

## 4 Bogenfreivorbau der Brücke über die Wilde Gera

*Dr. sc. techn. Roland von Wölfel*

*Köhler + Seitz Beraten und Planen GmbH, Nürnberg*

### 4.1 Allgemeines

Das Verkehrsprojekt Deutsche Einheit Nr. 16 sieht den Bau einer Autobahn durch den Thüringer Wald vor [1]. Sie verbindet Thüringen mit Bayern und bindet den Thüringer Wald und die Regionen Suhl und Meiningen an das Autobahnnetz an (Bild 4.1). Die Trasse quert den Kamm des Thüringer Waldes von Ilmenau nach Zella-Mehlis. Unmittelbar vor dem Rennsteigtunnel als der Hauptkammdurchquerung wird die Autobahn in Ost-Westrichtung über das tiefe Tal der Wilden Gera geführt. Die gewählte Trassenführung ergibt dabei Höhen von ca. 110 m über dem Talgrund. Weitere Zwangspunkte bei der Bauwerksgestaltung stellen die im Tal verlaufende Landesstraße L 2149 von Gräfenroda nach Gehlberg und die DB-Strecke Zella-Mehlis-Gräfenroda dar.



**Bild 4.1:** Verkehrsprojekt Deutsche Einheit Nr. 16

## Verwaltungsentwurf

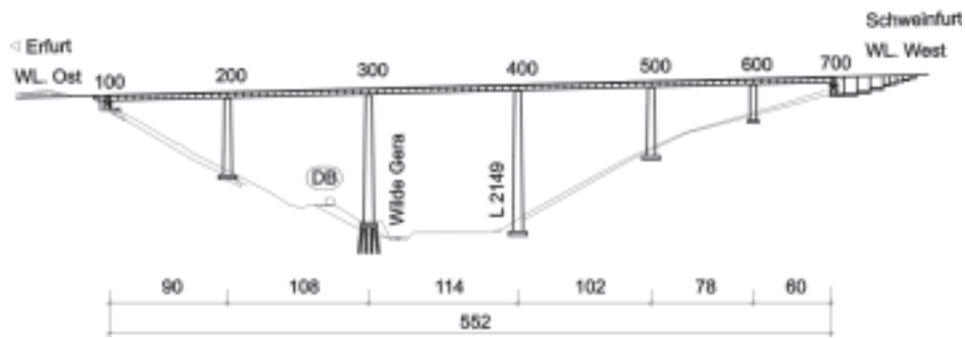


Bild 4.2: Verwaltungsentwurf

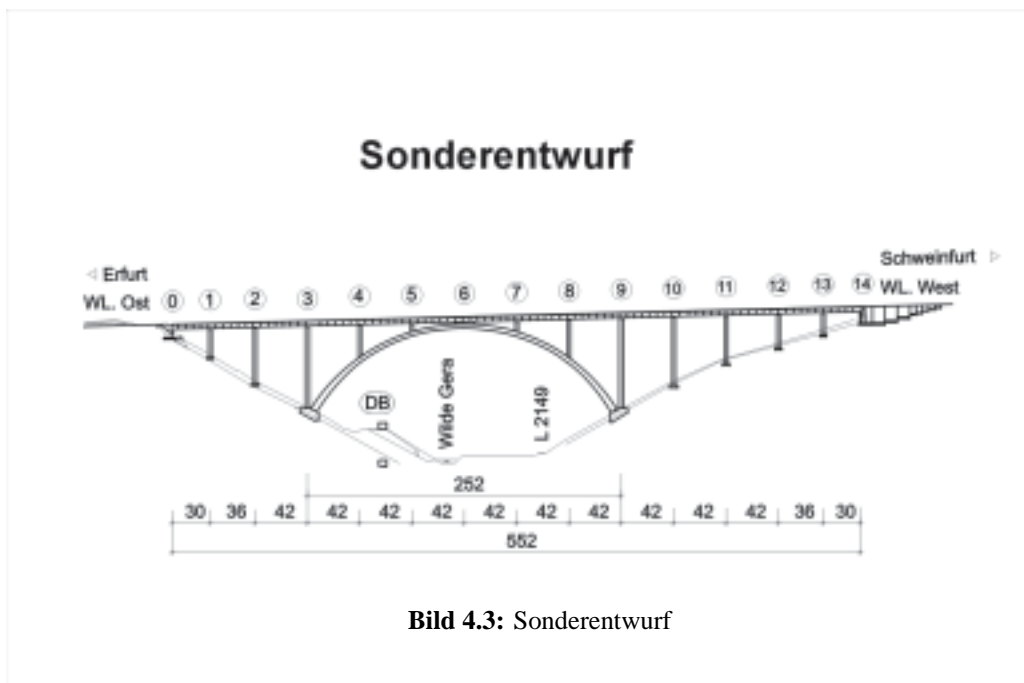
### 4.2 Zum Verwaltungsentwurf

Für die Autobahn ist der Regelquerschnitt RQ 26 vorgesehen. Auf dem Überbau der Brücke wird der Regelquerschnitt RQ 26 auf einem einteiligen Querschnitt weitergeführt, wobei bei einer Fahrbahnbreite von 10,0 m je Richtungsfahrbahn zwei Fahrstreifen und ein Standstreifen angeordnet werden. Bei späteren Instandsetzungsarbeiten ist damit eine 3+0-Verkehrsführung auf einer Brückenseite möglich. Eine sonst übliche 4+0-Verkehrsführung ist nicht notwendig, da die Brücke unmittelbar zwischen zwei Tunnel liegt und aus Kostengründen Tunnel nur für eine 3+0-Verkehrsführung ausgelegt werden. Im Bauwerksbereich ist die Autobahn auf der gesamten Brückenlänge in einem Kreisbogen mit einem Radius von  $R = 5200$  m trassiert. Die Gradienten der BAB liegt im Bauwerksbereich in einer Geraden mit einer konstanten Steigung von Osten nach Westen von 2,564% und einem konstanten Quergefälle als Dachprofil von 2,5%.

