

Teilabbruch Brücke N1-502 / Neubau Brücke N1-531

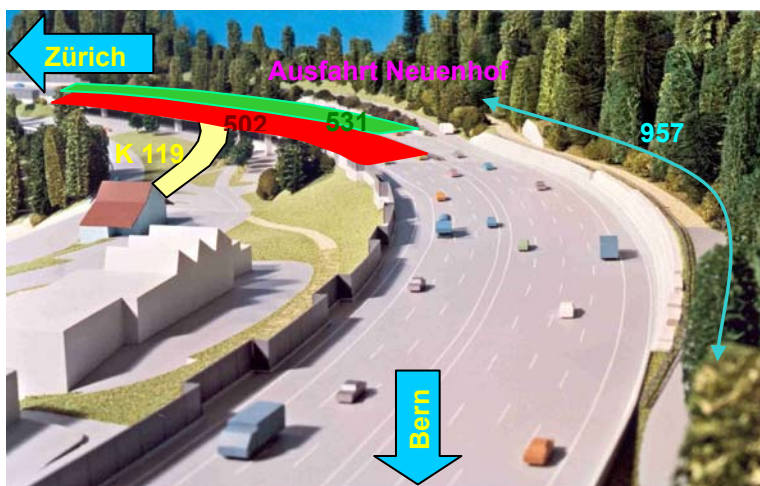
Martin Brotzer, dipl. Bauing. ETH/SIA

Vorsitzender der Geschäftsleitung, Gruner Ingenieure AG, Brugg

Projektübersicht

Das zentrale Element im Rahmen der Kapazitätserweiterung Baregg ist die neue, nordseitig liegende 3. Tunnelröhre. Zwischen der Aufweitung zu den Tunnelportalen und der Überdeckung Neuenhof befindet sich die Brücke N1-502, welche mit 5 Fahrspuren den gesamten Nationalstrassenverkehr in beiden Fahrtrichtungen über die Kantonsstrasse K-119 führt.

Für den Ausbau mit 2 weiteren Fahrspuren und einem vollwertigen Standstreifen in Fahrtrichtung Bern genügt die Brücke N1-502 in Ihrer Auslegung nicht mehr. Aufgrund der geographischen und baulichen Sachzwängen wird eine neue Brücke N1-531 hangseitig vorgesehen, die sich mit der heutigen Brücke N1-502 in Ihrer Lage überschneidet. Für die Erstellung der neuen Brücke muss zuerst die bestehende Brücke südseitig um ca. 5 m zurückgebaut werden.



