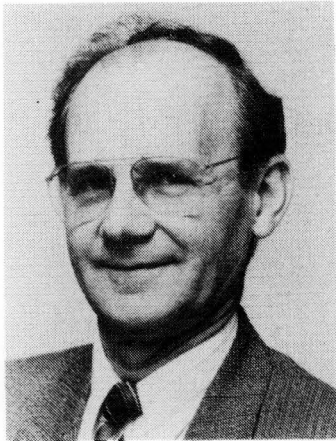


ENTWICKLUNG DES STAHLBRÜCKENBAUS AM
NORD-OSTSEE-KANAL (NOK)

Development of steel bridge constructions crossing
the Kiel Canal (NOK)



Egon Rasmus, Dipl.-Ing., Baudirektor in der Wasser- und
Schiffahrtsdirektion Nord, Kiel.

Jahrgang 1931, Abitur 1953 in Schweden, Studium des Bau-
ingenieurwesens von 1953 - 1959, anschließend Statiker
bei einem Prüflingenieur für Baustatik in Hannover,
2. Staatsexamen 1963, bis 1972 in der WSD Nord zuständig
für den Nord-Ostsee-Kanal, bis 1980 Ausbildungsbeauf-
tragter für Aus- und Fortbildung in der Wasser- und
Schiffahrtsverwaltung, seit 1980 Dezernatsleiter für
Wasserstraßenbauwesen und Brückenanlagen.

Inhaltsangabe

Die Entwicklung des Stahlbrückenbaus am Nord-Ostsee-Kanal wird ab dem Bau des Kanals 1887 beschrieben und entsprechend den beiden Verbreiterungsphasen des Kanals fortgeführt. Detaillierter wird auf die Hochbrücke in Grünental eingegangen, die kürzlich durch einen Neubau ersetzt werden mußte.

Summary

The development of steel bridge constructions crossing the Kiel Canal is described since canal construction started in 1887 and is continued related to both widening programmes of the canal bed. A detailed example is given with the high-level bridge Gruental which had to be replaced by a new bridge only a short time ago.

* Wasser- und Schiffahrtsdirektion Nord

INHALT

	Seite
1 Anfänge des Brückenbaus am Nord-Ostsee-Kanal und erste Kanalverbreiterung	99
2 Brückenbau in der Zeit der zweiten Kanalverbreiterung	105
3 Die Hochbrücke Grünental	107
4 Entwicklung der Montagekosten	113
5 Weiterer Brückenbau am Nord-Ostsee-Kanal	114

Meine Damen und Herren,

in meinem Referat möchte ich Ihnen einen kurzen Überblick über die Entwicklung des Stahlbrückenbaus am Nord-Ostsee-Kanal geben. Neben einem Rückblick auf die alten Brücken, die zum Teil inzwischen durch neue ersetzt worden sind, will ich die Fortentwicklung des Großbrückenbaus im Zuge der ersten Kanal-Erweiterung und dann nach dem Zweiten Weltkrieg bis heute darstellen. Etwas näher werde ich auf die Grümentaler Brücke eingehen (Bild 1), die inzwischen durch eine neue Brücke ersetzt worden ist.



Bild 1: NOK Luftaufnahme mit der alten Brücke Grümental

Auf Bild 2 ist der Verlauf des Nord-Ostsee-Kanals durch Schleswig-Holstein zu erkennen. Im Südwesten liegt das Niederungsgebiet der Marsch und im mittleren Teil das Niederungsgebiet der Eider. Dazwischen befindet sich ein Höhenrücken, der bei Grümental über 20 m Höhe erreicht und hauptsächlich aus Sanden besteht. Hier liegt der Kanal, dessen Wasserspiegel durchgehend auf NN - 0,20 m gehalten wird, im Einschnitt. Nach Kiel hin durchschneidet der Kanal das ostholsteinische Hügelland, wo schwere Böden anstehen, wie Lehm und Geschiebemergel.

Diese Boden- und Höhenverhältnisse waren für die Gründungen der großen Bauwerke über den Nord-Ostsee-Kanal, und damit für die Standorte der Brücken, von ausschlaggebender Bedeutung.

1 Anfänge des Brückenbaus am Nord-Ostsee-Kanal und erste Kanalverbreiterung

Mit dem Bau des Nord-Ostsee-Kanals wurde 1887 begonnen. Gleichzeitig mit dem Ausheben des Kanalbettes begann der Bau der Hochbrücke Grümental. Erst später wurde eine zweite Hochbrücke in Levensau bei Kiel errichtet. Im Lageplan (Bild 2) sind die beiden Standorte der Hochbrücken durch Punkte markiert.

Außerdem wurden mehrere bewegliche Brücken über den Kanal gebaut. Diese waren die ausschwimbare Pontonbrücke in Kiel-Holtenau, die Eisenbahndrehbrücken in Rendsburg, die Straßendrehbrücke in Rendsburg sowie die Eisenbahndrehbrücke Taterpfahl bei Brunsbüttel.



Bild 2: Lageplan NOK mit Brücken

Die Grüntaler Hochbrücke war mit 156 m Spannweite die damals weitgespannteste Bogenbrücke in Deutschland.

Für die Montage dieser Brücke wurde ein Lehrgerüst benutzt, das vor dem Ausheben des Kanalbettes aufgestellt worden war, um Gerüstkosten einzusparen. Seitlich neben dem Brückenbauwerk wurde im gleichen Zuge das Kanalbett ausgehoben und der Boden für die Brückendämme verwendet. Nach Fertigstellung der Brücke und dem Abbau des Lehrgerüsts konnte das Kanalbett weiter ausgehoben und auf volle Tiefe gebracht werden. Das Bauwerk war als kombinierte Straßen- und Eisenbahnbrücke konzipiert. Bild 3 zeigt das Lichtraumprofil der Bahn. Die Brücke konnte nicht gleichzeitig von Bahn und Straßenfahrzeugen benutzt werden.

Interessant ist es, sich mit der alten Statik für die Berechnung dieser großen Stahlbrücke zu befassen. Die beiden Fachwerkbögen bilden das Haupttragwerk der Brücke. Sie zu berechnen, war damals wesentlich schwieriger, als das heute der Fall wäre. Die Bögen waren nicht nur äußerlich als Zweigelenkbogen statisch unbestimmt, sondern auch durch kreuzweise Streben und senkrechte Pfosten innerlich hochgradig statisch unbestimmt.

Wie in der Vorbemerkung zur statischen Berechnung nachzulesen ist, wurden die Berechnungen teils auf rechnerischem und zum großen Teil auf graphischem Wege durchgeführt. In der Statik können wir folgendes Bemerkenswerte lesen: "Da das System des Trägers statisch unbestimmt ist, so lassen sich die Spannungen nur mit Hilfe der Elastizitäts-Theorie ermitteln und ist dies nach dem Castigliano'schen Satze - daß in einem im Gleichgewichtszustande befindlichen elastischen System diejenigen Spannungen auftreten, welche

dessen gesamte Formänderungsarbeit zu einem Minimum machen - erfolgt. Der von Mohr aufgestellte und zur Berechnung statisch unbestimmter Systeme im Hannoverschen Architekten- und Ingenieurverein 1874 zuerst angewendete Satz von den virtuellen Verschiebungen führt zu dem selben Resultate, doch schien die Anwendung des Castigliano'schen Satzes in diesem Falle einfacher."