Im Verwaltungsentwurf war das statische System des Überbaus eine parallelgurtige Balkenbrücke im Talfeld mit linear veränderlichen Bauhöhen in den Hangfeldern (Bild 4.2). Die Konstruktionshöhe des Überbaus nahm dabei von 5 m im Talfeld auf 4 m bzw. 3,79 m zu den Widerlagern hin ab. Die Stützweiten betragen  $90 + 108 + 114 + 102 + 78 + 60 = 552$  m. Als Besonderheit wurde vom Bauherrn, vertreten durch die DEGEG, ein einteiliger Stahlverbundüberbau [2] gewählt. Bei der Talbrücke Wilde Gera wurde dieser Überbau erstmalig vorgesehen, bei weiteren Brücken der DEGEG wurde er inzwischen mehrmals ausgeschrieben. Alle Pfeiler werden als Stahlbeton-Hohl Pfeiler ausgebildet. Pfeiler Achse 300 wird auf Großbohrpfählen gegründet. Da im Talgrund im Bereich der Achse 300 eine Deponie vorhanden ist, wurde eine Deponieverlagerung geplant. Außerdem war eine Verlegung der Wilden Gera im Bereich des Pfeilers vorgesehen. Alle anderen Pfeiler werden direkt auf Fels bzw. auf mit dem anstehenden Fels verzahntem Unterbeton B 15 flach gegründet.

### 4.3 Zum Sonderentwurf als Bogenbrücke

Das Ingenieurbüro Köhler+Seitz hat gemeinsam mit der Baufirma Hörnig einen Sondervorschlag als Bogenbrücke (Bild 4.3) erarbeitet und dem Bauherrn angeboten. Dabei kam uns zugute, daß erst durch den einteiligen Überbau eine wirtschaftliche Bogenvariante möglich war. Der Sonderentwurf ergab gegenüber dem Verwaltungsentwurf einen Kostenvorteil von mehreren Millionen DM. Deshalb wurde



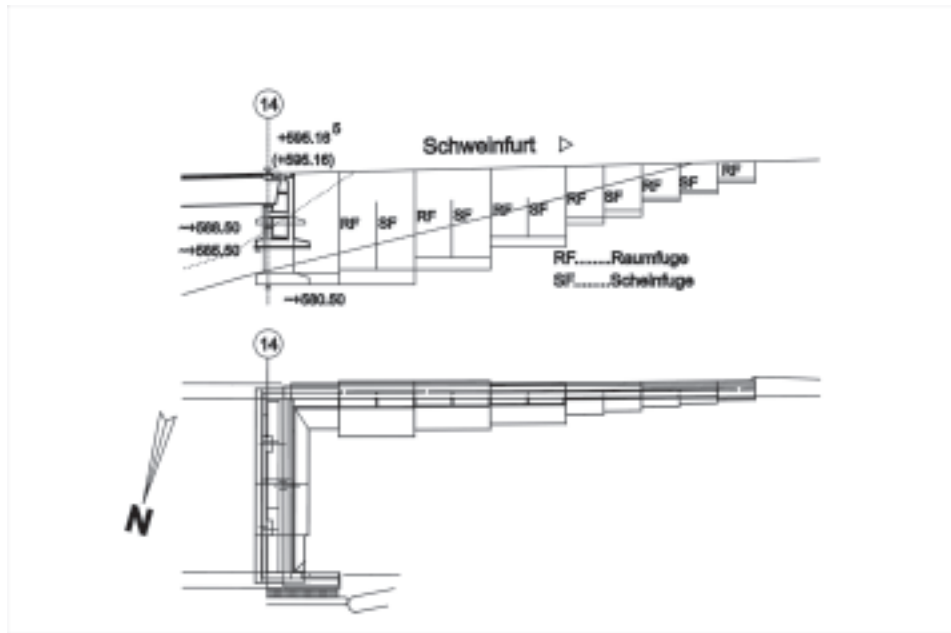
aus wirtschaftlichen Gründen, aber auch aufgrund der besonderen ästhetischen Gestaltung der Sonderentwurf Bogenbrücke vom Bauherrn ausgewählt und mit einem pauschalen Preis an die Baufirma Hörnig Weimar vergeben. Dadurch erfolgen im Bereich der vorhandenen Deponie im Talgrund keine Gründungsmaßnahmen, die ursprünglich geplante Verlagerung der Deponie ist somit nicht mehr erforderlich. Besondere Sicherungsmaßnahmen im Bereich des vorhandenen Bahndammes, der als gemauerter Damm ca. 50° geneigt und ca. 17 m hoch ist, und auch bei der Landesstraße entfallen ebenfalls. Eine Verlegung der Wilden Gera ist nicht mehr erforderlich.

Zur Verdeutlichung der Einbindung des Bauwerks in die Landschaft wurde für die Angebotsabgabe sowohl ein Modell als auch eine 3-D-Computersimulation erstellt.

