

# DIE BAUTECHNIK

11. Jahrgang

BERLIN, 10. November 1933

Heft 48

Alle Rechte vorbehalten.

## Betongelenke mit gepanzerter Wälzfläche.

Von Regierungsbaurat Dr.-Ing. Emil Burkhardt, Stuttgart.

Die Herstellung von Betonwalgelenken auf dem Lehrgerüst oder das Versetzen von fertigen Gelenkquadern auf der Schalung ist erfahrungsgemäß nicht nur umständlich, sondern auch ungenau. Diese Mängel waren für den Verfasser der Anlaß zu der Erfindung der Betongelenke mit gepanzerter Wälzfläche. Bei diesen Gelenken werden die Wälzflächen der beiden Gelenkquader durch entsprechend gebogene Blechtafeln gebildet, die so miteinander verschraubt sind, daß sie als Ganzes auf der Schalung versetzt werden können und, nachdem sie in die genaue Lage gebracht sind, mit Beton hinterstampft werden. Gegenüber den bisherigen Ver-

Querkräfte ist in jedem Blechpaar ein starker Dollen, der lose in einer aufgeschweißten Hülse steckt, angeordnet. Winkel an den seitlichen Rändern der Gelenkbleche verleihen den Blechtafeln genügende Steifigkeit. Schlaudern am oberen und unteren Rande der Bleche verhindern deren Ablösen von dem anschließenden Beton. Die Bleche sind im all-

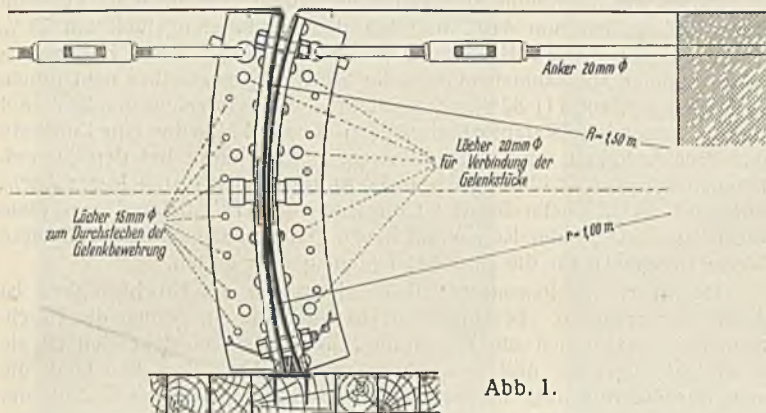


Abb. 1.

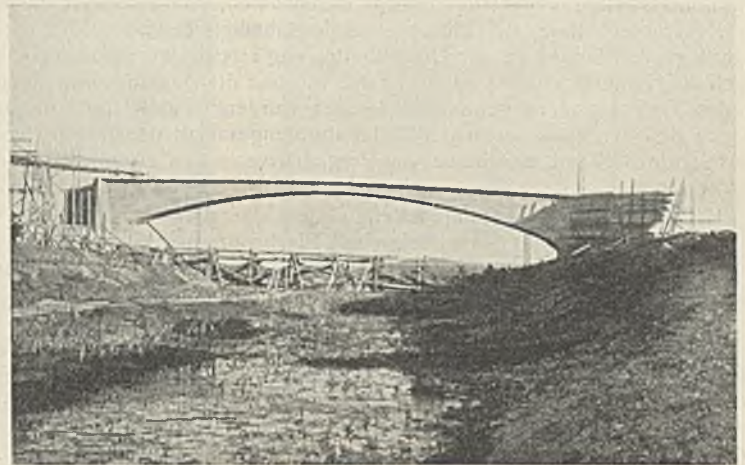


Abb. 2.

fahren zur Herstellung der Gelenke haben die gepanzerten Walzelenke den Vorteil, daß sie einfach und genau hergestellt werden können und die Wälzflächen sich dort berühren, wo sie es rechnungsmäßig tun sollen. Dazu kommt, daß die Kosten für das Herstellen und Versetzen durch den Wegfall der genauen Herstellung der Wälzflächen, den umständlichen Transport und das schwierige Versetzen geringer sind. Auch gegenüber Stahlgelenken sind die Kosten für das Betongelenk mit gepanzerter Wälzfläche erheblich geringer. Abb. 1 zeigt die Konstruktion eines solchen Gelenkes. Die beiden gekrümmten Bleche werden durch Schrauben mit

gemeinen 8 mm dick und bestehen aus St 37, dem gegen Rosten Kupfer zugesetzt ist.)

