

Entwurf und Ausführung

Dipl.-Ing. Wolfgang Eilzer
Leonhardt, Andrä und Partner VBI GmbH
Zweigniederlassung Dresden

1. Allgemeines

Mit dem Verkehrsprojekt Deutsche Einheit Nr. 15 Eisenach - Görlitz wird nicht nur eine der wichtigsten innerdeutschen Autobahnprojekte in Ost-West-Richtung aus- bzw. neu gebaut, sondern gleichzeitig eine erhebliche Verbesserung der Verbindung zwischen der Bundesrepublik Deutschland und Ost- bzw. Südosteuropa erzielt. Zwischen Eisenach und dem Autobahndreieck Dresden wird der vorhandene 4streifige Vorkriegsquerschnitt ohne Standstreifen auf einen 6streifigen Querschnitt mit Standstreifen erweitert. Zusammen mit einer grundhaften Erneuerung des gesamten Oberbaus werden notwendige Verbesserungen in Lage und Gradienten vorgenommen, soweit dies unter Beachtung wirtschaftlicher Gesichtspunkte möglich ist (*Bild 1*).

Eine der bedeutendsten Bauwerke im Steckenabschnitt Dresden - Chemnitz ist die Autobahnbrücke über die Freiberger Mulde bei Siebenlehn, die in den Jahren 1935/36 errichtet wurde (*Bild 2*).

Das bestehende Bauwerk ist eine über 6 Felder durchlaufende Balkenbrücke mit Stützweiten von 56,10 - 61,20 - 71,40 - 81,60 - 71,40 und 61,20 m. Die Gesamtlänge beträgt somit 402,90 m. Für beide Richtungsfahrbahnen wurde ein gemeinsamer Überbau mit einer Gesamtbreite von 24,60 m und einer Bauhöhe von 5,40 m ausgeführt. Zwei durchlaufende genietete Stahl-Vollwandträger im Abstand von 15,50 m bilden das Haupttragwerk. Quer dazu spannen Querträger im Abstand von 5,10 m (*Bild 3*).

Auf den Querträgern wurden 12 sekundäre Längsträger aufgelegt, die über 10 bis 12 Querträgerabstände durchlaufen (ca. 50 - 60 m) und die 20 cm dicke Betonfahrbahnplatte, die nicht im Verbund mit der Stahlkonstruktion steht, aufnimmt. Wie zu der damaligen Zeit üblich, wurde die Fahrbahnplatte durch eine Mittelfuge und mehrere Querfugen in Abschnitte aufgeteilt, um die Formänderungen der Tragkonstruktion und der Fahrbahnplatte nach Überwindung der Reibungskräfte unter den Längsträgerlagern voneinander unabhängig zu machen.

Die bis zu 65 m hohen und ca. 20 m breiten Pfeiler aus Stampfbeton mit Granitsteinvormauerung im Verbund fügen sich harmonisch in die Landschaft ein und sind heute größtenteils durch den Wald in den Talhängen verdeckt.

Die Brücke spiegelt ein Stück Zeitgeschichte wieder.

Zur Ausführung gelangte ein Sondervorschlag der M.A.N., der in Arbeitsgemeinschaft mit Grün & Bilfinger ausgearbeitet worden war.

Eine technische und organisatorische Glanzleistung stellt sicher die Herstellung in nur 14 Monaten Bauzeit dar. Die maximale Anzahl der Arbeiter betrug dabei rund 500, gearbeitet wurde in zwei bis drei Schichten.

Als eine der wenigen Brücken überstand dieses Bauwerk die Kriegseinwirkungen und blieb selbst vor Sprengung bei Kriegsende verschont, da die installierten Vorrichtungen im entscheidenden Augenblick sabotiert worden waren.

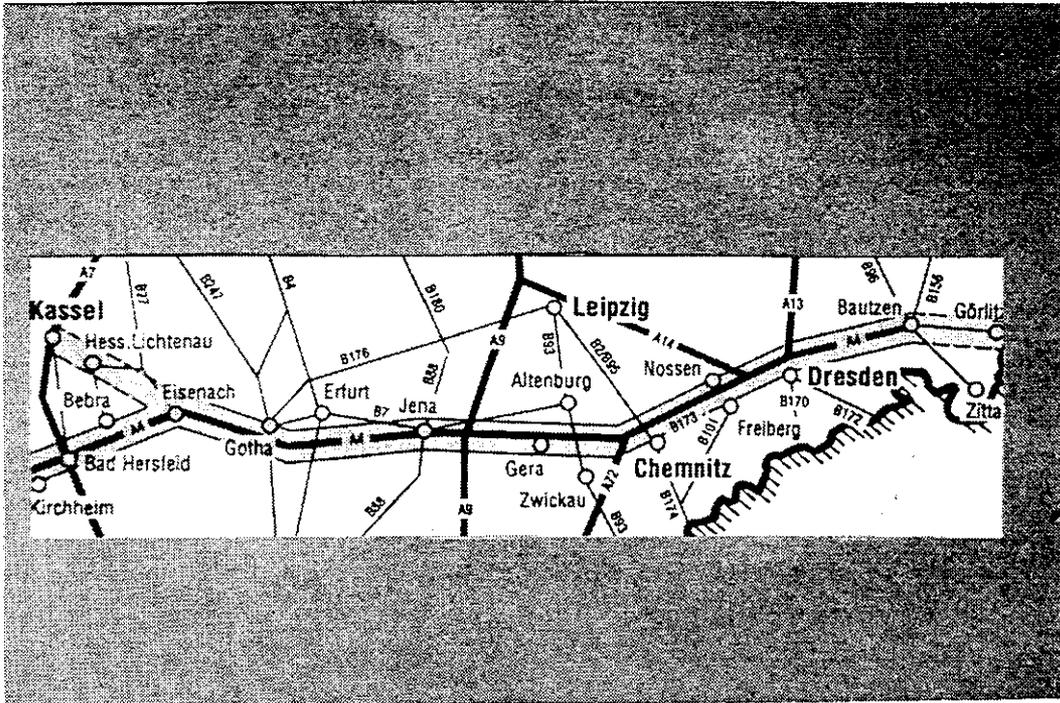


Bild 1 Autobahnabschnitt Kassel - Dresden

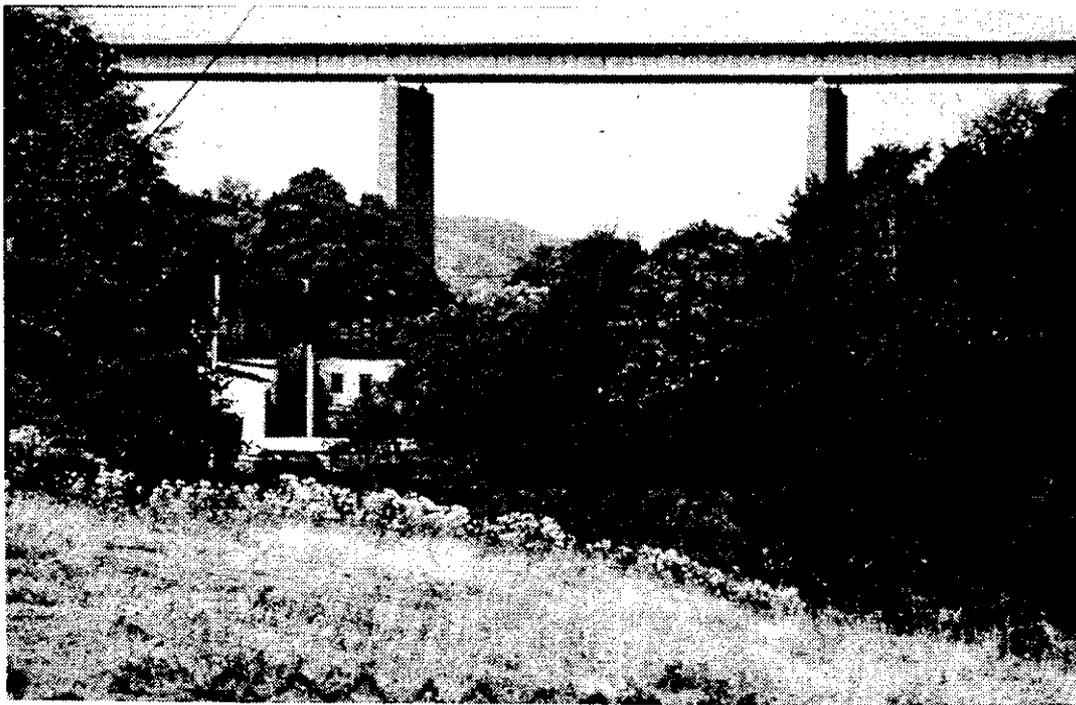


Bild 2 Muldenbrücke Siebenlehn

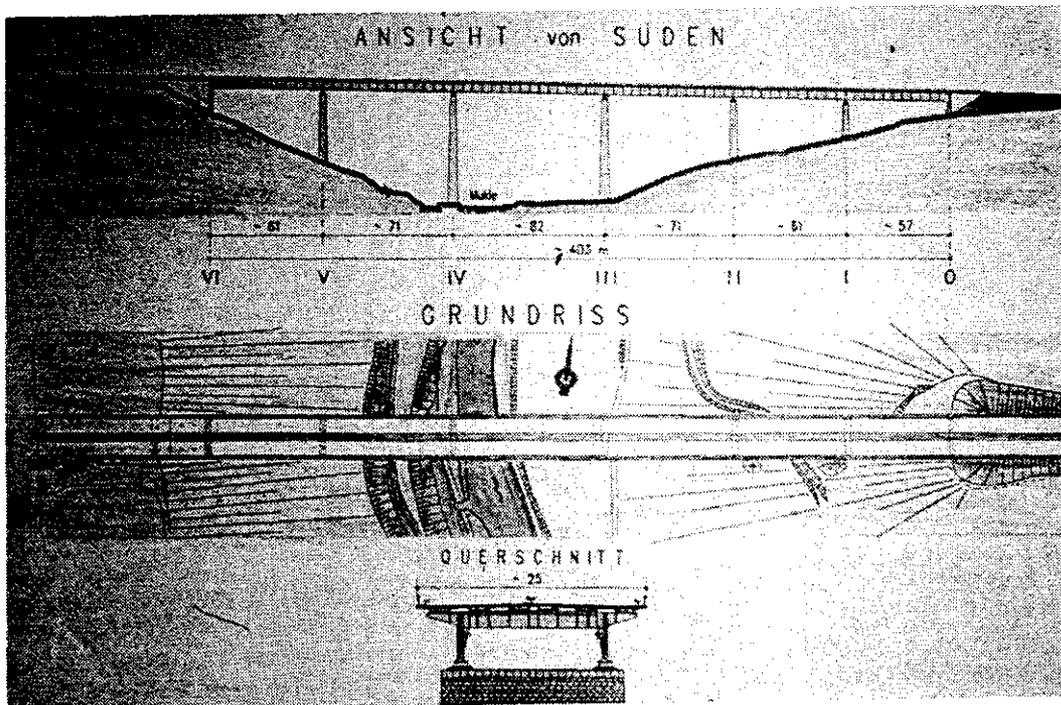


Bild 3 Übersicht bestehende Brücke

2. Variantenuntersuchung

Aufgabenstellung und Ziel einer umfangreichen Vorplanung war die Untersuchung von Lösungsmöglichkeiten, wie die vorhandene vierspurige Autobahn auf sechs Fahrspuren und zwei Standspuren unter ständiger Aufrechterhaltung eines vierspurigen Verkehrs verbreitert werden konnte.

Wesentlichen Einfluß bei der Bewertung der untersuchten Varianten hatten dabei neben der Wirtschaftlichkeit der Lösung vor allem die Belange der Ästhetik und der Umweltverträglichkeit. Anzustreben war eine Lösung, die das liebliche Tal der Freiburger Mulde durch die Verbreiterung der Autobahn möglichst wenig beeinträchtigt.

Der Überbau mußte in jedem Fall erneuert werden, da die vorhandene Breite viel zu gering war und die neue Trassierung eine Wannenausrundung im Brückenbereich aufweisen sollte, während die bestehende Brücke im Grund- und Aufriß gerade (Brettwirkung) verlief. Zudem wäre ein Umbau nicht kostengünstiger gewesen und hätte mehrere Nachteile in der Unterhaltung und Dauerhaftigkeit bedingt.

Bei der Frage der Stützenstellung konnte man auf die zahlreichen Varianten vom Bau der bestehenden Brücke zurückgreifen. Die beste, dem Tal angemessene Stützenstellung stellt eindeutig der zur Ausführung gelangte Entwurf dar. Die harmonisch zunehmenden Stützweiten, mit dem größten Feld über dem Talgrund passen sich am besten dem Talquerschnitt an.

Diese Stützenstellungen zu übernehmen lag somit nahe und weiterhin wurde angestrebt, die schönen, mit Natursteinen aus rotem Meißener Granit verkleideten Pfeiler zu erhalten.

Es stellten sich somit folgende Fragen :

- a) Können die alten Pfeiler weiterverwendet werden? Wenn ja, in Verbindung mit welchen Überbauten?
- b) Ist eine gemischte Lösung mit einer zweiten Pfeilerreihe neben der bestehenden denkbar?
- c) Welche Vorteile bietet der komplette Neubau, falls die Wiederverwendung der Pfeiler nicht möglich ist?