Das war damals alles noch ganz neu! Castigliano war 37jährig im Jahre 1884 gestorben!

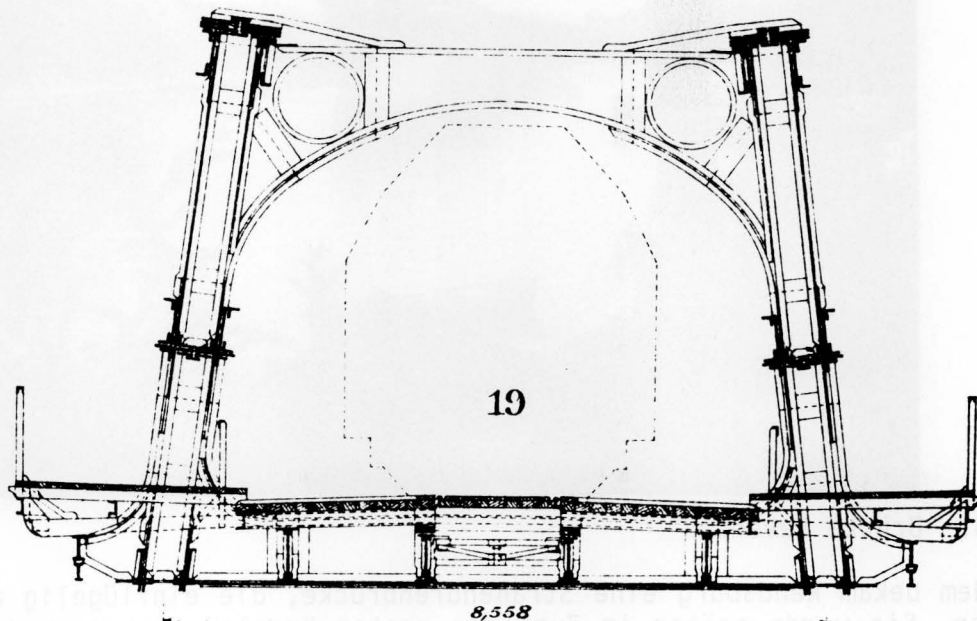


Bild 3: Querschnitt alte Brücke Grünental mit Lichtraum

Anstelle der Levensauer Hochbrücke war zunächst eine Drehbrücke geplant. Die Entscheidung für die Hochbrücke fiel erst, als das Kanalbett schon ausgehoben und mit Wasser gefüllt war. Hier mußte für die Montage des Stahlüberbaus ein großes Lehrgerüst erstellt werden. Die Brücke wurde für einen zweigleisigen Eisenbahn- und für den Straßenverkehr ausgelegt. Auf eine monumentale Bauweise und eine starke architektonische Wirkung wurde besonderer Wert gelegt. So wurden z.B. die Auflagerpunkte des Fachwerkbogens so gestaltet, daß der Eindruck entstand, daß der Bogen in den massiven Widerlagerpfeilern eingespannt ist. In Wirklichkeit werden jedoch die Kräfte des Bogens am Auflagerpunkt zentriert abgegeben. Die seitlich davon ausgebildeten Auflagerpunkte sind in Längsrichtung der Bogenachse verschieblich ausgebildet und täuschen eine Einspannung des Bogens nur vor.

Zu Anfang der 50er Jahre erfolgte ein Umbau der Brücke, um eine größere Verkehrsbreite zu erreichen. In diesem Zusammenhang wurden auch die Bastionen an den Widerlagern abgebaut, so daß sich seitdem die Brücke, wie auf Bild 4 zu sehen ist, darstellt.

Bei Rendsburg wurde der Kanal zunächst mit zwei eingleisigen beweglichen Eisenbahnbrücken gekreuzt. Zwei einzelne Brücken wurden gebaut, um bei Betriebsstörungen einer Brücke wenigstens einen Teilbetrieb über die andere Brücke aufrechterhalten zu können. Angetrieben wurden die Brücken mit Preß-

wasser, das von Dampfmaschinen auf den nötigen Betriebsdruck von 50 atü gebracht wurde. Eine ähnliche, eingleisige Eisenbahndrehbrücke wurde bei Tatterpahl gebaut, um die dortige Marschenbahn zu überführen.



Bild 4: Brücke Levensau

Außerdem bekam Rendsburg eine Straßendrehbrücke, die einflügelig ausgebildet war. Sie wurde später im Zuge der ersten Kanal-Erweiterung durch eine größere, zweiflügelige Brücke ersetzt. Diese hat ihren Dienst dann bis zur Fertigstellung des Fahrzeugtunnels in Rendsburg im Jahre 1961 getan.

Im Zuge der ersten Erweiterung des Nord-Ostsee-Kanals von 1907 - 1914 wurden auch drei der beweglichen Brückenübergänge durch feste Hochbrücken ersetzt. Es waren dies die Straßenhochbrücke in Holtenau, die Eisenbahnbrücke in Rendsburg und die Eisenbahnhochbrücke in Hochdonn. Für die Planung dieser gewaltigen Stahlbrücken wurden verschiedene Entwürfe aufgestellt, die insbesondere auch die architektonische Wirkung der Bauwerke berücksichtigten.

Zum Bau der drei Brücken nur kurz einige Hinweise:

Die Stahlbaumontage erfolgte auf Holzgerüsten, solange man sich über Land befand. Dann jedoch wurde ein freier Brückenvorbau vorgenommen, ähnlich wie wir ihn auch heute kennen. Der Schiffsverkehr mußte natürlich während der Brückenbauzeit aufrechterhalten werden.

Das Bild 5 zeigt die Montage der Rendsburger Brücke, wobei ein volleingerüstetes Brückenfeld und darüber ein Portalkran für die Montage des Fachwerks zu erkennen sind. Der Brückenvorbau über der Schiffsfahrtsöffnung erfolgte gleichzeitig von beiden Seiten her. Bei der Montage der Längsträger zwischen den Brückenpfeilern auf den langen Brückenrampen wurde der Vorbau - sehr modern - mit Hilfe von verfahrbaren Montagebrücken vorgenommen (Bild 6). Das Verfahren könnte man auch heute noch anwenden. Die Brücke hat eine Gesamtlänge von 2,5 km.