Um eine „bogenfreundliche“ Gestaltung des Bauwerks zu erreichen, wurden einige geometrische Randbedingungen gegenüber dem Verwaltungsentwurf modifiziert:

1. Der Grundrißradius der Gradienten wurde im Bereich des Bauwerks von 5200 auf 7800 m vergrößert, um geringere Außermittigkeiten der Bogenpfeiler auf dem im Grundriß geraden Bogen zu erhalten. Eine weitere Vergrößerung des Radius oder sogar eine Gerade war nicht möglich, da die direkt angrenzende Schwarzbachtalbrücke bereits vergeben war. Damit stand nur eine begrenzte Strecke zur Trassierungsänderung zur Verfügung.
2. Das gesamte Bauwerk wurde um 3 m in westliche Richtung verschoben, um den Bogen symmetrisch in das Tal einzupassen. Damit haben die Kämpferfundamente die gleiche Höhenkote, was der Ästhetik zugute kommt.
3. Die Stützweiten der Bogenbrücke betragen bei unveränderter Bauwerksgesamtlänge  $30 + 36 + 10 \times 42 + 36 + 30 = 552$  m.

Um weit genug von dem Bahndamm wegzukommen und die Bogenkämpfer in gut tragfähigem Untergrund zu gründen, entstand die Bogenspannweite von  $6 \times 42 \text{ m} = 252$  m. Daß sie damit Deutschlands größte Bogenbrücke wird, war nicht beabsichtigt. Unter den Betonbogenbrücken Europas nimmt die Talbrücke Wilde Gera den 5. Platz, in der Welt die 11. Stelle ein [3].



**Bild 4.4:** Widerlager Achse 14



**Bild 4.5:** Widerlager Achse 14 in Bau

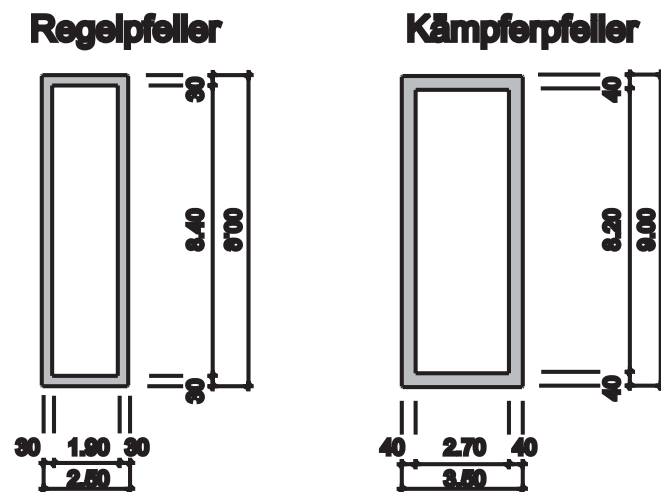


Bild 4.6: Pfeilerquerschnitt

#### 4.4 Widerlager

Beide Widerlager werden kastenförmig als Hohlwiderlager (Bild 4.4 und Bild 4.5) ausgebildet und sind über Stahltüren begehbar. Die vordere Widerlagerwand ist 0,5 m dick und weitet sich im Bereich der Auflager auf 1,2 m auf, um Lager und Lagerpressen aufzunehmen. Infolge der Hanglage werden die Geländesprünge vor dem westlichen Widerlager mit Gabionen gesichert. Die Hanglage (Bild 4.6) beeinflusst auch die Flügelängen und das Niveau der Gründungssohlen. Der südliche Parallelflügel des westlichen Widerlagers wird auf einer Länge von ca. 65 m als Winkelstützmauer fortgeführt, um den spitzwinkligen Hanganschnitt auszugleichen. Die Gründung verläuft - der Hangneigung folgend - treppenförmig, so daß die Wandhöhen zwischen Widerlager und Stützwandende zwischen 17 m und 2 m betragen.

#### 4.5 Pfeiler

Die Abmessungen der rechteckigen Hohlkastenpfeiler betragen 2,5 x 9,0 m beim Regelpfeiler und 3,5 x 9,0 m beim Kämpferpfeiler (Bild 4.6). Die Wanddicke beträgt 30 cm, beim Kämpferpfeiler 40 cm. Der Pfeilerkopf ist so dimensioniert, daß neben den Lagersockeln das beidseitige Aufstellen von hydraulischen Pressen zum Anheben des Überbaus möglich ist. Die Sichtflächen der Pfeiler werden mit vertikaler Brettstruktur geschalt (Bild 4.7).

Da sich das Bauwerk als Zwischenquartier für die Besiedlung mit Fledermäusen eignet, werden bereits bei der Planung und Bauausführung einige Detailpunkte diesbezüglich angepasst. So erhalten alle Pfeiler an den Türöffnungen am oberen Abschluß einen Einflugschlitz von ca. 10 cm Höhe. Kunststoffrohre zur Entwässerung und Belüftung des Bogens werden durch raue unglasierte Tonrohre ersetzt, um eine bessere Ultraschallübertragung zu gewährleisten. Aus gleichem Grund werden im Zutrittsbereich die Widerlager und Hohlpfeiler mit Stein- bzw. Kiesschüttungen ausgestattet. Auf sonst übliche



**Bild 4.7:** Kämpferpfeiler





**Bild 4.8:** Pfeilerfundament

Vogelflugschutzvorrichtungen wird gänzlich verzichtet

#### 4.6 Gründung

Die Gründungsverhältnisse sind recht einheitlich. Am Standort sind die Felsgesteine des Rotliegenden durch die Goldlauterer und Oberhöfer Schichten geprägt. Diese entstanden in der Kreide und im Tertiär durch die emporgehobene Horstscholle des Thüringer Waldes. Die Schichtmächtigkeit beträgt ca. 650 m. Die Felsgesteine, vorwiegend Quarzporphyr, sind an den Hängen von geringmächtigen Deck- und Zersatzschichten, das Tal von Schottern und Auelehmen bedeckt. Der Standort befindet sich in der Erdbebenzone 0 nach DIN 4149, eine Erdbebenbemessung war nicht erforderlich.