Mit dem so konstruierten Gelenk wurde erstmals von der Neckarbaudirektion Stuttgart im Jahre 1927 ein Versuch bei der nach ihrem Entwurf ausgeführten Feldwegbrücke über den Schiffahrtskanal der Staustufe Obereßlingen der Neckarkanalisation ausgeführt. Die Brücke ist als Dreigelenkbogen mit 43,3 m Spannweite und 4 m Pfeilhöhe, der in zwei Gewölbestreifen mit darüberliegender Eisenbetonfahrtafel von 4 m Breite und zwei auskragenden Banketten von 0,50 m Breite aufgelöst

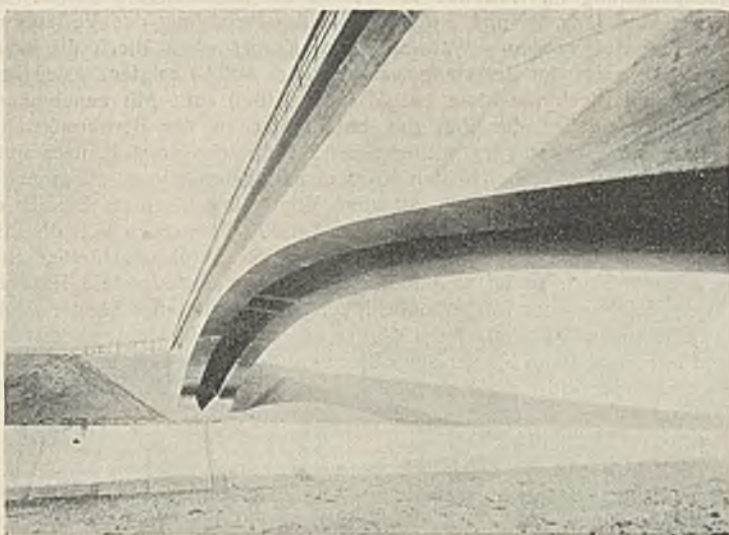


Abb. 3.

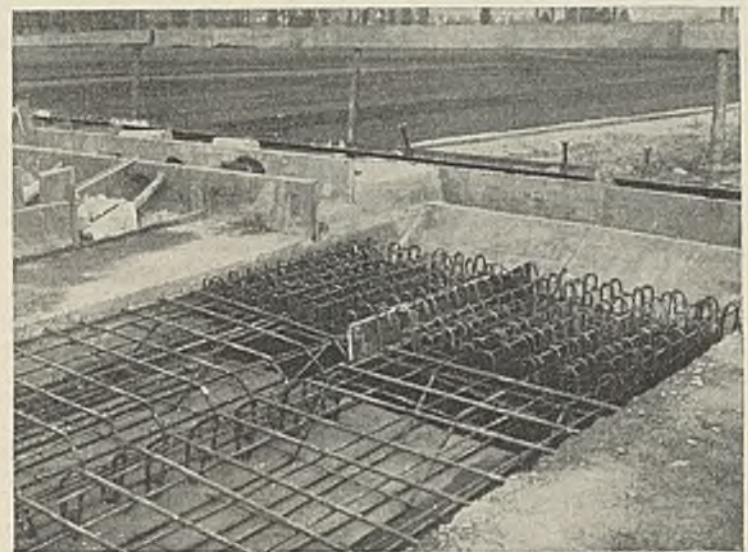


Abb. 4.