(Bild 4).

In der weiteren Untersuchung wurden verschiedene Lösungen eingehend untersucht und verglichen :

Auf alten Pfeilern

1. ein gemeinsamer Stahlüberbau
2. zwei getrennte Stahlüberbauten
3. zwei getrennte Verbundüberbauten

Zwei Spannbetonüberbauten auf den alten Pfeilern mußten wegen des zu großen Lastzuwachses für die Unterbauten ausgeschlossen werden (Bild 5).

Auf alten und neuen Pfeilern

4. je ein Spannbetonüberbau
5. der Umbau der bestehende Brücke und neue Spannbetonbrücke daneben
6. zwei neue Spannbetonbrücken

(Bild 6).

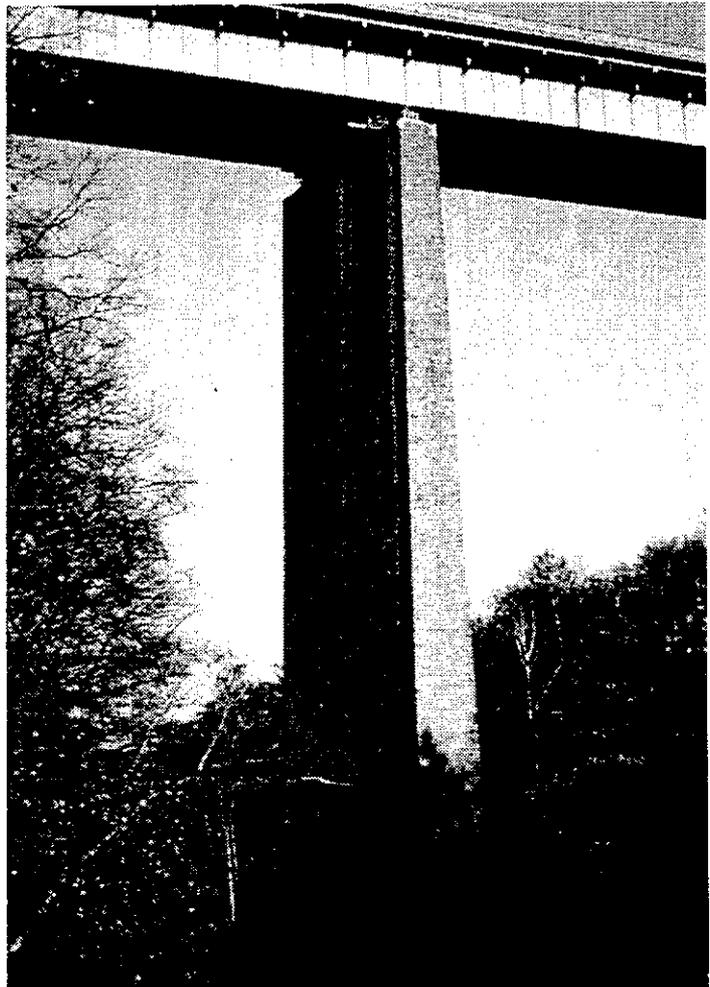


Bild 4 Pfeiler

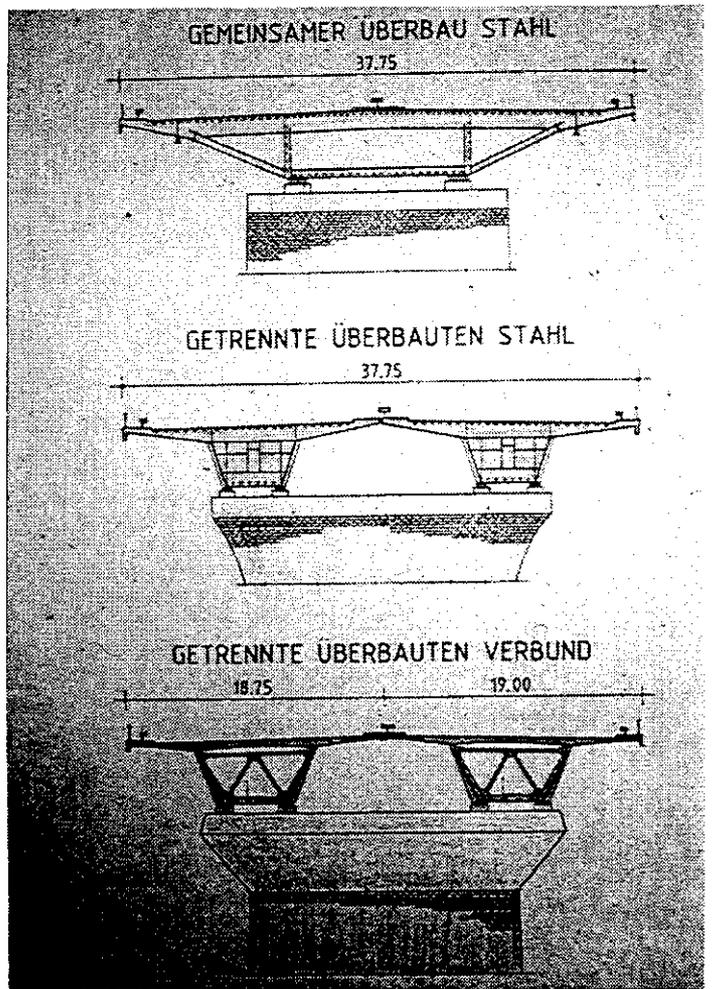


Bild 5 Überbauvarianten auf bestehenden Pfeilern

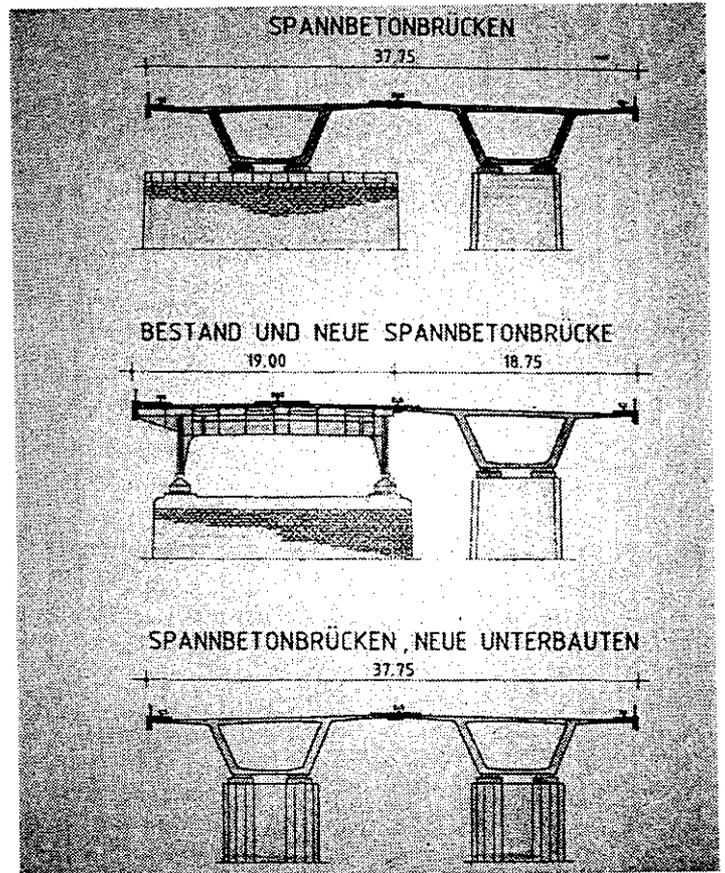


Bild 6 Überbauvarianten auf neuen und bestehenden Pfeilern

Die Bewertung der Alternativen brachte folgendes Ergebnis :

Gestaltung

Die Massierung zweier Pfeiler in perspektivischer Sicht ist sehr unbefriedigend bei den Lösungen auf alten und neuen Pfeilern, gleich welche Form und welches Material für den neuen Pfeiler zum Einsatz käme. Die bestehenden Pfeiler passen in der Breite nicht zum halben RQ 37,5 Querschnitt, da sie selbst breiter sind als der Brückenquerschnitt.

Zwei neue Spannbetonüberbauten auf neuen Pfeilern verändern das Erscheinungsbild erheblich und sind gestalterisch nicht günstiger zu bewerten.

Die getrennten Stahl- bzw. Verbundüberbauten können durch wohlproportionierte Pfeilerkopfaufweitung den bestehenden Unterbauten angepaßt werden.

Pfeilerbeanspruchung

Die Lösungen mit Stahlüberbauten entsprechen dem Ist-Zustand, die Variante mit zwei Verbundüberbauten bringt Spannungszuwächse auf ca. 135 % und ein Spannbetonüberbau liegt bei ca. 120 % der ursprünglichen Belastungen.

Von wesentlicher Bedeutung für die spätere Nachrechnung ist der große Eigengewichtsanteil der Pfeiler mit ca. 108 MN. (Bild 7).

Unter Auswertung der Kriterien Gestaltung, Pfeilerbeanspruchung, Baukosten, Verkehrsführung während der Bauzeit, Betrieb und Landschaftsverbrauch kristallisierte sich die Lösung mit zwei Verbundüberbauten auf den bestehenden Unterbauten als Vorzugsvariante heraus. (Bild 8).

Talbrücke Siebenlehn		Pfeiler frei = stehend	Bestand	Stahl	Verbund
Beanspruchungen Pfeiler 3 OK Fundament					
Ev = 57 000					
Eb = 20 000					
n = 2,85					
Lf: g + p + Bremsen + Wind					
Gebrauchszustand					
Min N	[MN]	-108	138	137	167
M längs	[MN/m]	78	133	100	132
Betonspannungen:					
min Sig b (Normalkraft)	[MN/m ²]	-0,9	-1,1	-1,1	-1,4 < 2,9
Vormauerung:					
min Sig v	[MN/m ²]	-4	-5,5	-5	-6,7 < 8,0
max Sig v	[MN/m ²]	-0,5	0	0	0,1
Bruchzustand nach DIN 1045					
Beton:					
min Sig b	[MN/m ²]	-3,4	-4,95	-4,75	-5,2 < 8
min ε	‰	-0,32	-0,47	-0,45	-0,66 < 2
Vormauerung:					
min Sig v	[MN/m ²]	-17,7	-23,9	-22,9	-26 < 28
min ε	‰	-0,37	-0,5	-0,48	-0,7

Bild 7 Beanspruchungen Pfeiler III

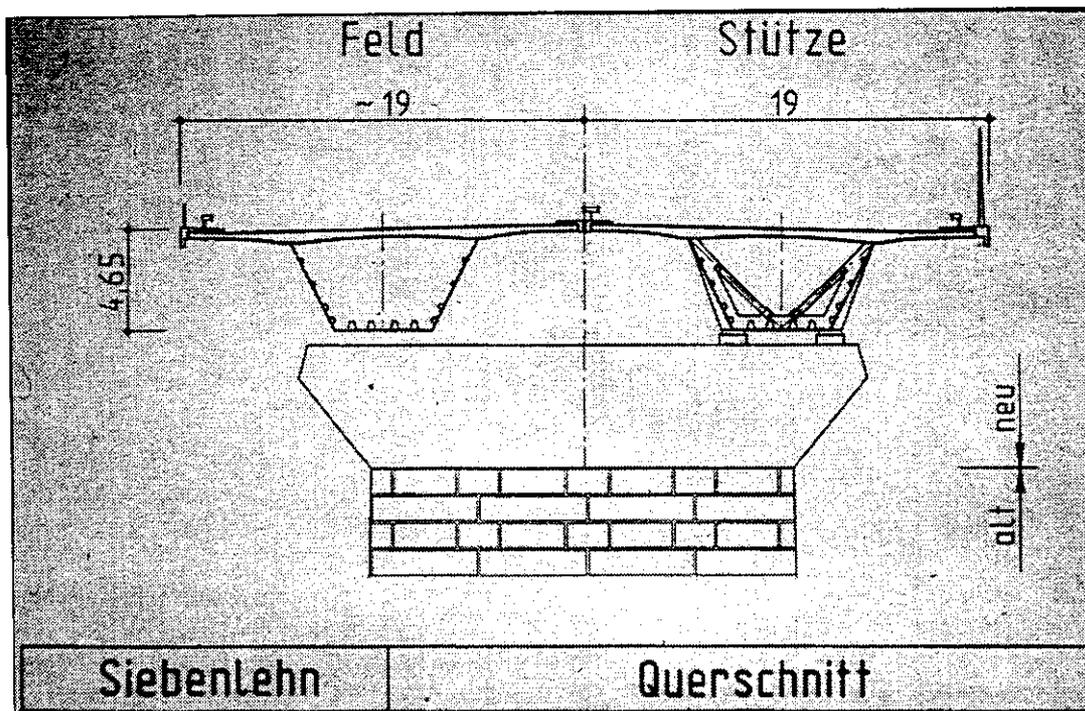


Bild 8 Verbundquerschnitt

3. Bestandsaufnahme der Unterbauten

3.1 Allgemeines

Um diese Lösung weiterplanen zu können, mußten umfangreiche Untersuchungen zur Verwendbarkeit der bestehenden Pfeiler und Gründungen vorgenommen werden.