Rahmenbedingung

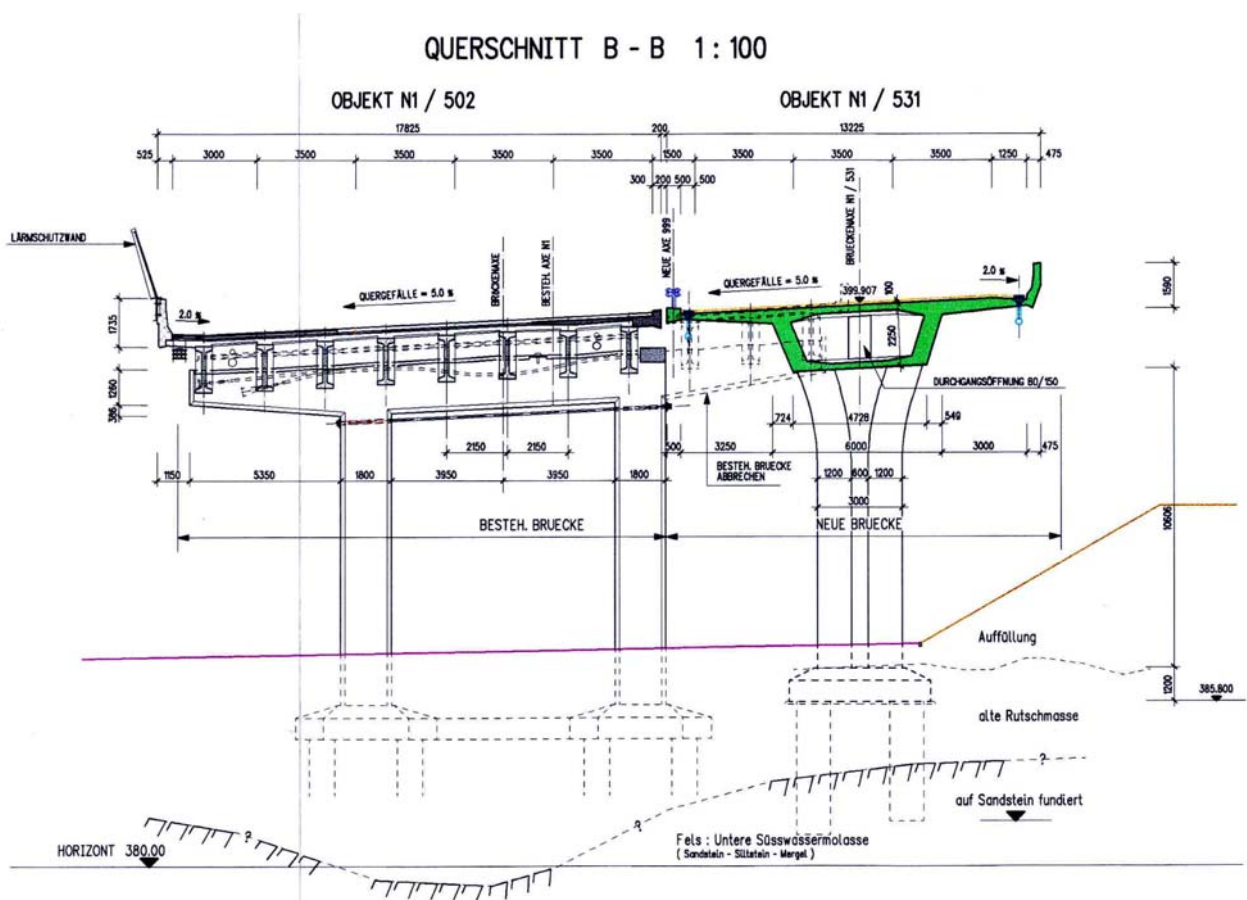
Die Realisierung der beiden Brückenprojekte ist in den Gesamtablauf der diversen Projekte im Zusammenhang mit der Kapazitätserweiterung Baregg eingebunden. In einem übergeordneten Masterplan sind die Strassengeometrie, die Bauabläufe und die damit verbundenen Verkehrsregime für alle Bauwerke definiert. Entsprechend den verschiedenen Verkehrskonzepten ergeben sich folgende Rahmenbedingungen für die Brücken N1-502 und -531:

- Baubeginn Januar 2001, Verkehrsumleitung auf neue Brücke N1-531 im April 2002
- Bauvollendung Juli 2002
- Aufrechterhaltung der vorhandenen Fahrspuren (3 Richtung Bern, 2 Richtung Zürich)
- Komprimierung der 5 Fahrspuren auf der Brücke N1-502 für deren Rückbau, ohne Hilfsbrücke.
- Bezüglich Tragsicherheit sollen alle Tragwerksteile der Brücke N1-502 beim Umbau auf die Sicherheiten der heute gültigen SIA-Normen gebracht werden.
- Planung der Ausführungsarbeiten und der Bauvorgänge entsprechend den terminierten Verkehrsregimen.