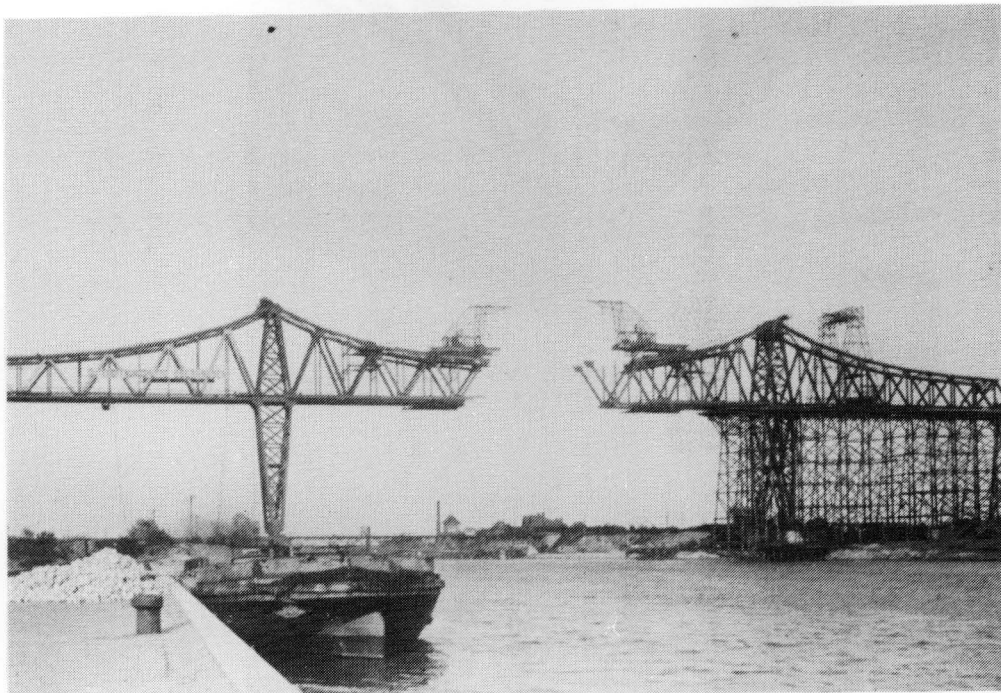


Bild 5: Montage der Hochbrücke Rendsburg, Hauptöffnung



Bild 6: Montage der Hochbrücke Rendsburg, Rampen

Die genieteten Anschlüsse der Fachwerkstäbe in den Knotenpunkten waren natürlich damals in der Ausführung wesentlich personal- und zeitaufwendiger als dies heute bei den geschweißten Konstruktionen der Fall ist (Bild 7).

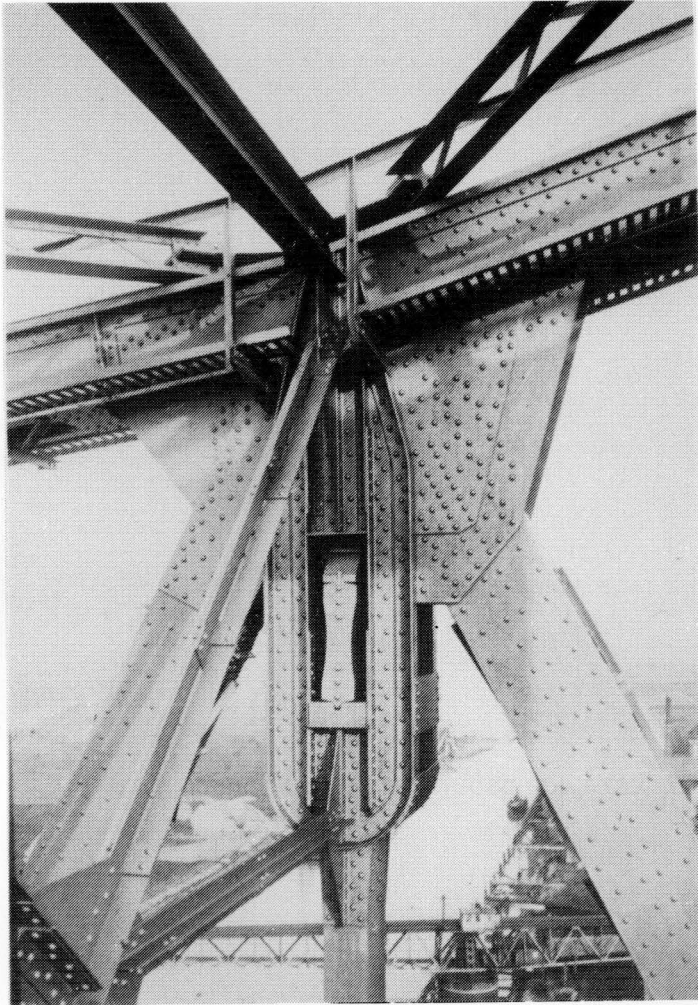


Bild 7: Montage der Hochbrücke Rendsburg, Fachwerkknoten

Die dritte Brücke war die 2,2 km lange Hochdonner Eisenbahnhochbrücke, welche die alte Drehbrücke bei Taterpfahl ersetzte.

Die Bilder 8 und 9 zeigen die Montage des Brückenfeldes über dem Kanal. Wie man erkennt, wird hier der fertige Überbau von dem einen Ende der stähler- nen Brückenrampe zu dem anderen hinübergezogen. Das Fachwerk des Mittel- teils ist dabei auf eine Stützkonstruktion auf einem Ponton aufgelagert. Dieses Montageverfahren für eine so große Eisenbahnbrücke mit einer lichten Höhe von 42 m muß als außerordentlich kühn und modern bezeichnet werden. Es käme auch heute in Betracht.