Alle Pfeiler sind massive Stampfbetonpfeiler. Die Abmessungen der Pfeilerkronen betragen 3,00 m x 19,50 m. Die Pfeiler haben einen allseitigen Anlauf von 1:50. Der Beton der Pfeiler wurde unter Verwendung von Klarschlag bis zu 70 mm Korngröße und mit einer Zementmenge von 300 kg/m³ hergestellt. Die beiden Talpfeiler III und IV erhielten aus praktischen Gründen bis zu $\frac{2}{3}$ Ihrer Höhe eine steife Armierung aus Doppel-T-Trägern in Abständen von 75 cm.

Den Abschluß der Pfeiler bildet eine 2,10 m dicke Auflagerbank aus Stahlbeton. (Bild 9).

Die Vormauerung wurde als regelmäßiges Schichtenmauerwerk aus hammerecht bearbeiteten Bossensteinen ausgebildet. Schichten von 20 bis 40 cm Höhe wechseln sich ab. Nach oben klingen die hohen Schichten der Steine ab und betonen so die Schlankheit und Höhe der Pfeiler.

Besonderer Wert wurde auf lagerhafte Steine gelegt.

Alle Steine mußten mindestens 2,5 mal länger sein als hoch. In den Mörtelfugen eingelegte Eisenschlaufen und Bindersteine stellen den Verbund zwischen äußerer Natursteinvormauerung und Pfeilerbeton her.

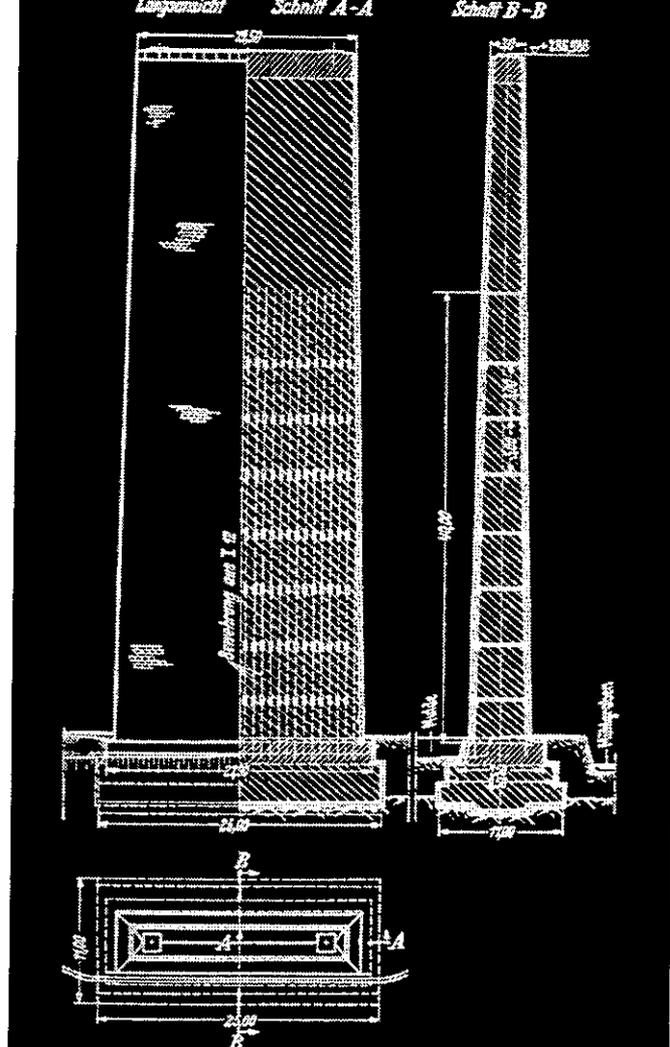


Bild 9 Längsschnitt der Pfeiler

3.2 Durchgeführte Untersuchungen

Um die Verwendbarkeit der Pfeiler begründen zu können und die Zulässigkeit einer Lasterhöhung nachzuweisen, mußten die Materialkennwerte der verwendeten Baustoffe festgestellt werden und ein mögliches Bemessungskonzept für eine Neubemessung festgelegt werden.

Die Untersuchung erfolgte dazu in 2 Stufen.

Nach einigen Testbohrungen am Pfeilerfuß und Pfeilerkopf wurde entschieden, ein umfangreiches Bohrprogramm durchzuführen, sowie die gesamten Pfeilerflächen abzufahren und Proben von Mörtelfugen und Granitsteinen zu nehmen.

In allen Pfeilern wurde eine Vertikal-Bohrung bis in die Fundamente hinein durchgeführt. Sie konnte vom Mittelstreifen der Autobahnbrücke aus durch die Fahrbahnplatte hindurch niedergebracht werden. Aus den 220 lfd m Bohrkernen \varnothing 120 mm konnten unzählige Prüfkörper gewonnen werden, an denen Rohdichte, Druckfestigkeit und E-Modul bestimmt wurden.

Die Untersuchungen an der Natursteinschale umfaßten Detailuntersuchungen am Fugenmörtel, am Naturstein und am Verbund Naturstein - Fugenmörtel.

Zur Untersuchung des Fugenmörtels wurden mit einem Hammerbohrer Löcher auf bis zu 50 cm Tiefe in den Pfeilerschaftbeton hineingetrieben. Über den Bohrwiderstand wurden Anhaltswerte über die Ausfüllung bzw. Fehlstellen sowie zur relativen Festigkeit gewonnen. Ausgewählte, repräsentative Bohrlöcher wurden gereinigt und mit einem Endoskop inspiziert und an markanten Stellen fotografiert.

(siehe Bild 10).

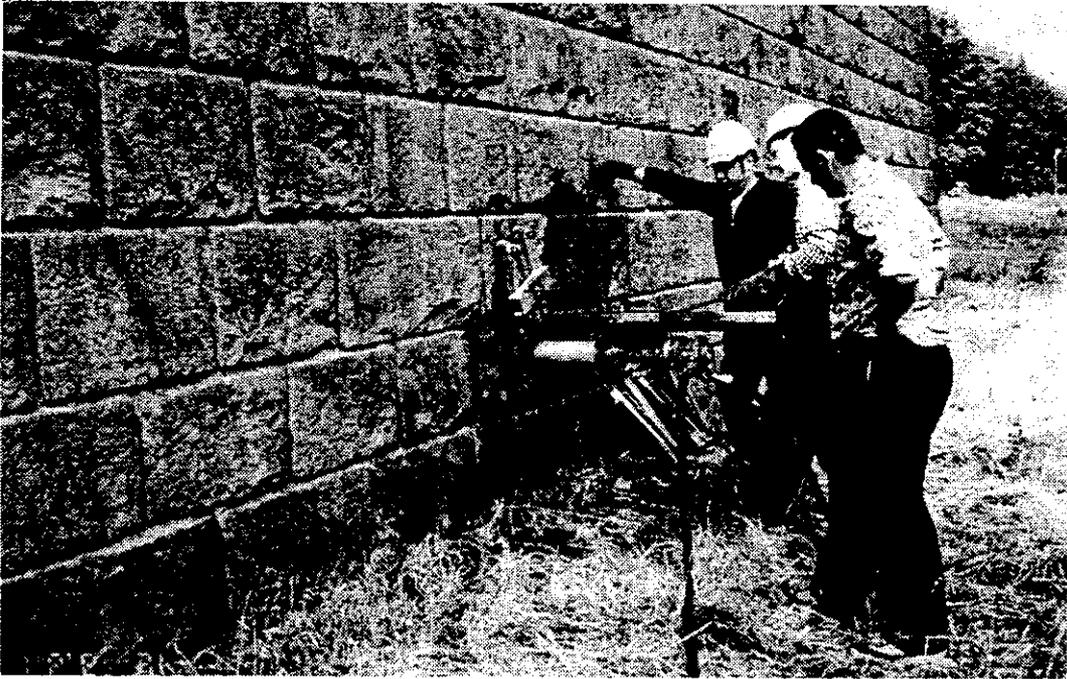


Bild 10 Kernbohrung

3.3 Untersuchungsergebnisse

Der Stampfbeton als Kies-/Splitt-Beton weist in den Betonierfugen die typischen Verdichtungsfehlstellen und Lunker auf. Aufgrund der manuellen Verdichtung treten stärkere Schwankungen der Festigkeit und Rohdichte auf. Diese bewegten sich jedoch in den bekannten Grenzen und es konnte eine gute Korrelation zwischen beiden Werten beobachtet werden.

Die Auswertung der Druckfestigkeit ergab unter Annahme der üblichen 5 % Fraktile mindestens einen Beton B 12. Nach Prof. Leonhardt [2] könnten wegen der Stampfbeton typischen Porenstruktur durchaus höhere Fraktilwerte angenommen werden.

Unter dem Ansatz einer 10 bzw. 20 % Fraktile ergeben sich Betongüten B 14 bzw. B 18 (Bild 11).

Der Pfeilerbeton wurde jedoch pauschal, auf der sicheren Seite liegend, für alle Pfeiler als B 12 ausgewiesen, ohne von einer möglichen Erhöhung Gebrauch zu machen.

Das Natursteinmauerwerk befindet sich insgesamt in einem sehr guten Zustand. Der Fugenmörtel ist von sehr guter Beschaffenheit, weitestgehend dicht und nur wenig angewittert. Die kontrollierten Fugen sind sorgfältig ausgefüllt und gestopft worden.

Vereinzelt sind korrodierte Ankereisen auszustemmen und zu verschließen.

Die Druckfestigkeit des Granitsteins beträgt über 180 N/mm^2 .

Aufgrund der guten Festigkeitswerte und des guten Erhaltungszustandes konnten die Pfeiler für die erhöhten Lasten der Verbundbrücke nachgewiesen werden.

Im Anschluß an die Pfeileruntersuchung erfolgte die Erkundung der Gründungsverhältnisse.

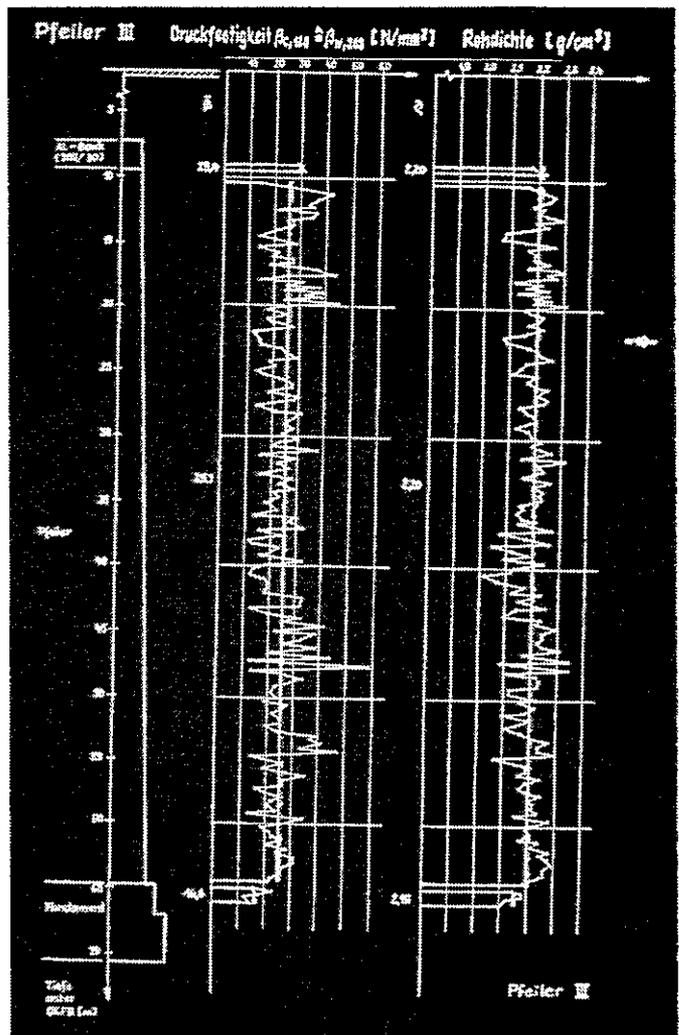


Bild 11 Druckfestigkeitsdiagramm

4. Baugrunderkundung

4.1 Allgemeine geologische Situation

Beide Talflanken sind von Mischwald bedeckt. Am oberen Ende gehen diese in lößbedeckte, landwirtschaftlich genutzte Flächen über. An der steileren Westflanke steht der Fels teilweise an der Oberfläche an. Sonst wird das Gestein durch unterschiedlich mächtige Hangschutt- und Talablagerungen überdeckt. Der Untergrund wird aus zwei Gesteinseinheiten, dem Komplex des Metagabbros (grün) und dem Komplex des Rhyolits (rot) aufgebaut. Im Grenzbereich beider Komplexe (in etwa bei Pfeiler Achse II) wurde der Rhyolit tektonisch und hydrothermal stark beeinflusst und stellt einen vergleichsweise schlechten Baugrund dar.