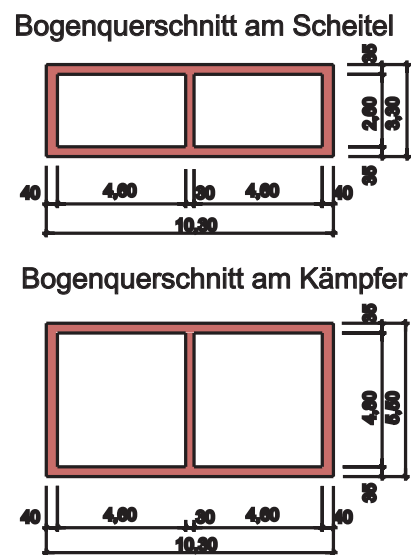
Da der Fels mit ausreichender Tragfähigkeit nah unter der Geländeoberfläche anstand, werden die Pfeiler und die Kämpfer flach gegründet und zum Teil in Brückenquerrichtung dem Felsverlauf entsprechend abgetrept (Bild 4.8). Nicht tragfähige Bodenschichten wurden mit Unterbeton B 15 ersetzt. Die Kämpferfundamente sind bis zu 6 m dick und haben Grundrißabmessungen von 17 x 14,5 m (Bild 4.9), ein Kämpferfundament besteht damit aus 1300 m<sup>3</sup> Beton. Die zulässige Sohlpressung beträgt für den vorliegenden Quarzporphyr 800 kN/m<sup>2</sup>. Für die Kantenpressung wurde 1000 kN/m<sup>2</sup>, für die Eckpressung 1250 kN/m<sup>2</sup> vom Bodengutachter zugelassen.

#### 4.7 Bogenherstellung im Freivorbau

Als Bogenquerschnitt wurde ein 10,3 m breiter, zweizelliger Hohlkasten mit Wandstärken von 40 cm bei den Außenstegen, 35 cm bei der oberen und unteren Bogenscheibe und 30 cm am Innensteg gewählt (Bild 4.10). Die Bauhöhe beträgt am Kämpfer 5,5 m und verringert sich zum Scheitel um 2,2 m auf 3,3 m. Ein Massivbogen wie z.B. bei der Kylltalbrücke in der Nähe von Bitburg [4] würde weniger



**Bild 4.9:** Schalung Kämpferfundament



**Bild 4.10:** Bogenquerschnitt





**Bild 4.11:** Blick in die Bogeninnenschalung



**Bild 4.12:** Bogen kurz vor Bogenschluß

Probleme beim Bewehren und Betonieren ergeben (Bild 4.11), durch sein höheres Gewicht aber größere Abspannmaßnahmen erfordern.

Die Bogenform wurde im Zuge der Ausführungsplanung statisch optimiert, um die Biegemomente im Endzustand klein zu halten. Aus Eigengewicht des Bogens würde eine parabelförmige Bogenform als Stützlinie entstehen. Durch die Eintragung konzentrierter Lasten an den Bogenpfeilern entstehen Störstellen, die Knicke bei der Stützlinie erzeugen. Diese wurden ausgerundet, so daß optisch eine Bogenform ähnlich einer Parabel entstand (Bild 4.12).

Jede Bogenhälfte wurde im Freivorbau von den Kämpfern aus mit 24 Takten hergestellt (Bild 4.13). In einem Schlußtakt wurde der Bogen geschlossen.

Der Freivorbau wurde parallel von beiden Seiten ausgeführt. Die Abschnittslängen betragen 6 m. Die einzelnen Takte waren gerade, da die erforderliche Krümmung bei jedem Takt unterschiedlich wäre. Daraus ergab sich eine polygonzugartige Bogenform, die aber optisch nicht auffällt. Um den Freivorbauwagen montieren zu können, wurde der erste Takt mit 7 m Länge auf Lehrgerüst erstellt.