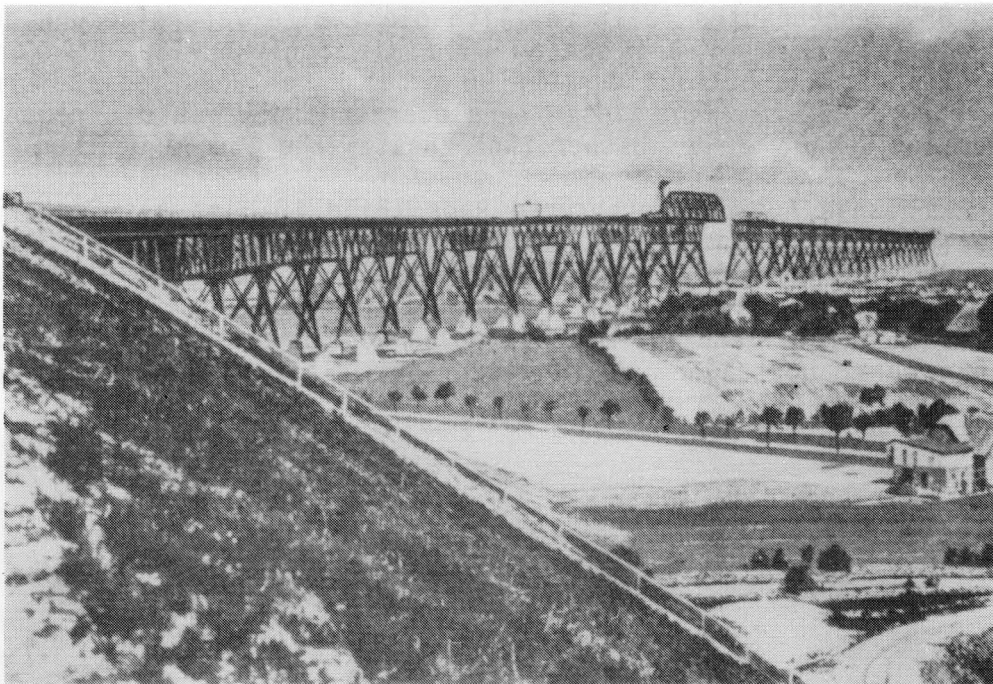


Bild 8: Montage der Hochbrücke Hochdonn, Gesamtansicht

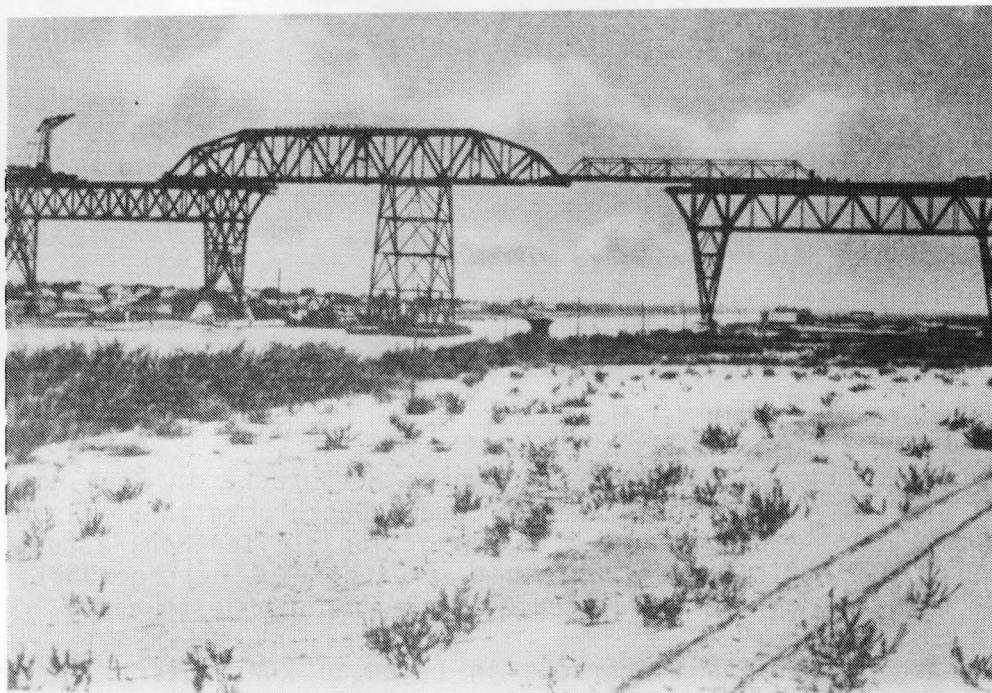


Bild 9: Montage der Hochbrücke Hochdonn, Kanalbereich

2 Brückenbau in der Zeit der zweiten Kanalverbreiterung

Nach dem Zweiten Weltkrieg hat der Straßenverkehr weitere Hochbrücken und Tunnelbauwerke notwendig gemacht. Soweit diese Bauwerke nicht Ersatz für vorher vorhandene Verkehrsanlagen waren, wurden sie von der Straßenbauverwaltung errichtet.

Mit den Brückenneubauten fällt zeitlich die zweite Verbreiterung des Nord-Ostsee-Kanals zusammen. Bei dieser wird die Sohlenbreite des Kanals von 44 m verdoppelt und beträgt nunmehr 90 m bei einer Wasserspiegelbreite von 162 m (vorher 102 m). Für diesen Kanalquerschnitt waren die neuen Brücken zu bemessen. Gebaut wurden bisher fünf zusätzliche Straßenbrücken.

Die 1,5 km lange Autobahnhochbrücke Rade (Bild 10) ist als Deckbrücke mit durchlaufenden Vollwandträgern ausgebildet. Die Stahlkonstruktion wurde überwiegend geschweißt. Die Montage erfolgte über Land mit Hilfe zusätzlicher Stützen, während über der Schifffahrtsöffnung eine Freivorbau-Montage von beiden Kanalpfeilern aus mit Hilfe von Vorbaugeräten erfolgte. Die Montagestöße der Hauptträger wurden geschraubt. Es wurden Einzelgewichte bis zu 80 t montiert.

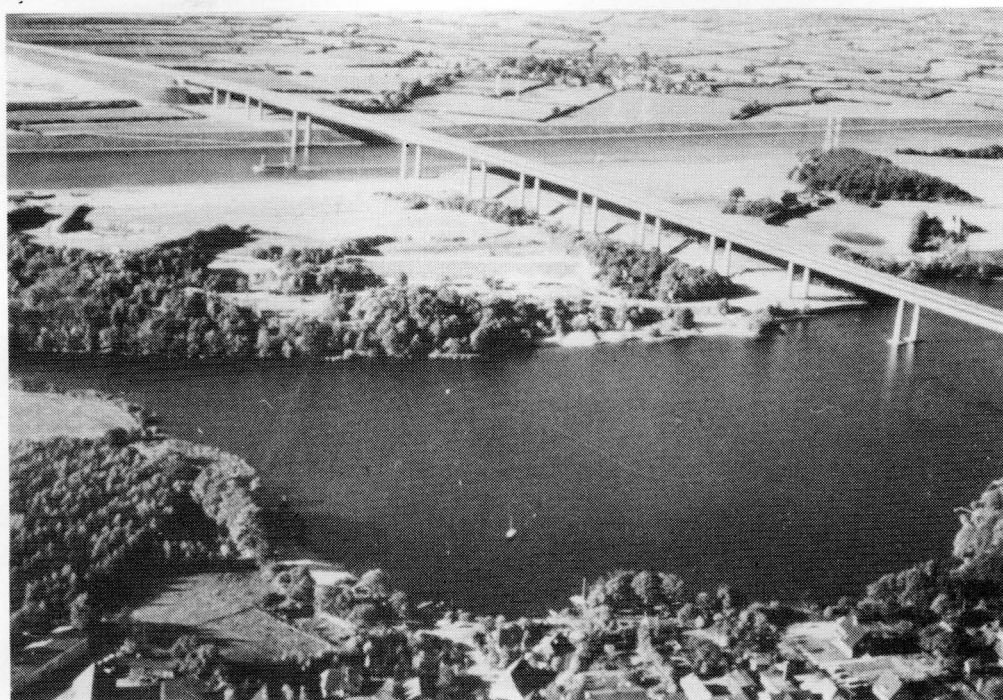


Bild 10: Gesamtansicht der Hochbrücke Rade

Für die Olympiade 1972 mußte eine zweite Hochbrücke in Kiel-Holtenau errichtet werden. Auch diese Brücke wurde als Deckbrücke in Stahl ausgeführt. Der Hauptträger besteht hier aus einem torsionssteifen Hohlkasten. Die Montage wurde mit Portalcränen und einem Vorbauderrick durchgeführt. Die Montagestöße wurden am Hohlkasten genietet, im übrigen geschweißt.

Ähnlich ist die zweite Hochbrücke in Levensau konstruiert. Bemerkenswert ist jedoch, daß die Montage mit einem auf Schienen fahrbaren Montagekran durchgeführt wurde. Der Kran konnte die fertig vormontierten Teile unmittelbar am Widerlager aufnehmen und mit Ihnen an die Vorbauspitze vorfahren, um sie dort für die Montageschweißungen zu halten. Der Kran kam nachher auch bei der Hochbrücke Grünental zum Einsatz.