4.2 Erkundungsprogramm

Die Ziele der im Jahre 1992-93 durchgeführten Baugrunderkundungsmaßnahmen lassen sich kurz folgendermaßen zusammenfassen :

- Die bestehenden Gründungen waren bezüglich der zu erwartenden Lasterhöhung durch den Umbau zu überprüfen.
- Bei der Herstellung und zwischenzeitlichen Nutzung eines Überbaus in abgerückter Lage war zu klären, ob die nördliche oder südliche Seitenlage vorteilhafter wäre.
- Für die temporären Pfeiler mußten Gründungsvorschläge erarbeitet werden und das Zusammenwirken mit der benachbarten Gründung der gleichen Pfeilerachse berücksichtigt werden.

(siehe Bild 12).

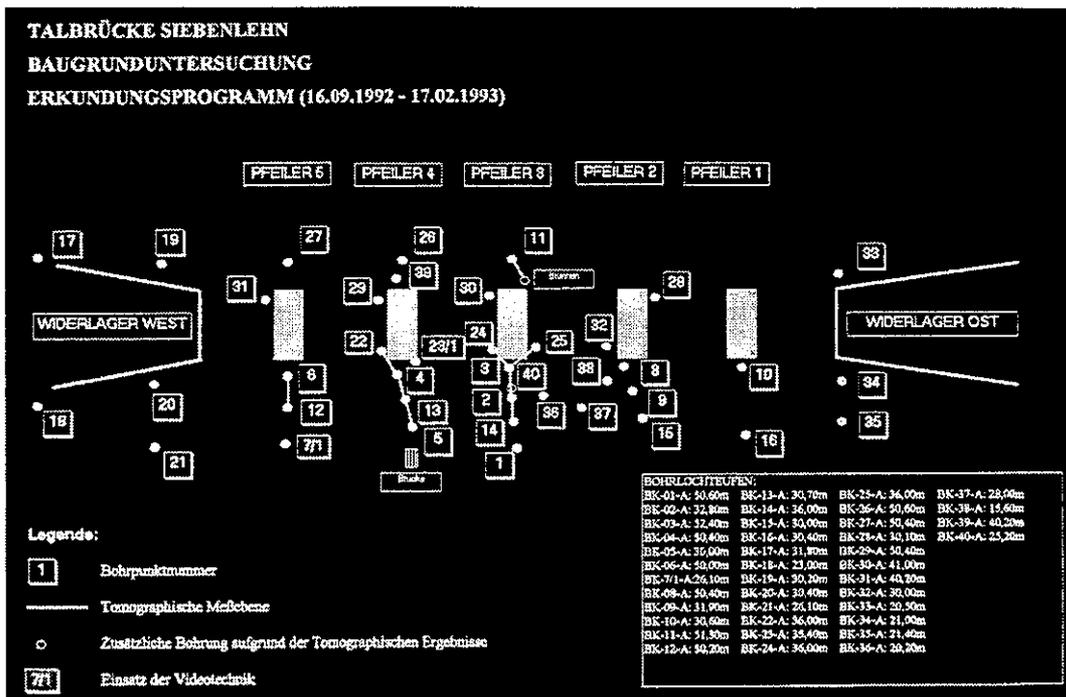


Bild 12 Erkundungsprogramm

4.3 Bergbauliche Erkenntnisse

Das Umfeld der Talbrücke Siebenlehn wird zum nördlichen Randbereich des Freiburger Bergreviers gezählt. Hier gehen die Anfänge des Bergbaus zurück bis auf das 12.-13. Jahrhundert. Die erste urkundliche Erwähnung des Siebenlehn Bergbaus stammt aus dem Jahr 1320 und die letzten Risse aus dem Jahr 1865. Diese Zeitspanne umfaßt alle drei Hauptperioden des Freiburger Bergbaus: Uraltbergbau, Altbergbau und Moderner Bergbau. Grubenrisse wurden nur in den beiden letzteren Epochen erstellt. Die Ausmaße des Uraltbergbaus sind deshalb nur ansatzweise bekannt.

Der Bereich der Talbrücke Siebenlehn wird von mehreren unterschiedlich streichenden und einfallenden Erzgängen durchzogen. Aus geologischen Gründen sind diese auf den Komplex des Metagabros beschränkt, welcher unter der westlichen Talflanke, dem Talgrund und östlich hinauf bis zu Pfeiler II ansteht. Ein Erzgang verläuft unmittelbar unter der Gründung des Pfeilers III und streicht gegen Westen unter das Fundament des Pfeilers IV. Weitere Erzgänge wurden südlich des Pfeilers III, IV und V nachgewiesen.

Bei Gründungsarbeiten der Brücke im Jahre 1936 wurden nicht dokumentierte Grubenbaue unter Pfeiler III und unmittelbar östlich neben Pfeiler IV gefunden. Im Gründungsbereich des Pfeilers III stieß man auf einen verfüllten Schacht, der bis zu einer Endtiefe von 13 m ausgehoben werden mußte. Da die Arbeiten bei Pfeiler IV zum Zeitpunkt der Entdeckung des Schachtes bei III weit fortgeschritten waren, konnte im Bereich des Pfeilers IV nur noch ein umfangreiches Verpreßprogramm durchgeführt werden.

Im Rahmen jetzt durchgeführten Erkundungsmaßnahmen wurden weitere Hohlräume jeweils südlich der Pfeiler V und III festgestellt. Südlich von Pfeiler IV steht eine ca. 14 m mächtige, inhomogen aufgebaute Lockersedimentüberlagerung an, deren Zusammensetzung auf bergbauliche Tätigkeit im Tagebau schließen läßt (Bild 13).

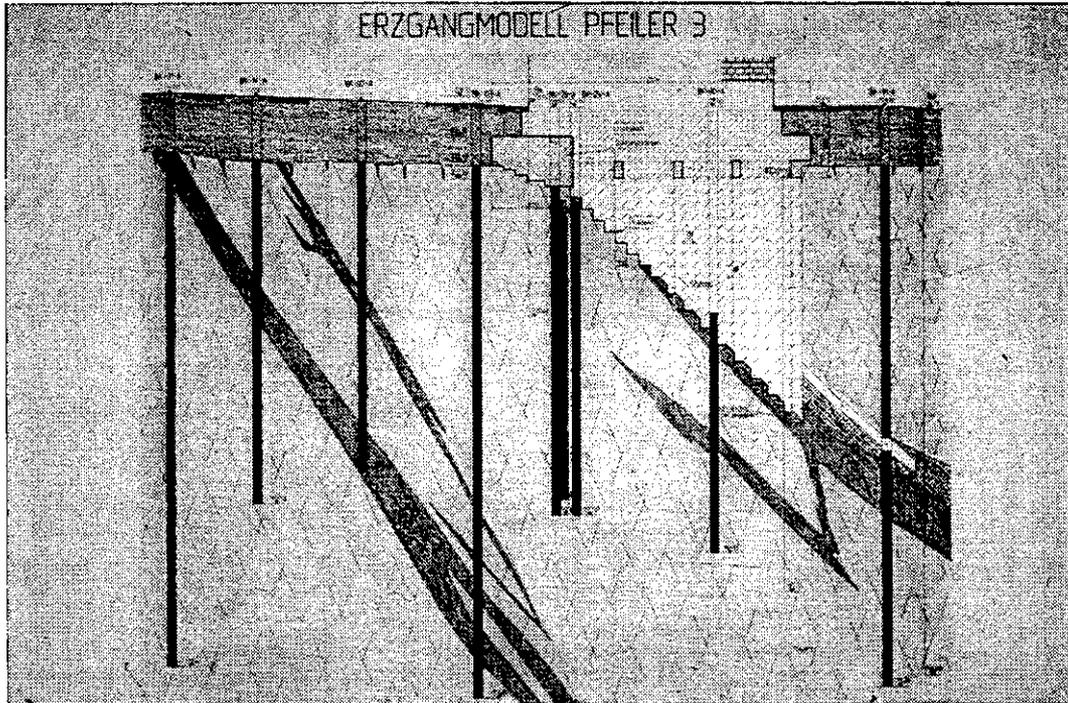


Bild 13 : Erzgangmodell
Pfeiler III

4.4 Gründungsverhältnisse im Einzelnen

4.4.1 Bestehende Gründungen

Die auf Fels gegründeten Fundamente in Achse I, II, III und V sind im Prinzip gegenüber den geplanten Lasterhöhungen von 30-45 % unempfindlich. Sie können somit ohne weitere Maßnahmen verwendet werden. Pfeiler IV wurde ebenfalls auf meist festem Fels gegründet, dennoch kam es während der Bauarbeiten zu meßbaren Setzungen und Setzungsdifferenzen, die abklagen, nachdem eine umfangreiche Injektionskampagne durchgeführt worden war. Deshalb wird eine Bodenvermörtelung im Bereich des vermuteten ehemaligen Tagebaus ausgeschrieben.

4.4.2 Gründung der temporären Pfeiler

In Achse I und V stehen dieselben Gründungsverhältnisse wie unter dem Bestand an, d.h. es können Flachgründungen auf Fels in geringer Tiefe vorgesehen werden.

In Achse II steht stark hydrothermal umgesetzter Rhyolit an, mit nicht auszuschließender Gefahr einer Hangrutschung. Eine Tiefgründung mit geneigten Pfählen und eine zusätzliche

Sicherung gegen Hangrutschung durch horizontale Felsanker wurde ausgeschrieben. Der temporäre Pfeiler III kann flach auf dem Fels in ca. 5 m Tiefe gegründet werden. Die Auffüllungen im Bereich des temporären Pfeilers IV sind durch eine Pfahlgründung zu durchfahren und die Pfähle in den tief anstehenden Fels einzubinden.

5. Der Ausschreibungsentwurf

Nachdem die Wiederverwendung der 60 Jahre alten Pfeiler und Gründungen durch die umfangreichen Untersuchungen abgesichert war, konnte mit dem eigentlichen Entwurf der neuen Autobahnbrücke begonnen werden (*Bild 14*).

Weil das vorhandene Gelände am Widerlager Chemnitz steil abfällt und das bestehende Widerlager mit 20 m Höhe zu monumental erscheint, wurde das neue Widerlager um 10,2 m zurückgesetzt und das Endfeld auf 71,4 m vergrößert. Die Auflagerbank wird vor das Widerlager gesetzt, um die große, breite Vorderfront zu gliedern. Der Abschlußbalken der Auflagerbank nimmt in verkleinertem Maßstab die neuen Pfeilerkopfformen auf (*Bild 15*).

Der neue Pfeilerkopf stellt das Bindeglied zwischen alter und neuer Bausubstanz dar. Ihm kommt zentrale Bedeutung für einen gelungenen, harmonischen Gesamteindruck des neuen Bauwerks zu. Die ersten Überlegungen gingen von einer verkleideten, kelchförmigen Aufweitung nur in Querrichtung aus. Nach genaueren Überlegungen wurde klar, daß aufgrund der erforderlichen Auflagerbankbreite von 26 m der Pfeilerkopf als selbständiges Bauteil zu erkennen sein müßte, und dieser Abschlußträger sich bewußt in Form und Material vom Pfeiler unterscheiden sollte.

Die Bestimmung der richtigen Bauhöhe des Kopfes und die dazu passende Aufweitung in Brückenlängsrichtung wurde wegen der räumlichen Wirkung an einem Arbeitsmodell im Maßstab 1:100 mit auswechselbaren Pfeilerköpfen untersucht. Es stellt sich heraus, daß eine ansprechende Wirkung in der Längsansicht bei Bauhöhen von 5-7 m erzielt wurde. Der niedrigere Träger wirkt besser, besonders auf den niedrigen Pfeilern in den Talhängen. In der Queransicht wirkt der schmale Kopf mit der nur 3,35 m breiten Auflagerbank sehr hoch. Durch eine Aufweitung in Brückenlängsrichtung von 3,35 auf 4,7 m und einer möglichst geringen Bauhöhe wird diesem Eindruck entgegengewirkt (*Bild 16*).

Die Lagerkräfte werden im obersten Bereich mit Hilfe einer kräftigen Vorspannung um ca. 30° umgelenkt. Die ca. 2 m dicken Wände sind in Druckstrebenrichtung geneigt und leiten die Kräfte weiter in die untere Platte, die für die weitere Lastausbreitung sorgt und Druckkomponenten aus der erneuten Kraftumlenkung aufnimmt. Der Pfeilerkopf ist als Hohlquerschnitt ausgebildet, um Nachteile von Massenbeton zu vermeiden und unnötiges Gewicht einzusparen (*Bild 17*).

Die auf ganzer Länge getrennten Überbauten werden als durchlaufende, einzellige Hohlkästen in Stahlverbundbauweise hergestellt. Bei einer Konstruktionshöhe von $h = 4,65$ m ergibt sich eine max. Schlankheit von 17,5. Die Überbaubreiten unterscheiden sich geringfügig. Da auf dem südlichen Überbau eine Lärmschutzwand anzuordnen ist, beträgt die Gesamtbreite 19,00 m, die des Überbaus Nord 18,75 m. Die Differenzbreite wird in Gesims und Kappe ausgeglichen.