Neubau N1-531

Aus der Evaluation verschiedener Brückenkonzepte hat sich eine Hohlkasten-Spannbetonbrücke als zweckmässigste und wirtschaftlichste Lösung herausgestellt. Basierend auf dem Brückenumfeld (Umgebung, Strassen, Widerlager N1-502, Geologie) wurden die Stützen- und Widerlageranordnung optimiert. Daraus resultierten folgende Brückendaten:

- 6-feld Durchlaufträgerbrücke, L_{tot} 213.50 m = 29.50 + 2x37.00 + 47.00 + 37.00 + 26.00 m.
- Schwimmende Lagerung. Mit Ausnahme der kürzesten Stütze sind alle übrigen biegesteif mit dem Oberbau verbunden (Reduktion der Anzahl Lager).
- Gekrümmte Brücke mit Radius von 410 m parallel zum Rand der bestehenden Brücke N1-502.
- Längsgefälle von 3.85 %, Quergefälle von 5 %, Gegengefälle von 2 % beim Standstreifen.
- Brückenträgerhöhe 2.25 m. Spannsystem BBRV Typ 2350 (P_y 3'000 kN) mit 10 Kabeln im Mittelfeld und 6 Kabeln in den anschliessenden Feldern.
- Höhe der Fahrbahn über Terrain variiert zwischen 5 m und 13 m.
- Pfählung bzw. Schachtung auf den ca. 10 m unter Terrain liegendem Fels der unteren Süsswassermolasse.



Mik:ipmthomepagela_redesign_inhalte/aktuelle_version/fachartikel_07/fachartikel_brotzer.doc

Teilabbruch Brücke N1-502

Brückenbeschrieb

Das 1968 bis 1970 erstellte Bauwerk besteht aus vorgefertigten Spannbettträgern über sieben Felder mit Spannweiten von 25.63 m (11 Träger in Querrichtung) und einem zentralen Ortsbetonrahmen mit vorgespannten Unterzügen von 42.47 m (6 Unterzüge in Querrichtung), welcher die 'schwimmende' Lagerung der Brücke sicherstellt. Der Unterbau setzt sich zusammen aus sieben Pfeilerjochen mit seitlichen Hammerköpfen und den beidseitigen Widerlagern. Auf den Fels abgestellte Pfähle bilden die Brückenfundation. Das Bauwerk weist erhebliche Stahlbetonschäden auf, vor allem Korrosionsschäden am Betonstahl entlang den Rändern und den Pfeiler-Auflagerjochen. Die ursprüngliche Fahrbahnbreite, ausgelegt für 5 Fahrspuren, betrug 23.50 m.

1996 wurde die Brücke am Nordrand zur Aufnahme eines New-Jersey-Profiles mit Lärmschutzwand umgebaut. Für die Aufnahme der zusätzlichen Lasten wurden Feldquerträgerstummel eingebaut, welche die 3 äussersten Spannbettträger zum Beanspruchungsausgleich miteinander verbinden. Für die statische Ermöglichung des Umbaus wurde ein reduzierter Lastfaktor von 1.15 für Eigenlasten gemäss SIA 462 sowie ein reduzierter dynamischer Beiwert von 1.4 anstelle von 1.8 (SIA D 099) beigezogen.

Rückbau

Für den Rückbau der Brücke müssen in den Fertigteilefeldern 3 Spannbettträger (im Ortsbetonfeld 2 Spannbetonunterzüge) zusammen mit der Fahrbahnplatte und den Pfeiler-Hammerköpfen abgebrochen werden. Da der Innenträger T8 zum Randträger mutiert, erfährt dieser neu eine höhere Beanspruchung. Der Randträger T1 auf der Seite des New-Jersey-Profiles mit Lärmschutzwand musste bezüglich der Tragsicherheit neu den heute gültigen SIA-Normen genügen, ohne Berücksichtigung der Reduktion des Lastfaktors für Eigenlasten gemäss SIA 462. Aufgrund der statischen Vorabklärungen hat man sich mit der Bauherrschaft jedoch geeinigt, einen reduzierten dynamischen Beiwert von 1.4 für das Strassen-Lastmodell 1 in Randstellung zuzulassen.

In der Konsequenz wurde ein Verstärkungskonzept ausgearbeitet, welches eine externe Unterspannung der Spannbettträger T1 und T8 vorsieht, sowie ein durchgehend vorgespannter Feldquerträger zum Beanspruchungsausgleich. Beim Ortsbetonrahmen genügte die Anordnung eines neuen Spannbetonunterzuges.