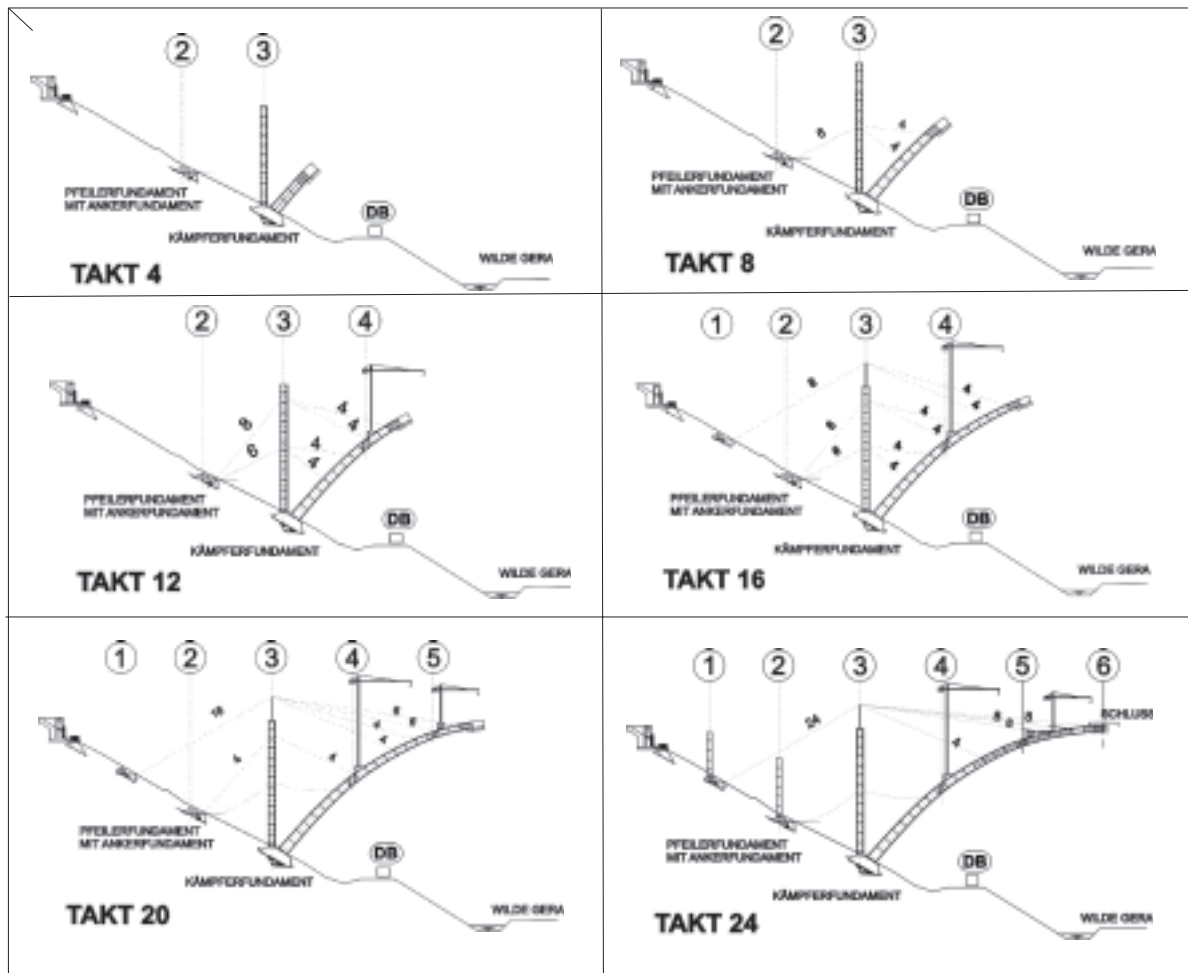


Bild 4.13: Bogenherstellung



**Bild 4.14:** Vorbauwagen



**Bild 4.15:** Hilfspylon



**Bild 4.16:** Felsankerblock

Die Herstellung der einzelnen Bogentakte erfolgte mittels Vorbauwagen (Bild 4.14), der die Schalung und die Betonierlasten auf den zurückliegenden Takt überträgt.

Mittels Abspannungen werden die größer werdenden Auskragungen über die Kämpferpfeilerachsen hinaus nach hinten zurückgehängt. Auf einen ursprünglich jeweils unter Achse 4 und 8 vorgesehenen Hilfspfeiler unter dem Bogen wurde verzichtet, da die Sicherheit gegen Böschungsbruch des Bahndammes unter Achse 4 nicht nachgewiesen werden konnte.

Für die Abspannung wurden mit temporären Korrosionsschutz versehene Litzenspannglieder vom Typ VT 12-150 der Fa. VBF Ratingen mit einer zul. Kraft von 1752 kN verwendet. Sie wurden nur bis maximal etwa 1500 kN beansprucht.

Ab dem jeweils 13. Takt waren zusätzliche Hilfspylone auf den Kämpferpfeilern (Bild 4.15) notwendig, um eine ausreichende Neigung der Abspannung zu erzielen.

Im Bereich der später herzustellenden Bogenpfeiler Achse 4, 5, 7 und 8 wurden für die Herstellung des jeweils folgenden Bogenabschnitts im Bauzustand Krane aufgebaut, die bei der statischen Berechnung und insbesondere bei der Verformungsberechnung zu berücksichtigen waren.

Die Einleitung der Rückhängekräfte der Bogenhälften wird mit Felsankern in den Achsen 1 + 2 (Ost) und 10 + 11 (West) realisiert. Hierzu wurden innerhalb des Fundamentes Übergreifungsstöße zwischen der Abspannung und den Felsankern ausgebildet. Die Abspannung wurde über Koppelanker angeschlossen. Für die Erdanker wurden DYWIDAG AS 6815 mit zul.  $P = 2009$  kN verwendet. Alle Felsanker wurden über Spannblöcke (Bild 4.16) mit der 1,25-fachen Kraft einer Abnahmeprüfung unterzogen und dann auf die 0,7-fache Last abgelassen. Erst in einem zweiten Schritt wurden sie auf die 1,0-fache Kraft gespannt, um eine möglichst gleichmäßige Ausnutzung aller Anker zu erhalten. Zur Eignungsprüfung wurden drei Anker pro Hangseite mit der 1,5-fachen Kraft getestet.