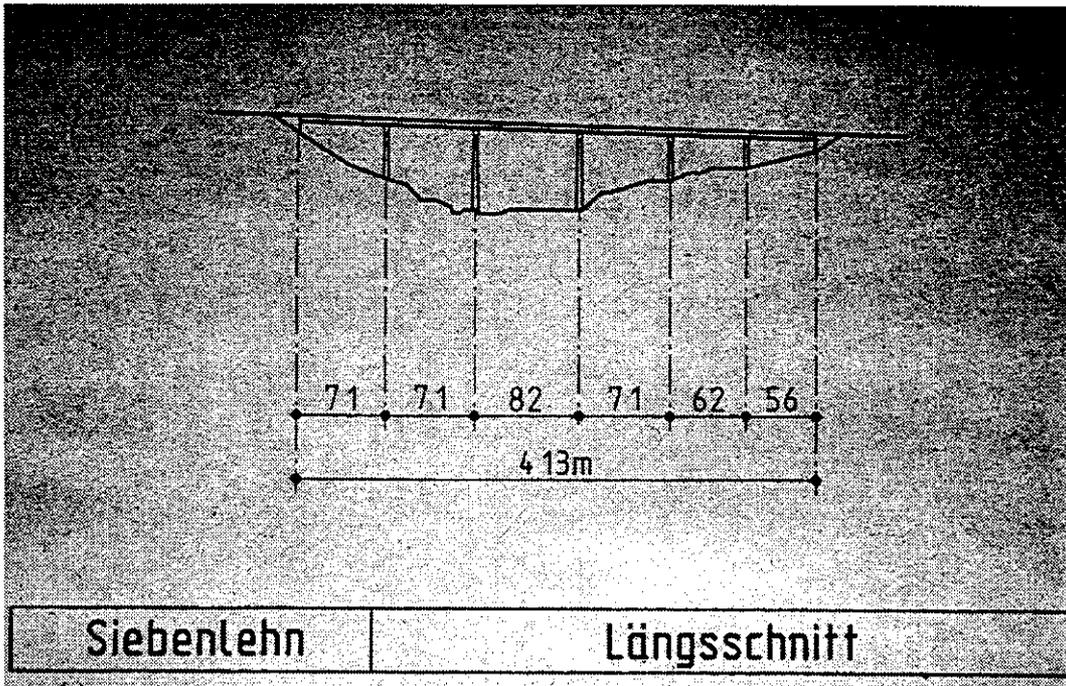


Bild 14 Übersicht neue Brücke

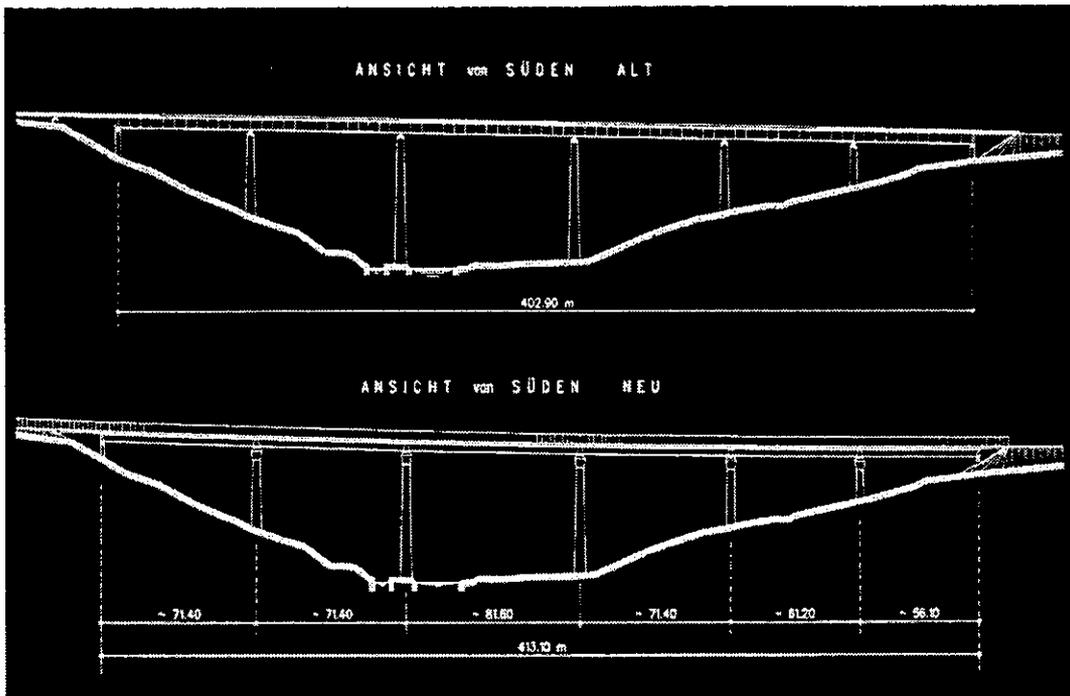


Bild 15 Vergleich neu und alt

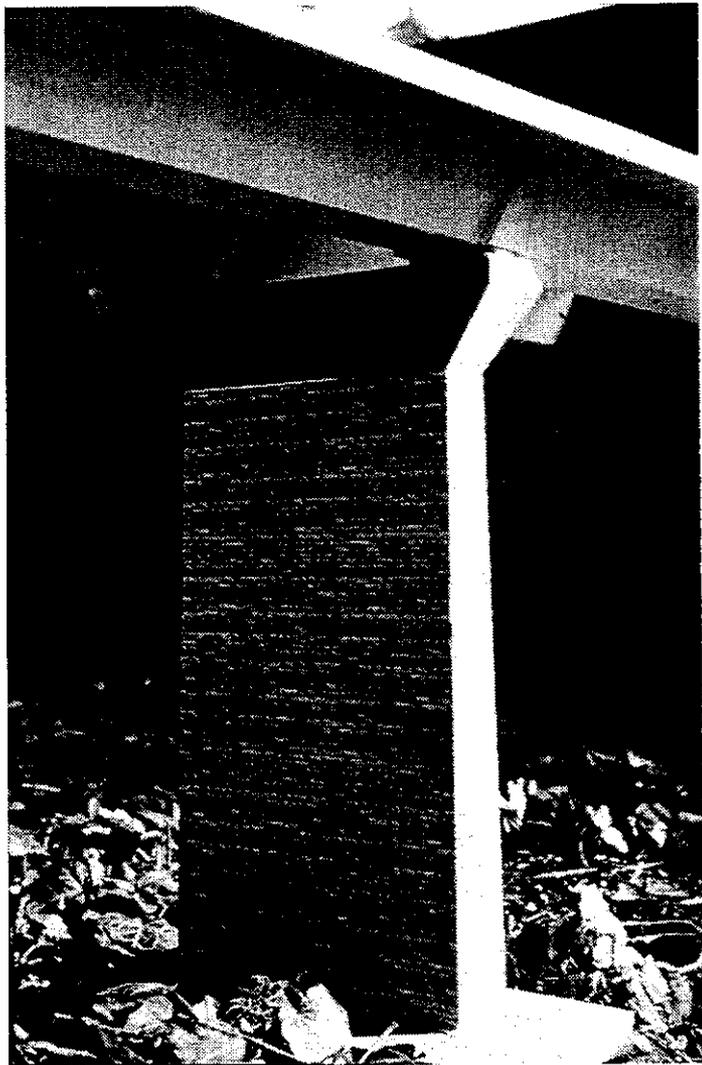


Bild 16 Modellbild Auflagerbalken

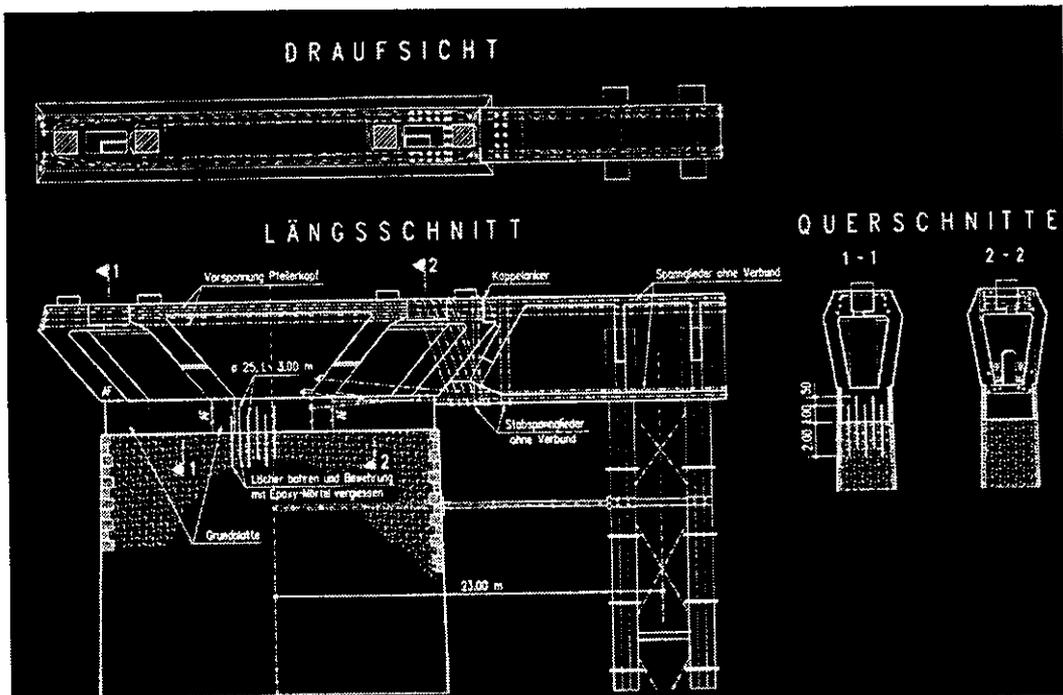


Bild 17 Pfeilerkopf-Querschnitt

Bedingt durch die geringe Pfeilerbreite für den Gesamtquerschnitt RQ 37,5 wurde der Lagerabstand möglichst klein gewählt. Bei dem gewählten Abstand von 4,60 m treten unter ungünstigster Lastkombination keine abhebenden Lagerkräfte auf (Bild 18).

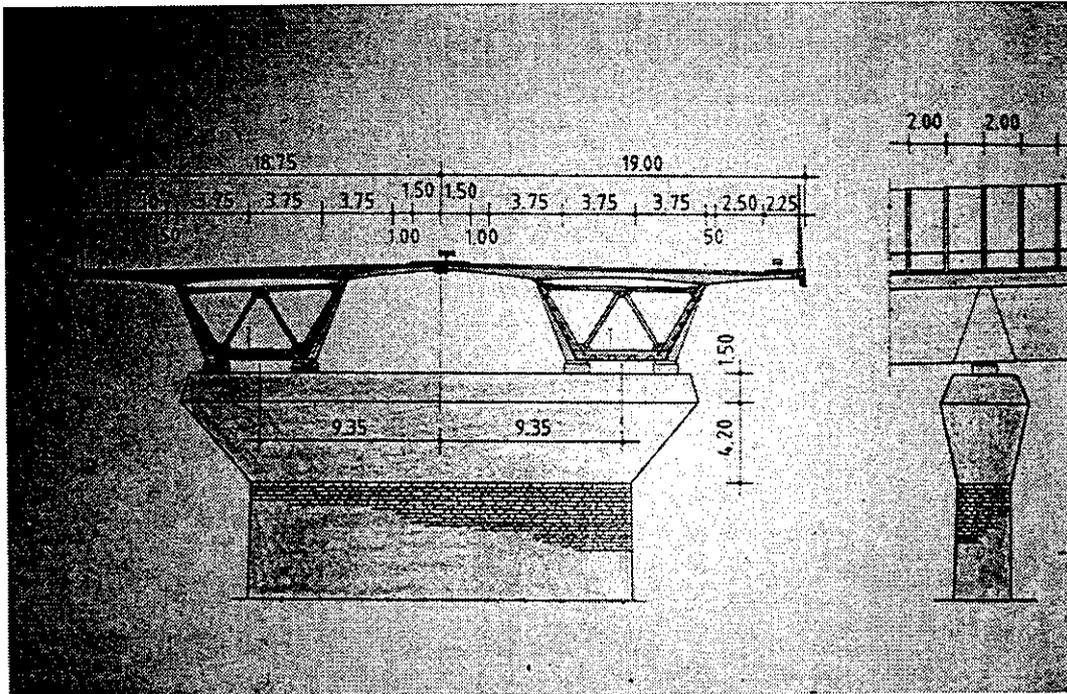


Bild 18 Querschnitt

Die Lager werden mittig zur Stegachse angeordnet, mit Stegsteifen innerhalb und außerhalb des Hohlkastens. Die außen liegenden Stegverstärkungen gliedern die ca. 30° gegen die Vertikale geneigten Stegflächen. Die Verstärkungen nehmen entsprechend dem Kraftfluß über die Steghöhe ab, in der Queransicht der Brücke werden dabei die Kanten des Pfeilerkopfes wieder aufgenommen.

Die Überbauten erhalten 90 cm hohe, helle Gesimsbänder, um die Brückenlinie zu betonen und in Verbindung mit den großen Kragarmen die Bauhöhe des Tragwerks in den Hintergrund treten zu lassen.

Die Lärmschutzwand von 4,5 m Höhe ist in transparenter Ausführung geplant.

6. Herstellung

6.1 Herstellung des südlichen Überbaus

Zunächst wird der südliche Überbau neben der bestehenden Brücke hergestellt werden.