Keilringen zusammengehalten. Durch Verstellen der Keilringe ist es möglich, die infolge elastischer Verformung des Gewölbes beim Ausrüsten sowie die durch Schwinden eintretenden Senkungen des Scheitels und die damit verbundene Verschiebung der Stützlinie auszugleichen. Auf der Schalung wird das Gelenk am unteren Rande durch einen auf der Schalung aufgeschraubten Winkel und am oberen Rande durch Anker, die zum genauen Einstellen der Neigung mittels Spanschlösser an bereits e betonierten Rundelsen angeschlossen sind, gehalten. Zur Aufnahme der

ist, konstruiert. Nach der statischen Berechnung, die für Brückenklasse II gemäß DIN 1072 durchgeführt wurde, beträgt der größte Druck im Scheitel 387,5 t/lfdm und im Kämpfer 423,3 t/lfdm. Die Halbmesser der Gelenkbleche im Scheitel und im Kämpfer betragen  $R = 325$  cm,  $r = 250$  cm. Nach Hertz errechnen sich die Berührungsspannungen zu 380 kg/cm<sup>2</sup> bzw. 360 kg/cm<sup>2</sup>. Die Gelenkquader wurden im Mischungsverhältnis 1 RT

<sup>1)</sup> S. auch Mörsch, Der Eisenbetonbau, 5. Aufl. II, 2, S. 240.



hochwertiger Zement, 1,5 RT Mainsand, 0,8 RT Porphyrgus und 2 RT Porphyrschotter hergestellt. Eine Ansicht der Brücke nach dem Entfernen des Lehrgerüsts und eine Untersicht, die die aufgelöste Konstruktion erkennen läßt, zeigen Abb. 2 u. 3. Das zum Hinterbetonieren fertig versetzte Gelenk samt der Quaderbewehrung zeigt Abb. 4.

Bereits bei dieser ersten Ausführung zeigten sich die praktischen Vorteile des gepanzerten Wälzgelenkes: der bequeme Antransport der verhältnismäßig leichten Gelenkbleche, die einfache Aufstellung und genaue Einstellbarkeit sowie die anstandslose Hinterbetonierung der Gelenkbleche. Beim Ablassen der Brücke, wo besonders das Verhalten der Gelenke durch aufgezoogene Gipsprismen beobachtet wurde, wurde keinerlei Bewegung festgestellt, die auf eine nicht dichte Berührung der Gelenkbleche hätte schließen lassen.

Die Scheitelsenkung wurde zu 5 mm gemessen, gegenüber errechnet 8 mm.

Hatte diese erste Ausführung den Nachweis der praktischen Vorzüge der Erfindung gegenüber den bisherigen Ausführungsweisen erbracht, so war noch das Verhalten der Bleche auf die zulässigen Pressungen in den Berührungstreifen ungeklärt. Es war anzunehmen, daß einerseits durch die Zwischenschaltung der Bleche eine gleichmäßige Teilnahme des darunterliegenden Betons an der Druckübertragung erreicht würde, andererseits durch die Haftfestigkeit des Betons an den Blechen die Querspannungen in den Gelenkquadranten vermindert werden würden. Zur Klärung dieser Fragen ließ der Verfasser in der Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart eine Reihe von Vergleichsversuchen anstellen; diese erstreckten sich auf:

1. Gelenkkörper aus Stampfbeton,
2. Gelenkkörper aus Stampfbeton mit Blechpanzerung,
3. Eisenbetongelenkkörper mit Bewehrung gegen Zugrisse ohne Blechpanzerung,
4. Eisenbetongelenkkörper mit Bewehrung und Blechpanzerung.

Die Gelenkkörper hatten einen Querschnitt von 30/30 cm und eine Höhe von 280 bis 360 mm. Der Krümmungshalbmesser des konkaven Gelenkkörpers betrug 900 mm, des konvexen Gelenkkörpers 500 mm. Die Dicke der Gelenkbleche, die aus St 37 bestanden, betrug 8 mm. Die Gelenkkörper erhielten eine Bewehrung aus Rundstahl Durchm. 6 mm. Die Versuchskörper sollten in Anlehnung an die Praxis i. M. 1:4 aus Hartgeschlag und hochwertigem Zement mit einer voraussichtlichen Würfelhaftigkeit von 300 bis 400 kg/cm<sup>2</sup> nach 28 Tagen hergestellt werden.