Nach der Herstellung der Takte 124 und 224 im frei auskragenden, abgespannten Zustand erfolgte vor dem Betonieren des Schlußstückes (Bild 4.17) ein vorgezogener Bogenschluß. Dafür wurde ein Stahl-





**Bild 4.17:** Bogenschluß

druckstück eingesetzt und durch geringfügiges Ablassen der Abspannung so auf Druck beansprucht, das die Beanspruchungen aus Temperaturschwankungen während des Erhärtens des Schlußstückes aufgenommen wurden. Solche Temperaturschwankungen oder auch einseitiges Erwärmen des Bogens würden die beiden Bogenhälften um einige cm gegeneinander verschieben, was man dem im Erhärtungsprozeß stehenden Beton nicht zumuten kann. Anschließend wurde die Abspannung bis auf einige Seile, die für die Herstellung der Fahrbahnplatte des Überbaus notwendig sind, rückgebaut.

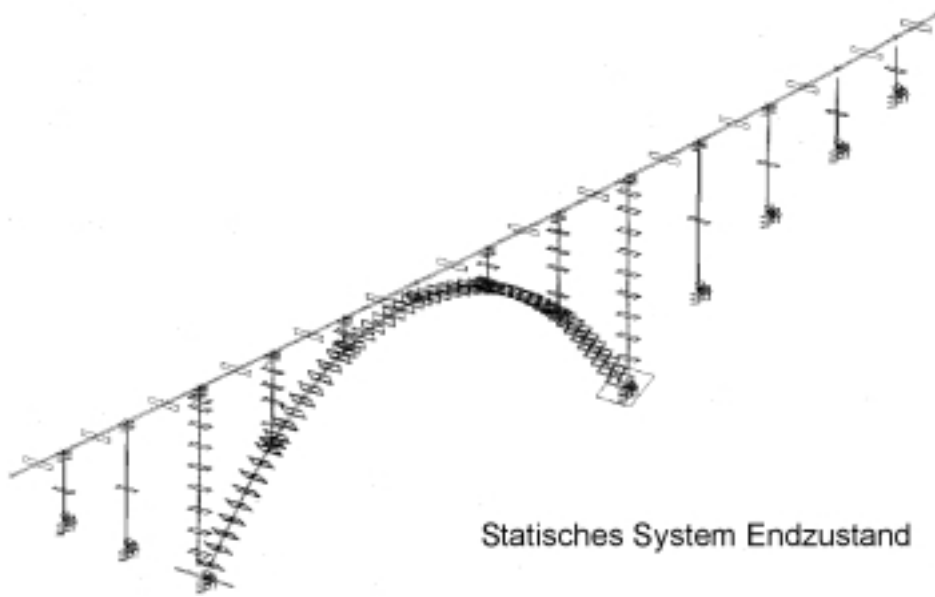
#### **4.8 Statische Berechnung des Bogens**

Die statische Berechnung, besonders der Bauphasen, war sehr umfangreich. Der Bogen wurde nach DIN 1045 bemessen. Zusätzlich wurden für jede Bauphase die Abspannkkräfte so festgelegt, daß eine extra definierte zulässige Spannung im Bogen nicht überschritten wurde. Diese zulässige Randspannung im Beton wurde mit  $3,8 \text{ MN/m}^2$  angesetzt, das entspricht etwa dem 95%-Quantilwert der Zugfestigkeit des Betons. Damit wurde gewährleistet, das der Beton nahezu ungerissen ist und eine gesicherte Verformungsberechnung durchgeführt werden kann.

Bei der Eignungsprüfung des Betons wurde auch der E-Modul bestimmt. Aufgabe des Betonlieferanten war es, diesen Wert dann bei der gesamten Bogenherstellung konstant zu halten oder bei Änderung z.B. des Zementes oder der Zuschlagstoffe eine erneute Bestimmung des E-Moduls durchzuführen, um die Verformungsberechnungen berichtigen zu können. Die Kalibrierung der für die Verformungsberechnung angenommenen Werte, besonders des E-Moduls, wurde aus den Verformungsmessungen der ersten vier nicht abgespannten Takte gewonnen. Die gute Übereinstimmung der berechneten mit den gemessenen Verformungswerten bestätigten diese Vorgehensweise. Außerdem war die genaue Kenntnis der Steifigkeitsverhältnisse des Bogens notwendig, da durch die Vielzahl der Abspannebenen die gegenseitige Beeinflussung der Seilkräfte von den Steifigkeitsverhältnissen im Bogen abhängig war.

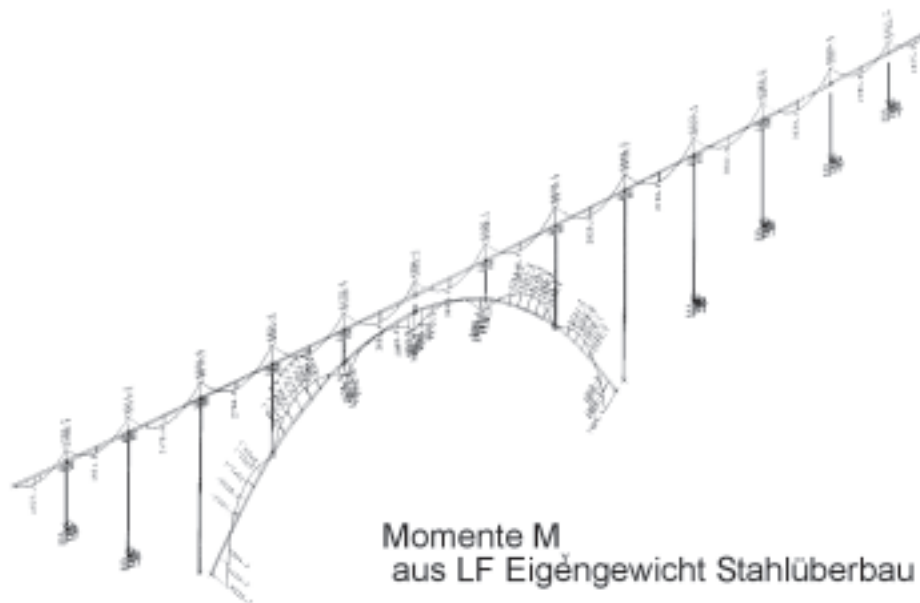
Die Berechnung des Bogens im Endzustand erfolgte an einem Gesamtsystem Überbau-Bogen-Pfeiler-





