauherr:

Baudirektion der Stadt Luzern, vertreten durch das Tiefbauamt

Planer:

Planergemeinschaft Seebrücke Luzern

Architekt:

H.P. Ammann + P. Baumann, Luzern

Ingenieure:

Bänziger + Bacchetta + Partner, Zürich

Berchtold + Eicher, Zug

Ritz Zimmerli Sigrüst AG, Luzern

Beigezogene Spezialisten:

Beratende Experten: Prof. Dr. P. Marti, Zürich (Statik, Konstruktion), Dr. U. Vollenweider, Zürich (Geotechnik)

Erschütterungsmessungen: Dr. H. Bendel, Luzern

Fahrleitungsplanung: Kummler + Matter AG, Zürich

Geotechnische Beratung: R. Mengis +

H.G. Lorenz AG, Luzern

Landschaftsplaner: R. Gissinger, Luzern

Umweltverträglichkeit: Roos + Partner AG, Oberkirch

Verkehrsplanung Stadtbahn: Albrecht + Partner AG, Luzern

Verkehrsplanung: Oscar Merlo, Zug

Vermessung: Kägi Vermessungen AG, Luzern

Unternehmer:

Arge Seebrücke Luzern

Medici AG, Luzern

P. Riva AG, Luzern

Eggstein AG, Luzern

Kellerhof AG, Luzern/AG F. Murer, Beckenried

Preiswerk + Cie. AG, Zürich

durch erreicht, dass der Überbau in Querrichtung in einem Guss betoniert wurde. Um dies zu ermöglichen, musste der gesamte Verkehr auf zwei Hilfsbrücken links und rechts der bestehenden Seebrücke verlegt werden, woraus sich drei Vorteile ergaben.

■

Einmalige Verkehrsumlegung:

Der Verkehrsfluss blieb über die ganze Teilbauzeit von nur 1 3/4 Jahren unverändert bestehen. Die Verkehrsteilnehmer mussten sich nur einmal an ein einfaches Umleitungskonzept gewöhnen. Nach dem Bau ging es auf die ursprünglichen Spuren zurück.

■

Hohe Bauwerksqualität:

Das Fernhalten des Verkehrs vom Baubereich schaffte beste Voraussetzungen für eine gute Bauqualität. Mit den sechs Betonieretappen ergaben sich nur fünf Arbeitsfugen in Querrichtung. Provisorische Abstützungen waren keine erforderlich. Abbruch und Verkehr bewirkten keine Erschütterungen beim Betonieren.

Literatur

[1]

Schweizer Ingenieur und Architekt Nr. 26/93, S. 477 ff. Wettbewerb Seebrücke Luzern, 24. 6. 1993, und Schweizer Baublatt Nr. 19/96. Beilage Verkehrsbau Nr. 1, 5. 3. 1996, sowie Mitteilungen der Schweizerischen Gesellschaft für Boden- und Felsmechanik, Nr. 132. Frühjahrstagung Horw, 12. 4. 1996

Baustelleninstallation:

Die alte Brücke diente als Installationsplatz. Die Bohrpfähle wurden von der alten Brücke aus durch herausgeschnittene Löcher in der Fahrbahnplatte erstellt. Später dienten die neu erstellten Überbauten als Installationsfläche.

Überkopfbauweise

Das Lehrgerüst für die erste, im Mittel 25 m lange, Überbautenplatte wurde mit dem Kran vom Schwanenplatz her montiert. Auf dem seeseitigen Lehrgerüst wurde ein zweiter Kran montiert, der die Pfeiler und weiteren Lehrgerüstetappen erstellte. Der hintere Kran montierte jeweils die Schalung und half beim Verlegen der Bewehrung und der Spannglieder. Beim Betonieren der Etappen arbeiteten beide Krane zusammen. Der Nachläuferkran wurde auf das Feld mit der erhärteten Fahrbahn vorgefahren. Mit beiden Kranen wurde das Lehrgerüst der ersten Etappe in das dritte Feld umgesetzt. Die beschriebene Überkopfbauweise ist für alle sechs

Baudaten

Länge in Mittelachse: 157,32 m
 Breite: 26,70 m
 Scheitelhöhe: 437,13 m ü.M.
 Anzahl Pfeiler
 Seite Reuss: 9 Stück
 Seite See: 5 Stück
 Spannweiten
 Seite Reuss: 14,95 m + 8 × 14,70 m + 15,37 m
 Seite See: 22,30 m + 4 × 29,40 m + 20,00 m
 Bauprogramm
 Gesamte Bauzeit: 25 Monate
 Provis. Verkehrszustand: 17 Monate
 Fundation
 Bohrpfähle: \varnothing 90 cm, 125 cm und 150 cm, gesamte Länge: 1145 m
 Betonkubatur: 1370 m³
 Armierung: 92 t
 Konstruktionsart Brückenplatte
 Plattenquerschnitt mit zwei Längsträgern und auslaufenden Querrippen, längs und quer vorgespannt
 Betonkubatur: 2560 m³
 Betonstahl: 325 t
 Vorspannung
 quer: 13 450 m
 längs: 1 420 m

Etappen von jeweils 30 m Länge angewendet worden. Dieses Vorgehen hatte sich schon beim Sitter- und Aareviadukt bewährt.

Der gewählte Überkopf-Bauvorgang kam ohne seitliche Installationsflächen aus. Die Touristen konnten damit auch während der Bauzeit der Seebrücke von den Hilfsbrücken aus sowohl die Kapellbrücke als auch das Alpenpanorama unbehindert fotografieren.

Kosten

Vorbereitungen	
Hilfsbrücken	2 600 000
Prov. Werkleitungen, Beleuchtungen, Fahrleitungen, Verkehrsumstellungen	2 000 000
Abbrucharbeiten	
Platte und Fundamente	1 600 000
Brückenneubau	
Pfähle	1 100 000
Pfeiler und Brückenplatte	4 100 000
Geländer, Beleuchtungen, Fahrleitungen	1 300 000
Beläge	
Abdichtungen, Beläge, Entwässerung und Fahrbahnübergänge	1 200 000
Werkleitungen	1 500 000
Widerlager	3 100 000
Honorare	2 900 000
Diverses	550 000
Teuerung	400 000
Total	22 350 000

Adresse der Verfasser:

Dialma Jakob Bänziger, dipl. Ing. ETH/SIA, Bänziger + Bacchetta + Partner, Engimattstr. 11, 8027 Zürich, *Bruno Zimmerli*, Dr. sc. techn. dipl. Ing. ETH/SIA, Ritz Zimmerli Sigrist AG, Steghofweg 2, 6005 Luzern, *Hansruedi Berchtold*, dipl. Ing. ETH/SIA, Berchtold + Eicher Bauingenieure, Schmidgasse 2, 6300 Zug