Am anderen Ende des Kanals, bei Brunsbüttel, wurde von 1979 bis 1983 eine weitere Hochbrücke errichtet (Bild 11). Diese weist in der Schifffahrtsöffnung und den seitlich angrenzenden Brückenfeldern einen Stahlüberbau auf. Um die langen Rampen der Brücke nicht noch höher und damit länger werden zu lassen, kam hier eine Stahlfachwerkbrücke mit untenliegender Fahrbahn zur

Ausführung. Für die Montage wurde ein Vorbaugerät verwandt, das auf den Obergurten der beiden Fachwerkträger aufgesetzt war. Die Montage erfolgte stabweise nacheinander von beiden Seiten zur Brückenmitte hin. Die Montagestöße der Fachwerkstäbe wurden geschweißt, wie auch die Fahrbahnplatte.

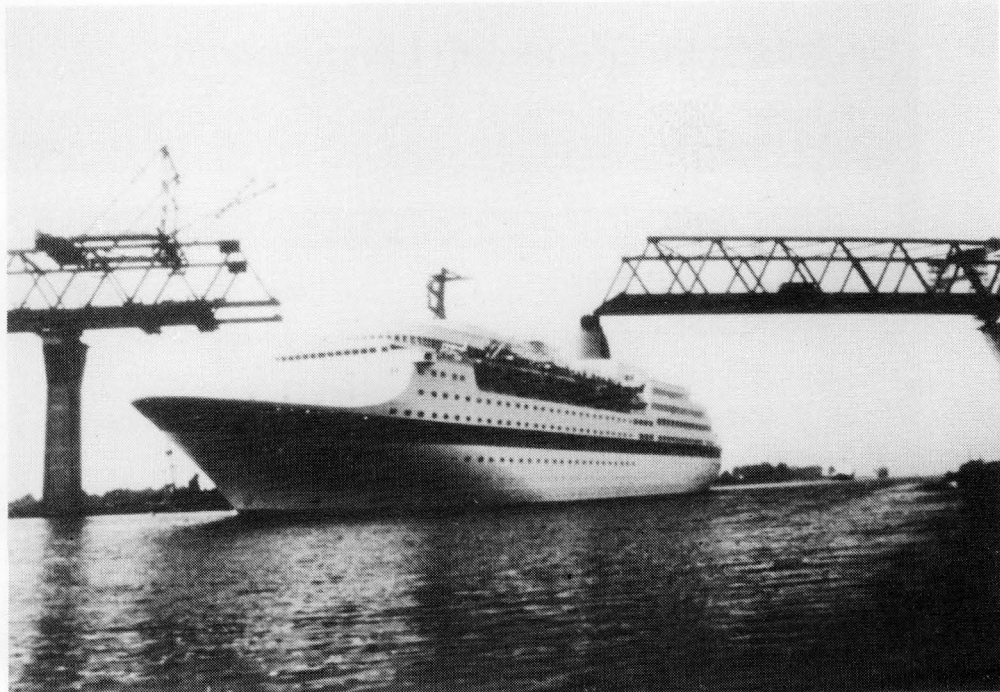


Bild 11: MS-Europa unter der Hochbrücke Brunsbüttel

Noch nicht ganz fertiggestellt ist die Hochbrücke über den Kanal im Zuge der Autobahn Itzehoe - Heide. Auch hier wird der Oberbau als durchlaufende stählerne Deckbrücke mit torsionsstifem Hohlkastenquerschnitt ausgeführt. Die Baustellenstöße werden geschweißt. Der Vorbau erfolgt mit einem Montagederrick, der auf dem Brückendeck fährt.

3 Hochbrücke Grüental

Für den Neubau der Hochbrücke Grüental waren zwei Gründe ausschlaggebend. Zum einen war es die erwähnte Kanalverbreiterung. Der bereits seit der ersten Kanal-Erweiterung für die Schifffahrt bestehende Engpaß unter der alten Brücke von nur 87 m mußte nunmehr beseitigt werden. Zum anderen hatten eingehende Betriebsfestigkeitsuntersuchungen ergeben, daß Teile der alten Brückenkonstruktion aus Schweißbeisen erschöpft waren. Eine sofortige Verkehrsbeschränkung der alten Brücke und ein Ersatzbau waren notwendig.

Die neue Brücke mit einer Gesamtlänge von 405 m wurde 80 m neben der alten als kombinierte Eisenbahn- und Straßenhochbrücke errichtet. Zur Ausführung kam eine über 3 Felder durchlaufende Fachwerkbrücke (Bild 12). Aus architektonischen Gründen waren die äußeren Abmessungen der Fachwerkstäbe und der Windverbandstäbe einheitlich auszuführen. Der unterschiedlichen statischen Beanspruchung wurde durch die Wahl der Blechstärken Rechnung getragen. Auf dem Bild sind auch die Lagerbedingungen der Brücke angegeben. Das feste Horizontallager befindet sich auf der Nordseite (hier links) zwischen den Auflagerpunkten und ist als reines Horizontalkraftlager ausgebildet.

Die Bewegungsfreiheiten der übrigen Lager in horizontaler Richtung sind durch die Pfeile gekennzeichnet.

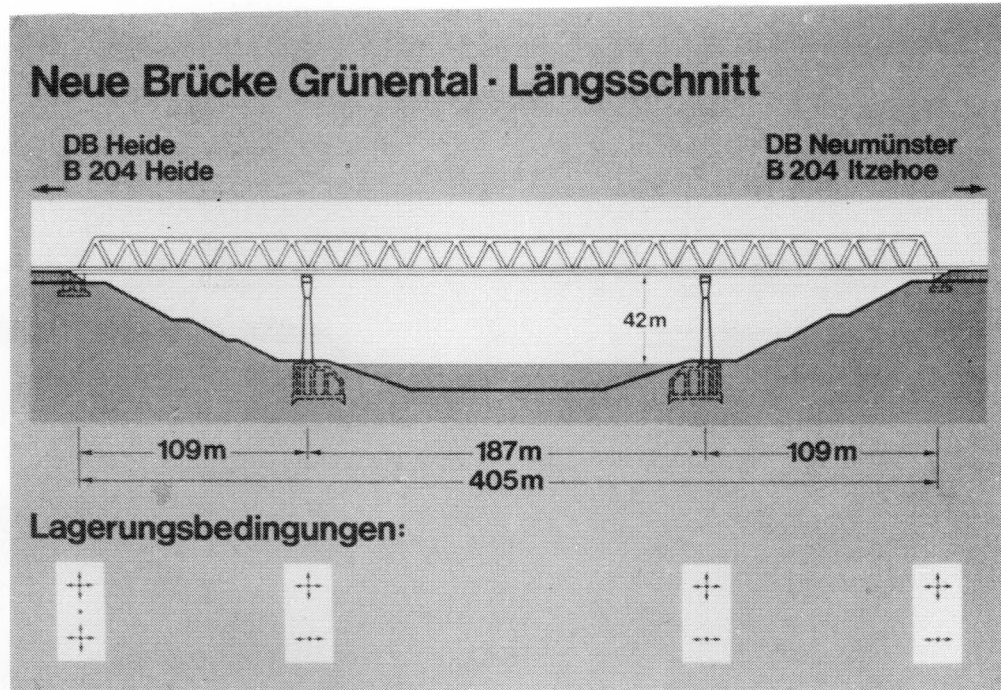


Bild 12: Längsschnitt der neuen Hochbrücke Grünental

Wegen der kurzen Bauzeit von nur 2 1/2 Jahren mußte die Montage auf beiden Seiten des Kanals gleichzeitig laufen. Die ausführende Arbeitsgemeinschaft, die für den Stahlbauteil aus den Firmen Krupp Industrietechnik und Thyssen-Engineering bestand, teilte sich die Arbeit so auf, daß jede Firma eine Brückenhälfte übernahm. Beide Montagebereiche arbeiteten weitgehend unabhängig. Insgesamt waren 3.600 t Stahlkonstruktion zu montieren.