Zur Abstützung des Überbaus werden temporäre Pfeiler errichtet, die am Ende der Baumaßnahme wieder abgebrochen werden. Sie waren als aufgelöste Betonpfeiler

(Fertigteile) mit Stahlverstreben zwischen den 4 Betonsäulen geplant. Zwischen den temporären und den bestehenden Pfeilern wird in der Ebene des Pfeilerkopfes ein ca. 6 m hoher Vershubträger als Hohlkasten in Beton ausgeführt und mit Spanngliedern biegesteif mit dem neuen Pfeilerkopf verbunden.

6.2 Abbruch und Umbau alter Überbauten

Nachdem der südliche Überbau hergestellt ist, kann der gesamte Verkehr in 4+0-Führung auf diesen umgelegt werden und die Demontage des alten Überbaus beginnen. Hierzu wird die Betonfahrbahn sukzessive zurückgebaut. Zur Demontage der Stahlkonstruktion können Hilfsstützen eingesetzt werden, analog zur Herstellung im Jahr 1936. Nun können die Pfeiler - soweit erforderlich - abgetragen und die beiden Widerlager abgebrochen werden. Die Pfeiler werden anschließend mit neuen Pfeilerköpfen versehen und die Widerlager neu aufgebaut. Die Vershubträger zwischen temporären Pfeilern und den neuen Pfeilerköpfen werden ergänzt (*Bild 19*).

6.3 Neubau des nördlichen Überbaus

In endgültiger Lage wird der nördliche Überbau analog zur Herstellung des südlichen Überbaus errichtet. Danach kann der gesamte Verkehr hierauf umgelegt werden und der südliche Überbau wird um 13,70 m in die endgültige Lage quer verschoben.

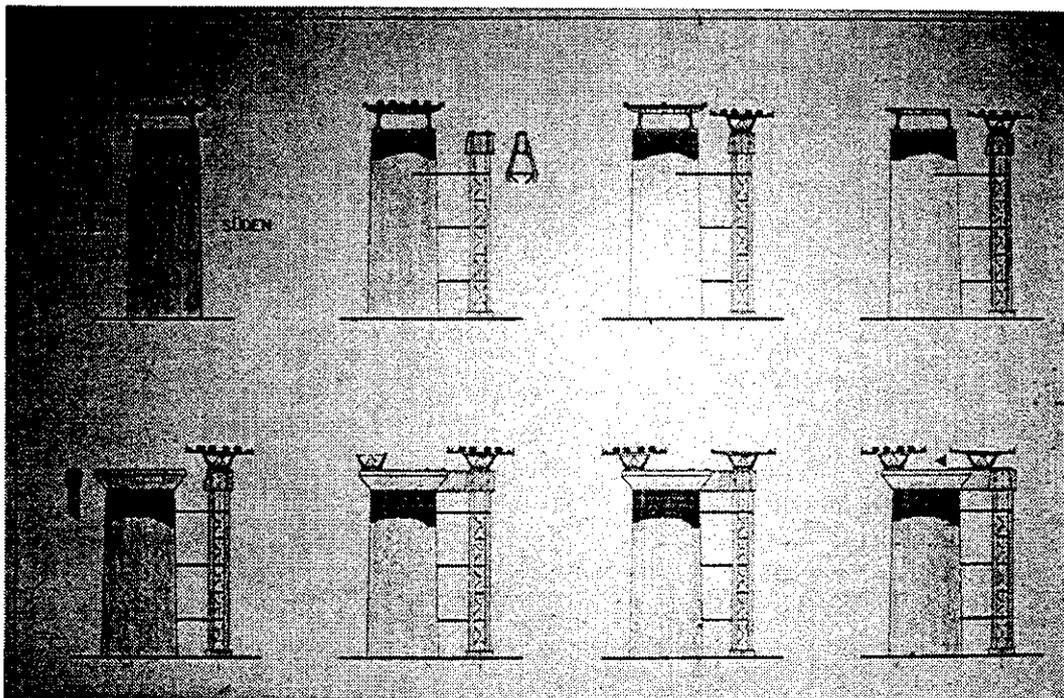


Bild 19 Bauablaufphasen

7. Ergebnisse der Submission und Vergabe

Die Bauarbeiten wurden 1993 europaweit ausgeschrieben. Von insgesamt 11 Bietern bzw. Bietergemeinschaften wurden 11 Hauptangebote zum Verwaltungsentwurf (HA) und 40 Nebenangebote (NA) abgegeben.

Die Angebotssummen der HA bewegten sich dabei zwischen brutto 50 Mio DM und 64 Mio DM.

Auf einige wesentliche Änderungsvorschläge soll im folgenden kurz eingegangen werden.

Typ a:

Temporäre Pfeiler und Querverschubträger in abgewandelter Ausführung

Alle Bieter machten eigene Vorschläge zur Ausbildung der temporären Pfeiler. Hohl Pfeiler in Gleitbauweise wurden insgesamt siebenmal vorgeschlagen.

Bei allen Vorschlägen in Gleitbauweise ist die Schmalseite des Pfeilers in Längsrichtung angeordnet und damit eine geringere Biegesteifigkeit längs erzielt worden. Nur in einem NA wird zusätzlich eine Längsabspannung zur Versteifung und preisgünstigeren Abtragung der Längskräfte eingeführt. Die elastischen Verformungen der Pfeilerspitze sind hier jedoch noch etwa doppelt so groß wie die des HA-Pfeilers. (siehe Bild 20).

Bild 20 Submissionsergebnis
Nebenangebote

Nebenangebote	
Änderungen an den Unterbauten	
a)	temporäre Pfeiler und Querverschubträger in abgewandelter Ausführung
b)	Widerlagergründung
c)	Pfeilerkopfausbildung
Änderungen zu den Überbauten	
d)	Doppelverbund
e)	Ausführung mit wetterfestem Stahl
f)	Verbreiterung bestehende Brücke
g)	4stegiger Querschnitt, Platte schlaff bewehrt
h)	Trassenverschiebung nach Süd, Überbauten auf alten und neuen Unterbauten
Änderung bei der Herstellung	
i)	ohne Montagehilfspfeiler in Feldmitte
j)	Betonierfolge Fahrbahnplatte im Pilgerschrittverfahren
k)	Querverschub beider Überbauten
l)	Einschub des Verbundquerschnitts
Preisnachlässe, Bauzeitveränderung	
m)	Preisnachlässe auf HA mit Bedingung bzw. Pauschalbetrag
n)	Bauzeitveränderung

Typ i:
ohne Montagepfeiler in Feldmitte

Im Verwaltungsentwurf wurde eine mögliche baupraktische Lösung vergeben, deren Massen fast ausschließlich durch die Bemessung für den Endzustand bestimmt waren. Es erschien vorteilhaft, Hilfsstützen zu verwenden, zumal diese insgesamt 3 mal verwendet werden könnten (1 mal für den Abbruch, 2 mal für die Herstellung der neuen Überbauten).

Die Bieter gaben für die Hilfspfeiler sehr hohe Kosten an.

Folgerichtig schlugen sie den Wegfall dieser vor.

Für den Längseinschub des Stahltrages mit doppelt so großen Spannweiten werden zusätzliche Stahlmengen erforderlich.

Typ j:
Betonierfolge der Fahrbahnplatte im Pilgerschrittverfahren

Aufgrund unserer bisherigen Erfahrungen wurde im Amtsentwurf das sukzessive Betonieren der Fahrbahnplatte ausgeschrieben, da die Firmen meist das Pilgerschrittverfahren umwandelten, um einen baupraktischeren Arbeitsablauf zu erzielen.

In diesem Fall war es umgekehrt.

Typ l:
Einschub des Verbundquerschnittes

Diese Herstellungsmethode, wie sie bei der Talbrücke Wilkau-Haßlau ausgeführt wurde, ist während der Ausschreibungsphase wiederholt überlegt worden, zumal man sich Bauzeitverkürzungen davon versprechen konnte. Insbesondere wegen den Unsicherheiten bei der Gründung der Hilfspfeiler wurde dieses Verfahren verworfen.

8. Ausführungsentwurf

Zum Ende meines Vortrages möchte ich Ihnen noch einige Bilder von der im Bau befindlichen Brücke zeigen.

Im August 1994 wurde mit den Gründungsarbeiten für die Hilfspfeiler begonnen, hier die Bohrfahlgründung in Achse 2.

Der fertiggestellte Hilfspfeiler demonstriert eindrucksvoll den Größenvergleich zwischen Hilfspfeiler und Originalpfeiler. Hier wird deutlich, daß der halbe RQ 37,5 Querschnitt nicht zu den alten Pfeilern gepaßt hätte (*Bild 21*).

Der Einschub des Stahltrages erfolgte im Taktschiebverfahren ohne Zwischenhilfsstützen vom WL Dresden aus in Abschnittslängen von ca. 30-35 m. Mit dem Schieben wurde im Dezember 1994 begonnen.

Die Fahrbahnplatte wurde in den Feldern mit kleineren Spannweiten fortlaufend und ab dem dritten Feld im Pilgerschrittverfahren betoniert (*Bild 22*).

Bild 23 zeigt den Einschub des Stahltrages mit dem Schnabel vor Erreichen des Pfeilers III. Im Vordergrund sind die Abspannseile der Pfeiler zu sehen, die wegen zu geringer Längssteifigkeit der Pfeiler erforderlich waren.