Die Komplexität des Rückbaus liegt in der statischen und baulichen Ausführbarkeit, den Bauabläufen sowie in der Berücksichtigung von Unerwägbarkeiten in der statischen Erfassung. Stichwortartig sei auf die wesentlichsten Merkmale nachfolgend hingewiesen:

Fahrbahnplatte

- Auf die vorgefertigten Spannbettträgern wurden dazumal Betonschalbretter aufgelegt und ein Betonüberzug aufgebracht. Die Fahrbahnplatte wurde nur leicht in Querrichtung bewehrt.
- Aufgrund der dadurch geringen Momentendurchlaufwirkung in Querrichtung, konnte die Fahrbahnplatte nur bedingt zur Lastverteilung auf die benachbarten Trägern berücksichtigt werden (Aufreten von Fliessgelenkmechanismen).
- Die Fahrbahnplatte wurde daher in Querrichtung für den Beanspruchungsausgleich der Träger nicht berücksichtigt. Statisch übernimmt der neue Feldquerträger diese Funktion.

Externe Vorspannung der Träger T1 und T8, vorgespannter Feldquerträger

- Die externe Vorspannung von T8 führte zu einer 'Negativ'-Beanspruchung des Trägers, welche zu deren Aufnahme bei minimalen 'positiven' Lasten eine Verstärkung der Fahrbahnplatte bedingte (noch kein Feldquerträger vorhanden).
- Der Träger T1 wurde vorgespannt nachdem bereits der Feldquerträger eingebracht wurde. Infolge des Gegenwirkens der Nachbarträger beim Vorspannen, ist die maximale Beanspruchung des Feldquerträgers um so höher, je höher die externe Vorspannung von T1 ist. Die externe Vorspannung von T1 wird daher durch den möglichen Tragwiderstand des Feldquerträgers beschränkt.
- Der Feldquerträger besteht aus 'Betonabschnitten' zwischen den Fertigträgern, welche mit einem oben- und untenliegenden Vorspannkabel 'überdrückt' werden. Die 'Überdrückung' muss derart hoch gewählt werden, dass die Biegebeanspruchungen (für einen durchlaufenden Träger) aufgenommen und jeweils die Schubkräfte entlang der Kontaktstellen zu den Fertigträgern übertragen werden können.

Jochrückbau

- Aufgrund der stark auskragenden Hammerköpfe wird das Joch weitgehend durch Negativmomente beansprucht. Folgedessen wurden dazumal die 4 Vorspannkabel in den Jochen oben eingelegt. Durch den Rückbau eines auskragenden Hammerkopfes verändern sich die Momentenbeanspruchungen massgeblich, so dass auch hohe positive Momente zwischen den Pfeilern wirken. Mit einer externen Vorspannung an den Pfeilerköpfen wird die Momentenbeanspruchung teilkompensiert.
- Für den Rückbau der Joche mussten die 4 Spannkabel durchgetrennt und anschliessend unter Nachspannung wieder verankert werden. Die Verankerungslänge der Spannkabel nach dem Durchtrennen (ohne Ankerplatten) ist abhängig vom Verbund im Injektionsgut. Hierüber liegen jedoch keine gesicherten Angaben bzw. Untersuchungen vor, so dass mit einer Verankerungslänge zwischen ca. 2 m und 9 m gerechnet werden muss. Eine 9 m lange Verankerungslänge schwächt jedoch bereits den Tragwiderstand bezüglich des Stützenmomentes beim gegenüberliegenden Pfeiler.
- Das Durchtrennen der Spannkabel und wieder Verankern wurde deshalb gestaffelt (2+2) vollzogen, wobei diese Arbeiten am Wochenende unter Sperrung der gegenüberliegenden Einfahrtsspur Neuenhof-Bern durchgeführt wurden.

Der Prozess in der Planung und in der statischen Bearbeitung – auch mit Umwegen – kann hier nur teilweise wiedergegeben werden. Für uns Projektierende war es eine Bereicherung diese Projekte entwickeln und ausführen zu dürfen. Gerne stellen wir Ihnen unsere Erfahrungen zur Verfügung.