Nördlich wurde der Vormontageplatz auf der Brückenrampe in der Weise eingerichtet, daß die angelieferten Bauteile hier zwischengelagert, auf Zulagen vormontiert und die so entstandenen Großteile mit einem Raupenkran zum Brückenwiderlager transportiert wurden.

Der Raupenkran montierte auch das erste Brückenfeld, das auf die Hilfsstütze HO aufgesetzt wurde (Bild 13). Mit der Erstellung dieses Feldes wurde gleichzeitig eine Hilfskonstruktion in rückwärtiger Verlängerung der Fachwerkträger montiert. Sie bildete zusammen mit den Obergurten des Fachwerks die Auflager für die Laufschiene des Vorbaugerätes.

Bei dem Vorbaugerät handelte es sich um einen elektrisch betriebenen, selbst fahrenden Drehkran. Gesteuert wurde sein Einsatz über eine Sprechfunkverbindung zwischen Richtmeister und Kranführer. Das Gerät hatte bei der hier notwendigen Ausladung eine Tragfähigkeit von 65 t. Es war geeignet, die vormontierten Großteile am Brückenwiderlager zu übernehmen und damit zur Vorbauspitze zu fahren.

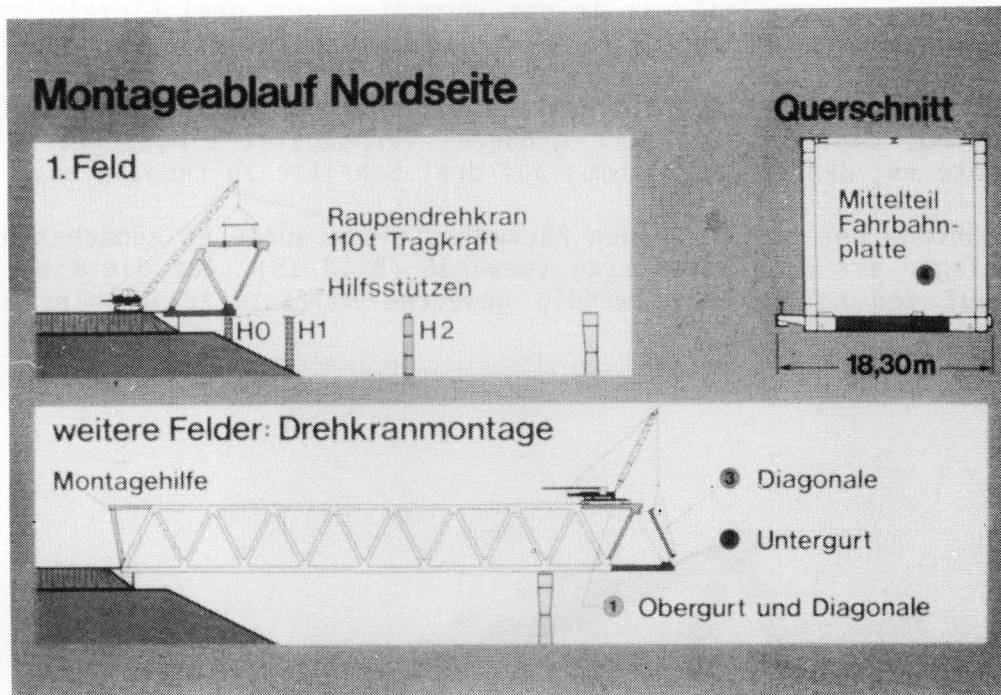


Bild 13: Montageablauf für Hochbrücke Grüental

Die feldweise Montage erfolgte nach einem einheitlichen Rhythmus in vier Schritten. Zunächst wurden die auf der Zulage zu Großbauteilen verschweißten Obergurte und Diagonalen vom Vorbaugerät aufgenommen und an die Vorbau- spitze transportiert (Bild 14). Das Gewicht dieser Bauteile betrug bis zu 25 t. Nach dem Einbau des Windverbandes folgte die Montage der Untergurte. Die Untergurte mußten zunächst über zwei Zugstangen an dem Obergurtnoten gehalten werden, bis die Diagonalen im dritten Schritt montiert waren.



Bild 14: Montage auf der Nordseite der Hochbrücke Grüental

Nach dem Einbau der Diagonalen folgte die Montage des Mittelteils der Fahrbahnplatte. Dieses Teil war in der Vormontage aus drei Einzelementen zusammengeschweißt worden und hatte ein Gesamtgewicht bis zu 36 t.

Auf der Südseite verlief die Montage in ähnlicher Weise, jedoch mit dem Unterschied, daß hier ein noch größeres Vorbaugerät eingesetzt wurde. Dies erlaubte es, den Einbaurythmus auf drei Schritte zu reduzieren.

Zur Montage der ersten beiden Fachwerksfelder wurde es zunächst hinter dem Widerlager als ortsfester Kran verwandt (Bild 15). Auf diese Weise konnte die auf der Nordseite notwendig gewesene Hilfsstütze H0 hier eingespart werden.



Bild 15: Montage auf der Südseite der Hochbrücke Grüental

Um einen größeren Arbeitsradius des Vorbaugerätes zu erhalten, wurde die auf dem Obergurt liegende Kranfahrbahn zum Rampenkopf um ein Feld erweitert. Hierfür verwandte man einen Obergurt und eine Diagonale, die zum Schluß in Brückenmitte ihre endgültige Verwendung fanden.

Danach wurde das Vorbaugerät auf die Obergurte des Fachwerks gesetzt. Mit dem Gerät war es möglich, die auf dem Vormontageplatz zusammengeschweißten Großbauteile ohne Zwischentransport unmittelbar anzuschlagen und an die Vorbauspitze zu transportieren. Bei dem Vorbaugeräte handelt es sich um einen Drehkran mit einer Tragkraftkapazität von 20.000 kNm. Das Gerät war mit

einer elektrischen Lastmomentbegrenzung ausgestattet. Der Kranbetrieb konnte bis zu Windstärke 6 durchgeführt werden. Für den Einsatz in Grüental war das Gerät mit einer Tragkraft von 100 t bei 20 m Ausladung im Einsatz.

Der weitere Montagerhythmus auf der Südseite vollzog sich - wie erwähnt - in drei Schritten. Der erste, der Einbau des Obergurtes mit der Diagonalen, entsprach dem für die Nordseite beschriebenen Vorgang. Im zweiten Schritt wurden die Untergurte zusammen mit der Fahrbahnplatte als ein Großteil vom Vorbaugerät am Vormontageplatz abgeholt, zur Vorbauspitze transportiert und in die Montageposition gebracht. Das Gewicht dieser Großteile betrug bis zu 95 t (Bild 16).