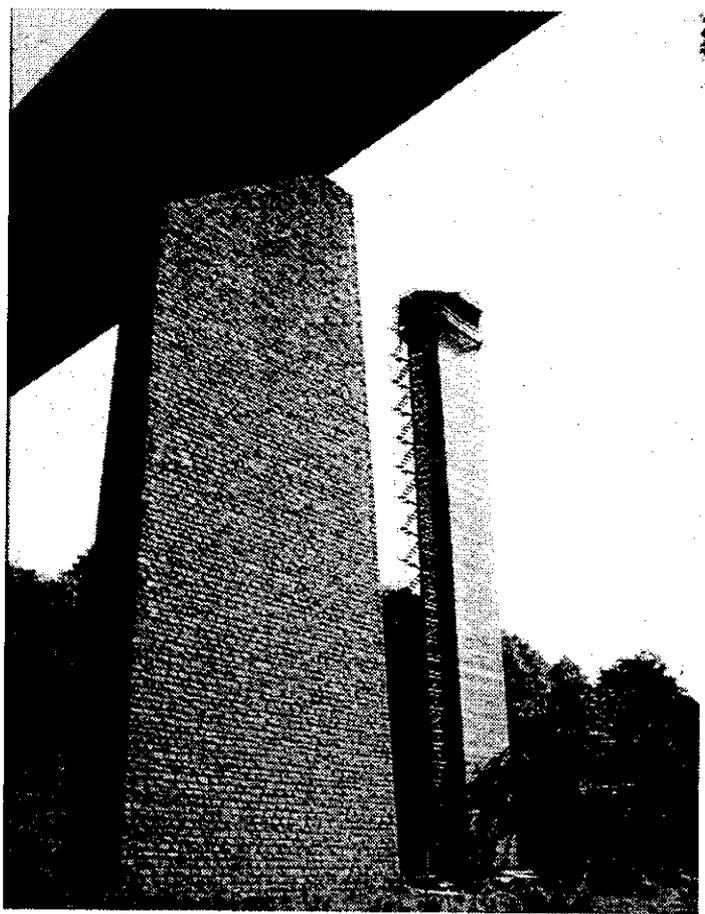


Bild 21 Größenvergleich Hilfspfeiler - Originalpfeiler

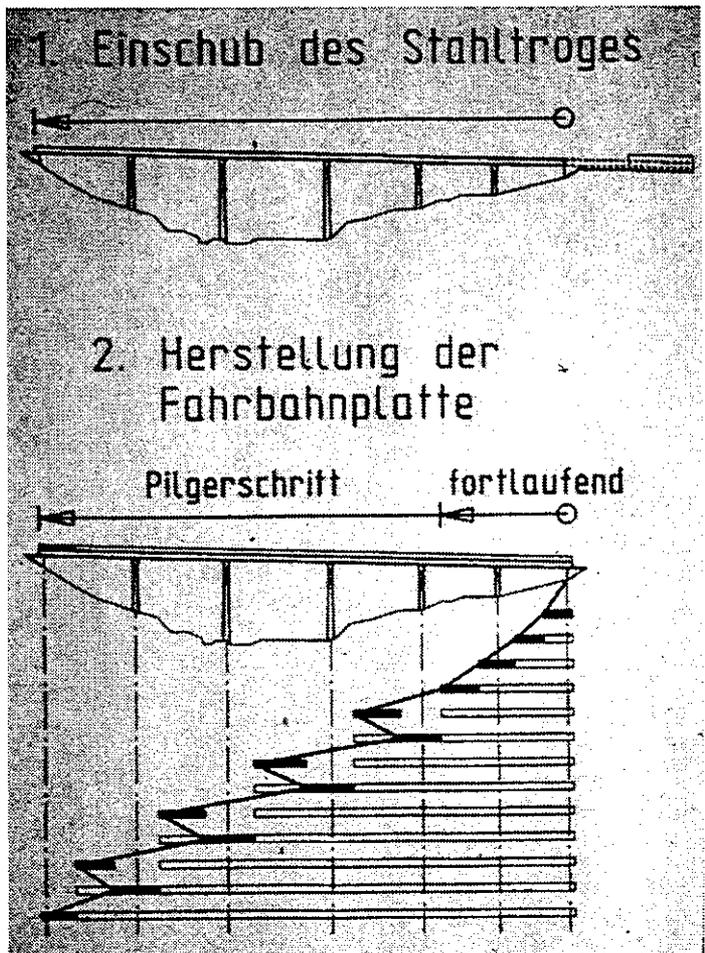


Bild 22 Einschub Stahltrog
Betonieren Fahrbahnplatte

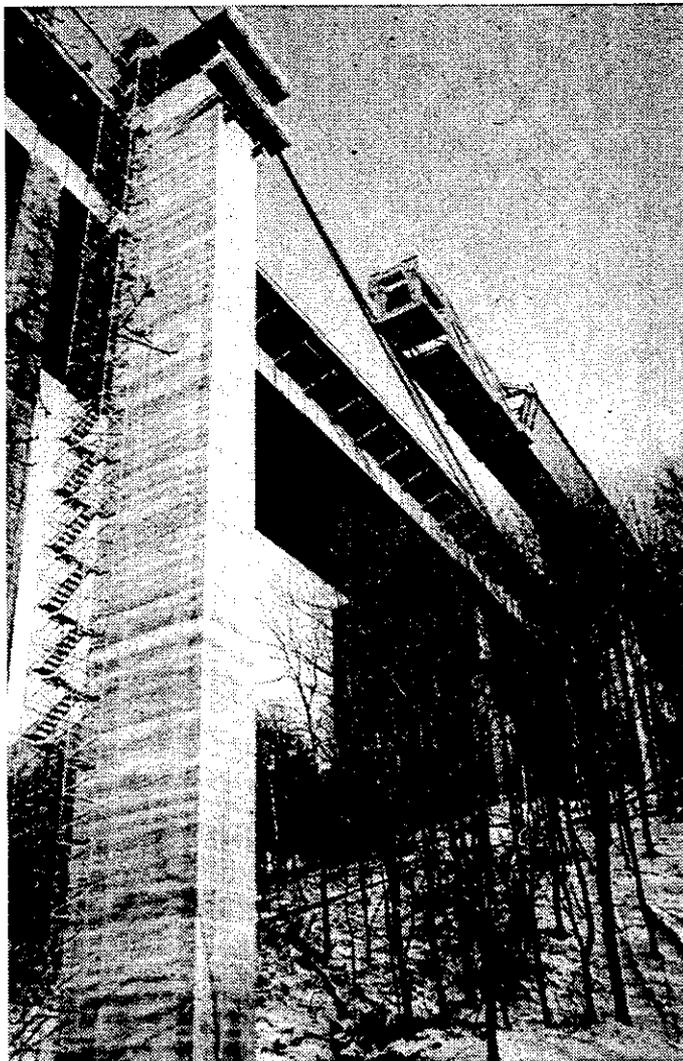


Bild 23 Schnabel vor Pfeiler III



Bild 24 Querschnitt Stahltrog

Der Stahltrug erreichte das andere Widerlager am 16.02.95, d.h. das Verschieben dauerte ca. 12 Wochen.

Die Brücke fällt von Siebenlehn kommend mit 4,8 %, um von der Mitte aus nach Hirschfeld mit 0,7 % zu steigen.

Das *Bild 24* zeigt einen Blick in den Stahltrug. Deutlich sind auf den Obergurten die Anschlußbleche der Querrahmen an die Fahrbahnplatte zu erkennen.

Die von uns als Christbäume bezeichneten Anschlüsse wurden erforderlich, um die Biegemomente in der Fahrbahnplatte infolge Verkehr örtlich auf der Platte, Eigengewicht Endzustand und zur Ableitung des ST-Vernant'schen Torsionsschubflusses abzuschließen, obwohl bei Ausbildung eines Gelenkes Rahmen und Fahrbahnplatte vollständig funktionsfähig wären (*Bild 25*).

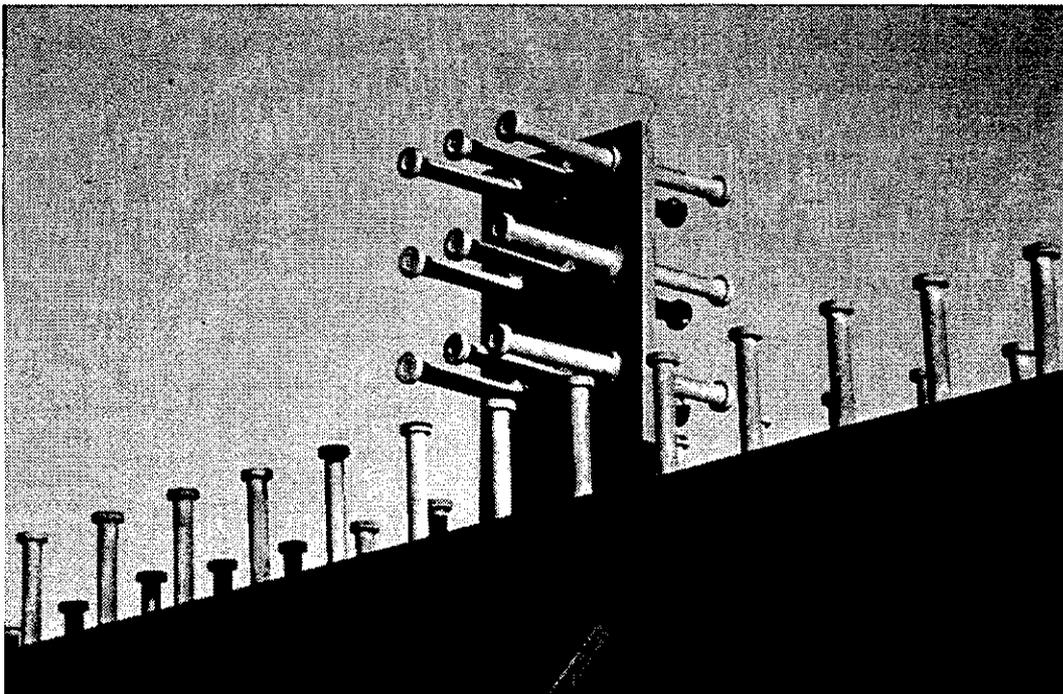


Bild 25 Anschlußstelle

Das *Bild 26* zeigt den Aufbau des Schalwagens für das Betonieren der Fahrbahnplatte. Der Schalwagen ist vollhydraulisch steuerbar und verfahrbar und hat eine Länge von 26 m und eine Breite von 19 m. Er fährt auf Schienen, die auf den Obergurt aufgeschweißt sind. Im Bereich der Lückentakte des Pilgerschrittverfahrens mußte der Bereich des Fahrwerkes zunächst bewehrungsfrei bleiben und mit Gewindestählen angeschlossen werden.

Für die Herstellung der Fahrbahnplatte wurden, wie schon erwähnt, das kontinuierliche Betonieren und das Pilgerschrittverfahren gewählt.

Beim Pilgerschrittverfahren wirkt das Eigengewicht des Betons nur auf den Stahltrug. Es werden vorauseilend die Feldabschnitte betoniert und dann zurückspringend der Abschnitt über der Stütze hergestellt, um die Zugspannungen in der Fahrbahnplatte so gering als möglich zu halten (*Bild 27*).

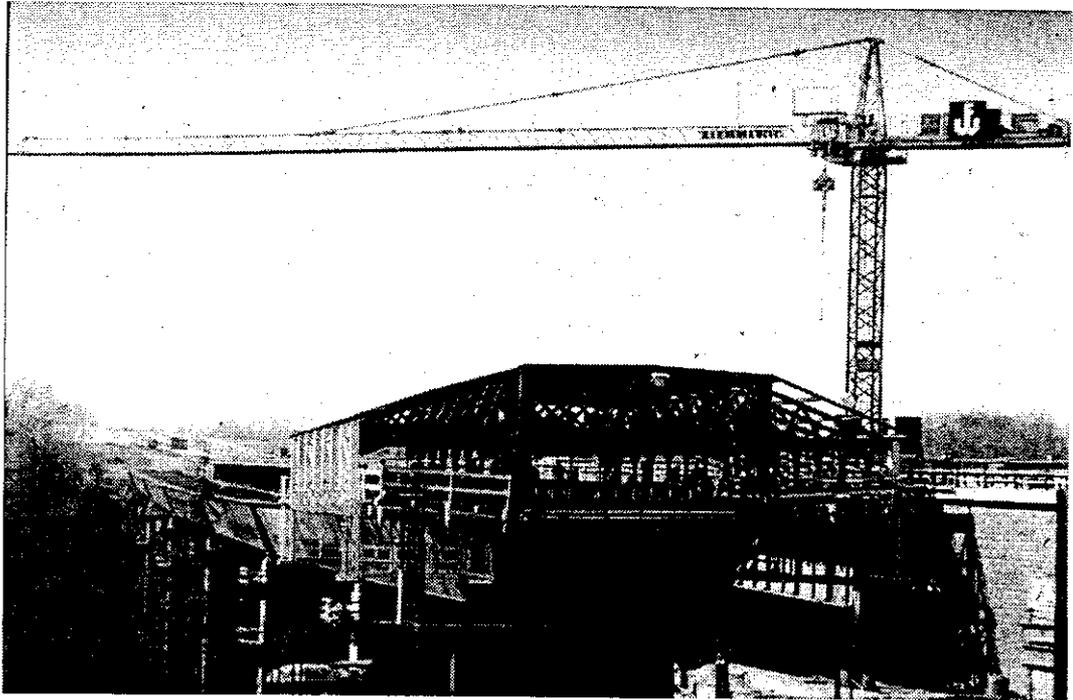


Bild 26 Schalwagen

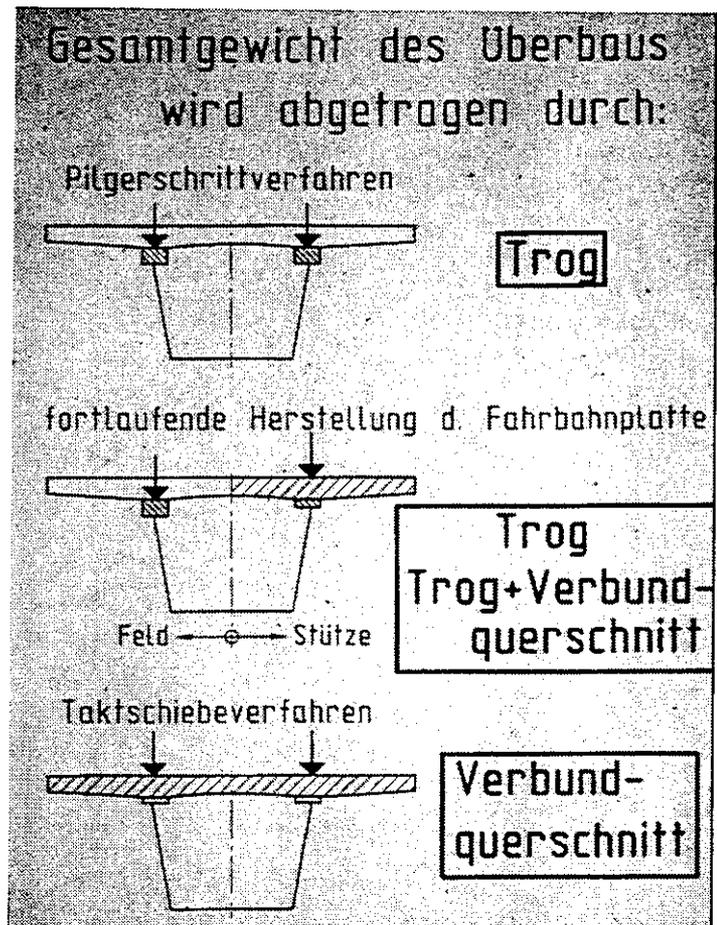


Bild 27 Abtragung des Eigengewichts durch Trog, Verbundquerschnitt

Beim kontinuierlichen Betonieren der Fahrbahnplatte, was in den ersten beiden Feldern ausgeführt wurde, wirkt das Eigengewicht des Betons im Feld auf den Stahltrug und über der Stütze auf den Verbundquerschnitt.

Im *Bild 28* wird das Prinzip des Pilgerschrittverfahrens deutlich, der Pfeilerbereich am Pfeiler III wurde übersprungen.

Die Fahrbahnplatte wurde im Juni 95 fertiggestellt.

Das *Bild 29* zeigt einen interessanten Vergleich der beiden Brücken von unten. Die ältere Brücke wirkt technischer, die neue eleganter.

Deutlich erkennbar ist auch der positive Effekt der Gliederung des Stahltrages durch die außen angeordneten Auflagersteifen, wenngleich die Ausführung vom Entwurf etwas abweicht.

Das *Bild 30* zeigt schematisch die Anordnung der Bewehrung der Fahrbahnplatte im Feldbereich.

Die Fahrbahnplatte wird in Querrichtung vorgespannt.

Aus Korrosionsschutzgründen wird die Rißbreite im Mittel auf 0,1 mm begrenzt.

Die Rißweitenbegrenzung ist für die Bestimmung der Längsbewehrung in der Fahrbahnplatte das maßgebende Kriterium. Durchlaufend sind 0,8 % Bewehrung erforderlich, der max. Bewehrungsanteil liegt bei 1,8 %.