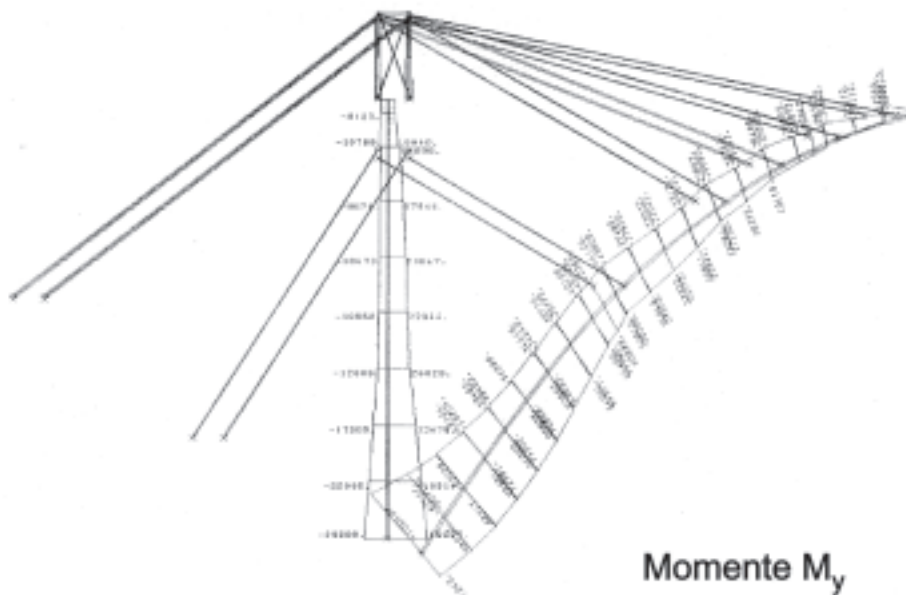
Statisches System Endzustand

**Bild 4.18:** Statisches System im Endzustand



Momente  $M$   
aus LF Eigengewicht Stahlüberbau

**Bild 4.19:** Momente  $M_y$  aus LF Eigengewicht Überbau



**Bild 4.20:** Momente  $M_y$  im Bauzustand

Fundamente-Boden (Bild 4.18 und Bild 4.19). Die statische und dynamische Berechnung einschließlich der Verformung wurde mit dem Programmsystem SOFISTIK durchgeführt. Im Bauzustand wurde Bogen, Kämpferpfeiler, Abspannung und Erdanker als Gesamtsystem betrachtet (Bild 4.20). Die Interaktion zwischen Bauwerk und Baugrund wurde ebenfalls berücksichtigt. Es wurden Längs- und Drehfedern für die Kämpfer und die Pfeilerfundamente aus den Angaben des Bodengutachters ermittelt.

Zusätzlich zu den normalen Lasten wie Eigengewicht, Verkehr und Wind usw. wurden folgende Größen berücksichtigt:

$\Delta s = 1,0$  cm der Kämpfer in Bogenachse

$\Delta T = 5$  K Bogen oben wärmer

$\Delta T = 2,5$  K Bogen unten wärmer

$\Delta T = 5$  K zwischen den Außenstegen des Bogens

$\Delta T = 10$  K zwischen Beton und Abspannkabel (Abspannkabel wurden mit weißen Hüllrohren versehen, um die Temperaturschwankung im Seil klein zu halten)

$\Delta T = 15$  K Überbau wärmer als Bogen

$\Delta T = 5$  K Bogen wärmer als Überbau

Im Endzustand wurde die Abschattung am Bogen durch den breiten Überbau berücksichtigt.

Zur Verdeutlichung, wie empfindlich das System war, einige Angaben für den Takt 24:

- Wenn die Spannseile sich gegenüber dem Bogen um 10 Grad erwärmen, senkt sich der Bogen um 4 cm.

- Beim Betonieren senkt sich der Bogen durch das Betoniergewicht um 25 cm und wird nach Erhärtung durch das Einbringen der Abspannung um 26 cm angehoben.

Für den Bogen wurde ein B 45 verwendet. Für einen 10-Tage-Takt der Herstellung ergab sich beim Vorschieben des Freivorbauwagens im letzten Takt ein B 35, der für die Nachweise dieses Zustandes maßgebend wurde.

Die durch Böigkeit des Windes hervorgerufenen Quer- und Längsschwingungen der auskragenden Bogenhälften wurde mit dem Spektralverfahren nach Davenport [5] untersucht und bei der Bemessung des Bogens berücksichtigt. Für die Ermittlung der Eigenfrequenz wurde als Massebelegung das Eigengewicht und konzentrierte Massen für die Kräne und den Vorbauwagen angesetzt. Die niedrigste Eigenfrequenz für die Querschwingung kurz vor Bogenschluß betrug übrigens 0,33 Hz und war damit sehr nahe am Böenspektrum des Windes.