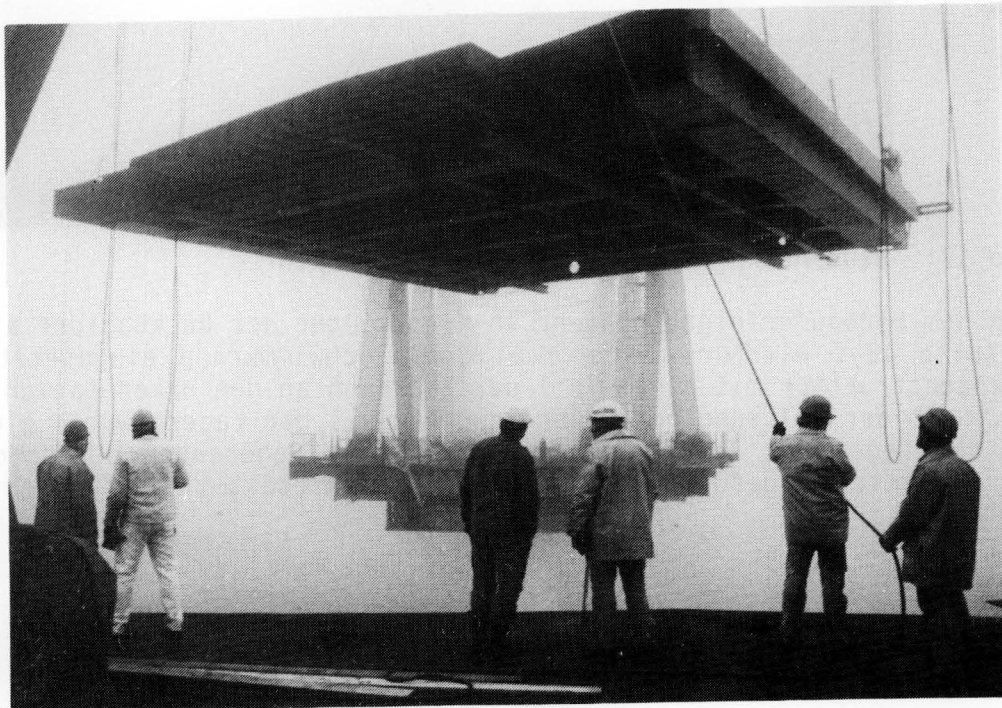


Bild 16: Fahrbahn-Montage der Hochbrücke Grüental

Bis auf die Windverbände, die geschraubt wurden, waren sämtliche Brückenteile sowohl in der Fertigung wie in der Vormontage und der Endmontage zu verschweißen. Der Bauherr achtete besonders darauf, daß die Montageschweißungen auf der Baustelle nur unter werkstattähnlichen Bedingungen ausgeführt wurden. Es kam darauf an, die Einhausungen in Güte und Wirksamkeit der Empfindlichkeit der angewandten Schweißverfahren gegenüber Witterungseinflüssen entsprechend auszuführen.

Bemerkenswert ist die Ausbildung des Anschlusses der inneren Stegbleche der Diagonalen an den Obergurt. Zur einwandfreien Krafteinleitung wurde ein im Querschnitt quadratisches Schmiedestück als Paßstück an das Querschott des Obergurtes angeschweißt.

Die Montage begann im Februar 1985 und bereits im April 1986 fand der Brückenschluß statt. Ende des gleichen Jahres wurde die Brücke für den Schienen- und Straßenverkehr freigegeben (Bild 17).



Bild 17: Neue Hochbrücke Grünental unter Verkehr

Nach dem Neubau erfolgte nunmehr in diesem Jahr der Rückbau der alten Brücke (Bild 18). Hierfür wurden zwei große Schwimmkräne eingesetzt, die die Bogenkonstruktion mit einem Teil der Fahrbahn an den Haken nahmen und anhoben. Nach der Ablösung der Bogenendpunkte aus den Lagern wurde gleichzeitig mit dem Legen der Trennschnitte an den vier Bogenenden begonnen. Nachdem die Schnitte ausgeführt waren, wurde der Mittelteil des Bogens von den

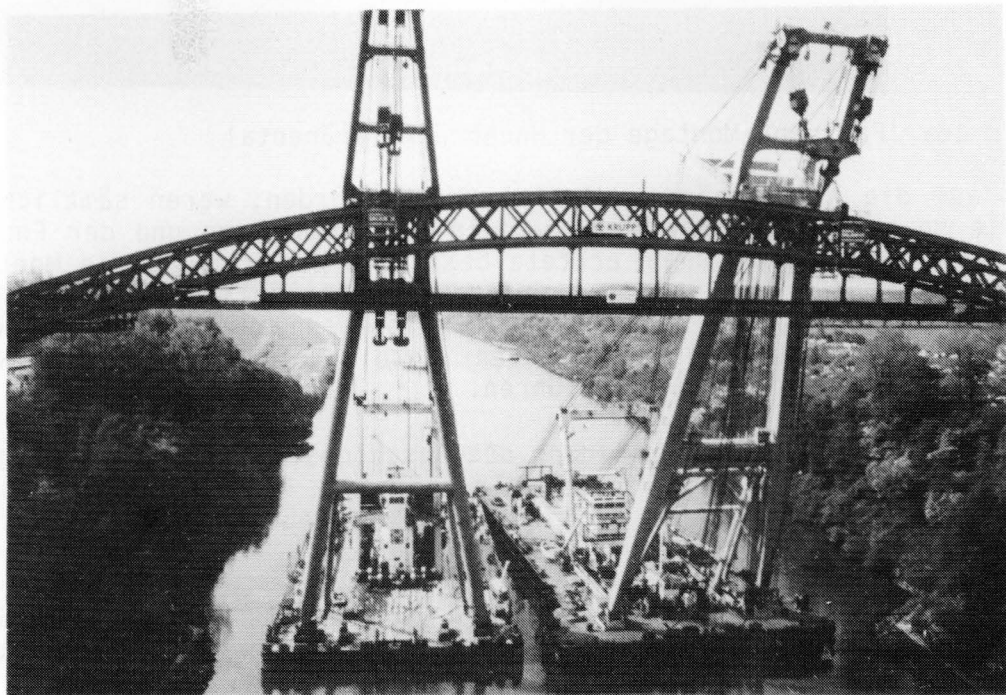


Bild 18: Ausschwimmen der alten Brücke Grünental

Schwimmkränen zu einem seitlich gelegenen Lagerplatz gebracht und dort abgelegt. Das an den Kränen hängende Stahlgewicht der Brücke betrug rund 900 t. Der Kanal mußte für die Durchführung der Maßnahme für 10 Stunden gesperrt werden. Bei der Ausschreibung für den Rückbau der Brücke war den Bietern freigestellt worden, wie sie das Rückbauverfahren gestalten wollten. Bei der hier gewählten Lösung konnten rund 1 Mio DM eingespart werden gegenüber einem Rückbau von den Widerlagern aus.

4 Entwicklung der Montagekosten

Lassen Sie mich nun noch etwas zur Entwicklung der Montagekosten im Großbrückenbau der letzten 25 Jahre sagen. Die allgemeine technische Entwicklung hat sich auch hier ausgewirkt. Durch den Übergang vom Nieten zum Schrauben und vom Schrauben zum Schweißen wurden nicht nur Arbeitsstunden eingespart, sondern es wurde auch eine erhebliche Gewichtsersparnis der Brückenkonstruktion erzielt. Insbesondere durch den Einsatz von Vorbaugeräten, wie sie bei der Grüentaler Brücke verwandt worden sind, konnte die Montage optimiert werden. Auf dem Bild 19 ist die Entwicklung der Montagekosten im Großbrückenbau dargestellt.