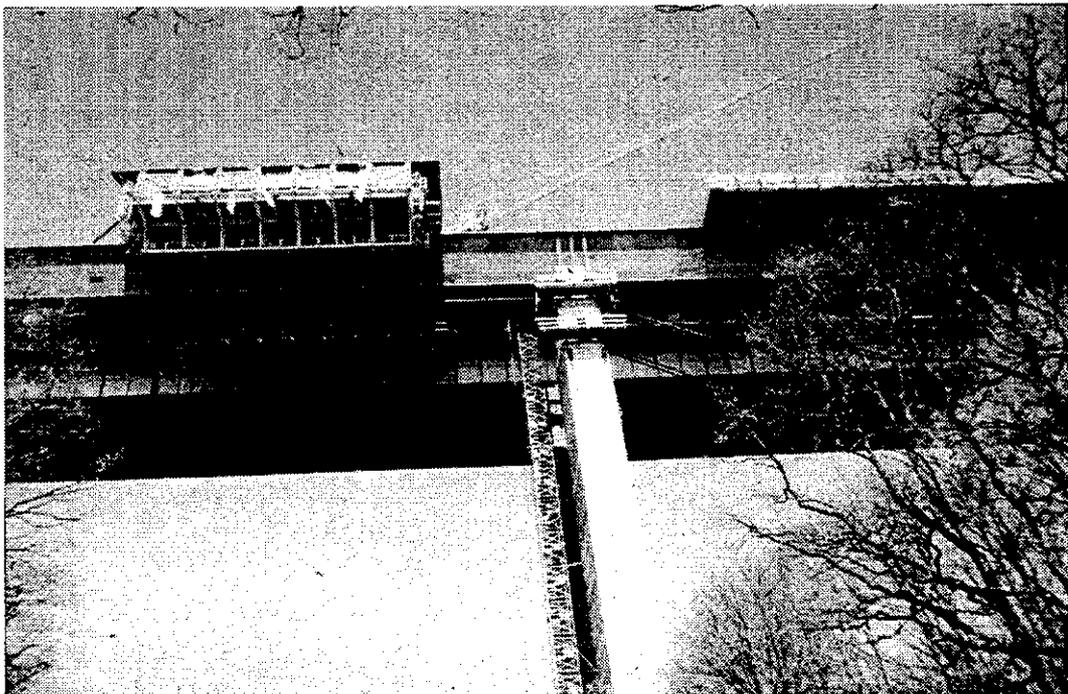


Bild 28 Schalwagen hinter Pfeiler III

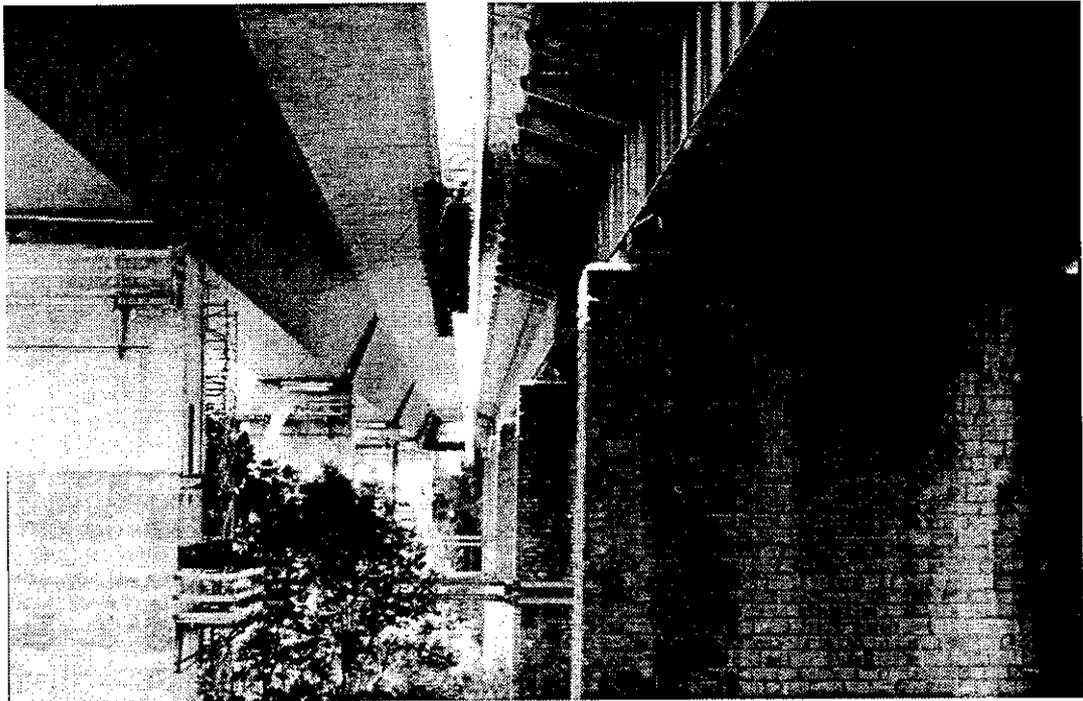


Bild 29 Vergleich neue - alte Brücke

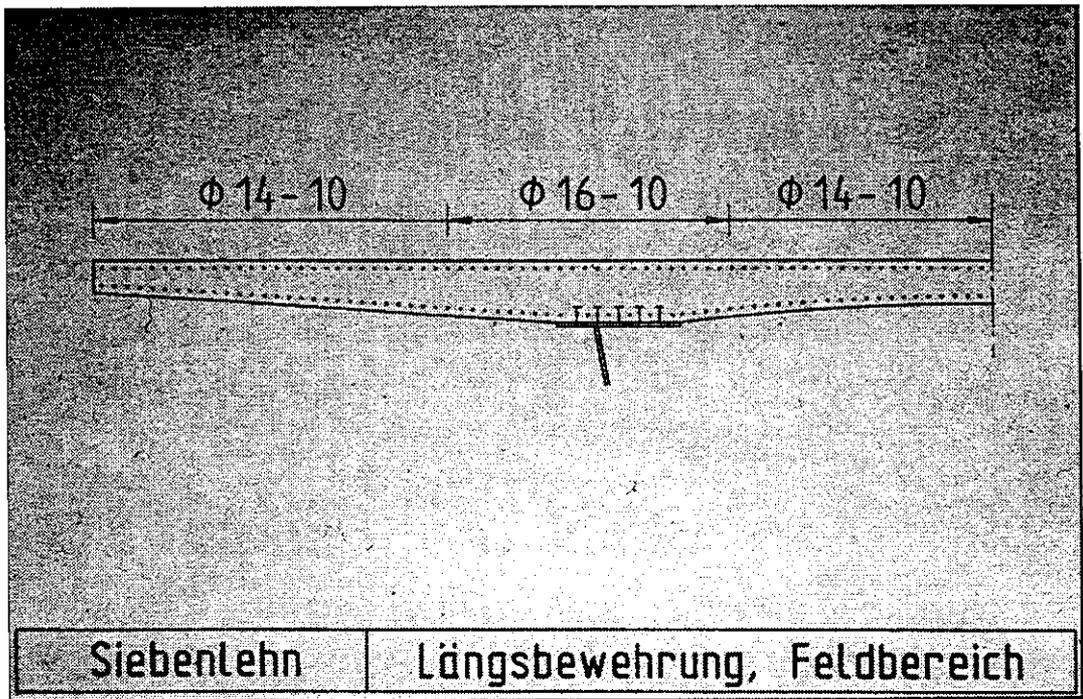


Bild 30 Bewehrung Fahrbahnplatte Feldbereich

Die Pfosten der Lärmschutzwand wirken trotz ihrer 4,50 m Höhe sehr elegant, was durch die Verjüngung des Querschnitts nach oben erreicht wurde.

Im August 95 wurde der Deckasphalt aufgebracht. Nach Komplettierung konnte danach der Verkehr auf die neue Richtungsfahrbahn umgelegt werden.

Im September des letzten Jahres konnte dann mit dem Abbruch des bestehenden Überbaus und dem Teilabbruch der Pfeiler begonnen werden.

Der Abbruch zeigte deutlich das statische System der alten Brücke. Der Beton liegt auf sekundären Längsträgern, diese wiederum in Gleitschuhen auf den Querträgern und diese sind wiederum mit den Hauptträgern verbunden.

Soweit möglich, wurden in den ersten Feldern die Hauptträgerteile direkt über dem Gelände abgetrennt und fielen nach der Durchtrennung wie hier etwa 9 m tief in das Gelände.

Da man nicht, wie in der Ausschreibung vorgesehen, die Zwischenhilfsstützen verwenden wollte, mußte der bestehende Stahlüberbau zum Abbruch verstärkt werden, was sich infolge der kalten Jahreszeit ungünstig auswirkte.

Im Dezember 95 ist das Auflager auf Pfeiler 2 entlastet, die Brücke entsprechend gekrümmt und der Teilabbruch des Pfeilers 2 hat begonnen.

Das *Bild 31* zeigt die Schalung für den Pfeilerkopf am Pfeiler 1, der in der Zwischenzeit betoniert, aber leider noch nicht ausgeschalt wurde.

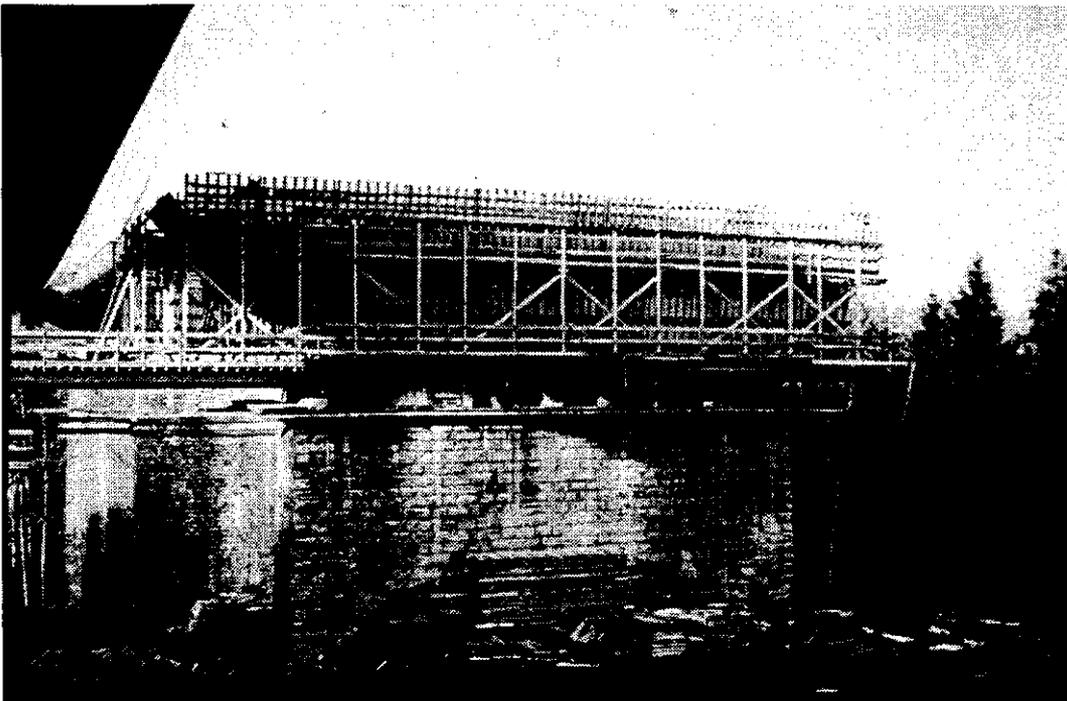


Bild 31 Schalung Pfeilerkopf

Die Arbeiten für den 2. Überbau und der Querverschub des 1. Überbaus sollen bis Ende dieses Jahres abgeschlossen sein.

Ich möchte mich an dieser Stelle bei unseren Auftraggebern

- dem Bundesministerium für Verkehr
- dem Sächsischen Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit
- dem Autobahnamt Sachsen und
- der DEGES Deutsche Einheit, Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH

für die gute Zusammenarbeit bei dieser schwierigen Bauaufgabe bedanken und dafür, daß ich über das Bauwerk berichten durfte (*Bild 32*).

Beteiligte	
BAUHERR :	Bundesrepublik Deutschland Bundesstraßenverwaltung vertreten durch den Freistaat Sachsen und dieser vertreten durch die DEGES Deutsche Einheit, Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH
Entwurfs- und Ausschreibungsplanung :	Leonhardt, André und Partner Zweigniederlassung Dresden
Entwurfsvermessung :	IVD Ingenieurvermessung Dresden
Baustoffuntersuchung :	SAXOTEST, Dresden
Baggrundbeurteilung / Gründungsberatung :	Ingenieurbüro Schäfer · Wibel · Leinenkugel, Chemnitz GEOCONSULT, Essen
Ausführungsplanung :	Leonhardt, André und Partner, Stuttgart
Prüfingenieur :	Dipl.-Ing. Ulrich Weyer, Dortmund
Bauüberwachung :	Ingenieurbüro BUNG
Baubausführung :	Wayss & Freytag AG Baresel HTP GmbH Heinrich Weller

Bild 32 Beteiligte