## 4.9 Meß- und Spannprogramm

Ein detailliertes Meßprogramm protokollierte in jeder Bauphase alle Daten, die auf die Verformungen einen signifikanten Einfluß haben, z.B.:

- die Temperaturen in den Abspannseilen und in den Betonbauteilen,
- die Schiefstellung der Kämpferpfeiler und Hilfspylone mittels Pendel,
- die Höhenlage und Verdrehung der Kämpferfundamente und Erdankerblöcke.

Die Seiltemperaturen wurden pro Takt gemessen und bei der Einstellung des neuen Taktes bzw. des Freivorbauwagens berücksichtigt. Die Betontemperaturen hatten i.d.R. nur geringe Schwankungsbreiten und somit wenig Einfluß auf die Verformungen. Die Ist-Lage der bereits gebauten Takte wurde früh gleich nach Sonnenaufgang gemessen. Damit war gewährleistet, daß nicht durch Sonneneinstrahlung eine ungleichmäßige Temperaturbeeinflussung vorlag. Auf mögliche Abweichungen von der Soll-Lage konnte dann beim darauffolgenden Takt unmittelbar reagiert werden. Kleine Abweichungen bis 2 cm wurden im direkt folgenden Takt ausgeglichen, mittlere Abweichungen nach einem festgelegten Schema auf mehrere Takte verteilt. Bei Abweichungen über 6 cm war der Tragwerksplaner zu informieren, damit die weitere Vorgehensweise untersucht werden kann. Dieser Fall trat nur einmal auf und war auf einen Meßfehler zurückzuführen.

Die Meßpunkte wurden höhen- und lagemäßig genau auf die Verbindungslinie der Absteckpunkte des oberen Randes der Taktfuge eingebaut. Die Höhenaufnahmen wurden an 3 in Richtung der Taktfuge angeordneten Meßpunkten durchgeführt, um die horizontale Lage und die Verformungen in Querrichtung zu kontrollieren.

Das Meßprogramm geht jedoch über die einzelnen Bogentakte hinaus und protokolliert auch die an anderen wesentlichen Teilen des Bauwerkes auftretenden Einflußgrößen, insbesondere in Bereichen großer Abspannkräfte an Rückhängfundamenten, Bogen, Kämpferpfeilern und Pylonen. Auffälligkeiten waren ebenfalls umgehend dem Tragwerksplaner mitzuteilen.

Für jeden Takt wurde ein umfangreiches Spannprotokoll für die Abspann-, Rückhänge- und Erdankerebene aufgestellt. Es beinhaltet neben der Spannanweisung neu einzubauender Abspannkabel auch ein eventuell erforderliches Nachspannen oder Ablassen bereits eingebauter Spannkabel. Zumindest wurde

die Kraft einiger bereits eingebauter Kabel mittels Presse überprüft, da eine Beeinflussung durch das Anspannen neuer Kabel entsteht. Damit war auch eine gute Überprüfung der Rechenannahmen möglich. Die Dehnwegangaben setzten sich aus der Spannsteelverlängerung infolge Spannkraft und den Systemverformungen von Bogen und Kämpferpfeiler zusammen. Der Durchhang der Spannseile wurde berücksichtigt. All diese Maßnahmen waren erforderlich, damit wir sprichwörtlich den Bogen nicht überspannen.

Trotz des Freivorbaus auf jeweils 126 m Auskragung waren die Abweichungen der gemessenen mit den berechneten Verformungen in der Regel kleiner als 3 cm, die Abweichungen in den Spannkraften betragen normalerweise weniger als 3%. Beim Bogenschluß waren beide Bogenhälften vertikal um 4 mm versetzt, was im Schlußtakt ausgeglichen wurde.

#### 4.10 Am Bau Beteiligte

- Bauherr:
  - Bundesrepublik Deutschland
- Ausschreibung:
  - DEGES, Berlin
- Bauausführung:
  - Fa. Hörnig, Weimar (Subunternehmer Stahl-Überbau: Brückenbau Plauen)
- Sonderentwurf:
  - Köhler+Seitz, Nürnberg, Fa. Hörnig, Weimar
- Ausführungsplanung:
  - Köhler+Seitz, Nürnberg (Bogen und Unterbauten)
- Prüfeningenieur:
  - Dr.-Ing. Zichner, Frankfurt (Bogen und Unterbauten) Dr.-Ing. Haensel+ Prof. Dr. Ing. Hanswille, Bochum (Überbau)
- Bauüberwachung:
  - Prof. Bechert+Partner, Schleiz

#### 4.11 Literaturverzeichnis

- [1] DEGES: *Drei Großbrücken der Kammquerung im Thüringer Wald*. Informationsschrift, Eigenverlag 1999
- [2] Denzer, G.: Brücken der Kammquerung im Zuge der A 71 In: *10. Dresdner Brückenbausymposium 16.03.2000*
- [3] Virola, J.: Die weltweit größten Spannweiten von Brücken In: *Bauingenieur*, 73(1998), S. 62-64

- [4] Zichner, T., Frankort, H.: Die Kylltalbrücke mit 223 m weitgespanntem Bogen. In: *Bauingenieur*, 73(1998), S. 381-393
- [5] Eibl, J., Heseleit, O., Schlüter, F.-H.: Baudynamik. In: *Beton-Kalender*, 1988 II, S. 665-774