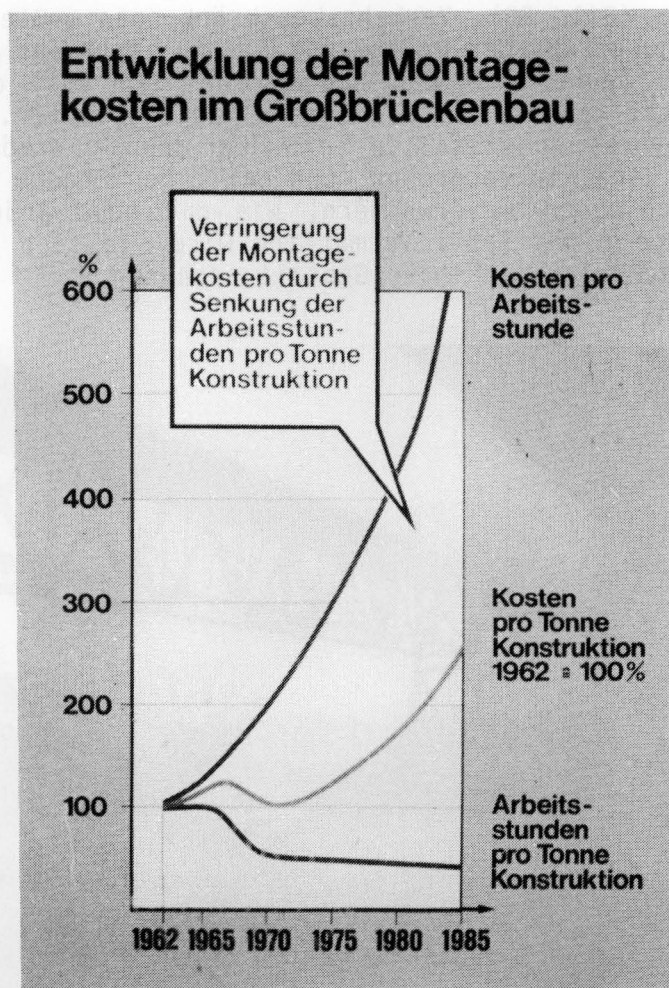


Bild 19: Entwicklung der Montagekosten

Die Zahlen wurden mir freundlicherweise von einer Stahlbaufirma zur Verfügung gestellt. Wenn sie von daher auch gewisse Firmenspezifika beinhalten mögen, so geben sie wohl doch auch eine allgemeine Trendentwicklung wieder.

Aus der Darstellung wird erkennbar, daß die Arbeitsstunden pro Tonne Konstruktion erheblich gesenkt werden konnten. Dies gilt besonders für die zweite Hälfte der 60er Jahre.

Gleichzeitig sind die Kosten pro Arbeitsstunde enorm gestiegen. Aus diesen beiden Kurven ergibt sich als Resultierende der Verlauf der Montagekosten pro Tonne Konstruktion in den Jahren 1962 bis 1985. Die Graphik macht deutlich, welche Verringerung der Montagekosten durch die Senkung der aufzuwendenden Arbeitsstunden je Tonne Konstruktion erzielt werden konnten und macht damit deutlich, welche Fortschritte in den letzten Jahrzehnten bei der Montage von Großbrücken eingetreten sind. Auch die Grüntaler Hochbrücke ist dafür ein Beispiel.

5 Weiterer Brückenbau am Nord-Ostsee-Kanal

Wie eingehende Untersuchungen und statische Nachrechnungen ergeben haben, ist die alte Holtenauer Hochbrücke von 1912 den heutigen Verkehrsbelastungen nicht mehr gewachsen (Bild 20). Verkehrsbeschränkungen mußten erlassen werden. Eine Grundinstandsetzung der Brücke und die Anpassung an den heutigen Verkehrsbedarf käme teurer als ein Neubau. Deshalb soll die Brücke durch einen Neubau ersetzt werden. Die Planungen sind angelaufen. Auch hier wird wieder eine Stahlbrücke zu erstellen sein. Der Neubau ermöglicht es, die Stützweite über dem Kanal zu vergrößern und damit den Engpaß im Bereich des Binnenhafens der Schleusen zu erweitern. Wie die neue Brücke einmal aussehen wird, liegt noch nicht fest. Vermutlich wird sie sich jedoch der 1972 fertiggestellten Deckbrücke in ihrer Gestalt anpassen.

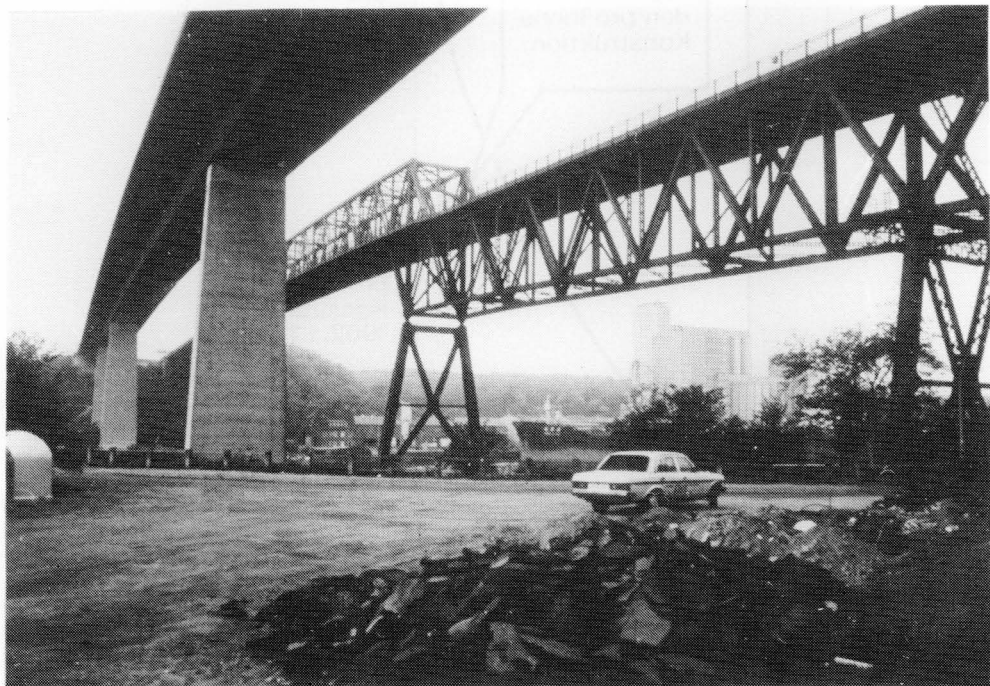


Bild 20: Hochbrücke in Kiel-Holtenau

Dipl.-Ing. Rasmus: Entwicklung des Stahlbrückenbaus am NOK

Die bisher gewonnenen Erfahrungen im Stahlbrückenbau und in der Montage solcher Großbrücken werden uns beim Bau zugute kommen.