Von den Stampfbetongelenkkörpern wurden sechs Paar Gelenkquader ohne Blech und sechs Paar Gelenkquader mit Blech, von den Eisenbetongelenken je drei Paar mit und drei Paar ohne Blech hergestellt. Je drei Paar Gelenkquader aus Stampfbeton sollten nach 28 Tagen, die restlichen drei Paar Gelenkquader zur Bestimmung des Einflusses des Alters nach drei Monaten geprüft werden. Gleichzeitig mit den Gelenkquadranten wurden Würfel von 30 cm Kantenlänge zur Bestimmung der Druckfestigkeit des Betons hergestellt. Der verwendete Beton bestand aus 1 GT Portlandzement, Dyckerhoff-Doppel, 1,5 GT Rheinsand 0 bis 7 mm, 1 GT Diabas Grus 3 bis 7 mm, 2,5 GT Rheinkies.

Die Konsistenz der für die Stampfbetongelenke hergestellten Mischung entsprach weichem Stampfbeton.

$$\text{Der Wert } W = \frac{\text{Wassergewicht}}{\text{Zementgewicht}} \text{ betrug } 0,51.$$





	 1	 2	 3	 4	
Alter: 28 Tage	Würfelhaftigkeit des verwendeten Betons	427 kg/cm <sup>2</sup>	427 kg/cm <sup>2</sup>	310 kg/cm <sup>2</sup>	310 kg/cm <sup>2</sup>
	Druckkraft bei Auftreten d. 1. Risses	45 000 kg	52 000 kg	40 000 kg	45 000 kg
	Bruchlast	136 000 kg	192 000 kg	180 000 kg	247 000 kg
Alter: 4 Monate	Druckfestigkeit	476 kg/cm <sup>2</sup>	476 kg/cm <sup>2</sup>	—	—
	Druckkraft bei Auftreten d. 1. Risses	70 000 kg	80 000 kg	—	—
	Bruchlast	173 000 kg	239 000 kg	—	—

Abb. 5.

Die Konsistenzprobe auf dem Rütteltisch ergab  $s = 3$  cm,  $g = 26$  cm. Die Mischung für die Eisenbetongelenkquader entsprach Gußbeton. Es betrug  $W = 0,70$ ,  $s = 20$  cm und  $g = 57$  cm.

Die Ergebnisse der Druckfestigkeit der Probewürfel und der Gelenkquader sind in der Tabelle (Abb. 5) zusammengetragen. Nach Spalte 1 ist die Druckfestigkeit des für die Stampfbetongelenke verwendeten Betons entsprechend dem geringeren Wasserzusatz mit 427 kg/cm<sup>2</sup> nach 28 Tagen beträchtlich höher als die der Eisenbetonmischung mit 310 kg/cm<sup>2</sup>. Nach Spalte 2 tritt bei allen Gelenkquadranten der erste Riß unter einer Belastung zwischen 40 und 52 t auf. Die Panzerung ergibt hiernach eine Steigerung von 15%, wogegen die Bewehrung unter Berücksichtigung der geringen

Betonfestigkeit nur eine geringe Steigerung bewirkt. Letzteres bestätigt die Ergebnisse der von Prof. Graf durchgeführten „Versuche mit Beton- und Eisenbetonquadranten zu Brückengelenken und Auflagern“<sup>2)</sup>, wonach der Bewehrung beim Auftreten der ersten Risse ein ausgeprägter Einfluß nicht zukommt.

Die Bruchlast nach Spalte 3 der Tabelle ergab bei Stampfbetongelenkquadranten ohne Panzerung 136 000 kg (1) mit Panzerung 192 000 kg (2) und bei Eisenbetongelenkquadranten ohne Panzerung 180 000 kg (3) und mit Panzerung 247 000 kg (4). Das Verhältnis der Bruchlast zur Rissebildungslast beträgt hiernach

$$\begin{aligned} \text{bei (1)} & 136\,000 : 45\,000 = 3,00 : 1, \\ \text{bei (2)} & 192\,000 : 52\,000 = 3,70 : 1, \\ \text{bei (3)} & 180\,000 : 40\,000 = 4,50 : 1, \\ \text{bei (4)} & 247\,000 : 45\,000 = 5,50 : 1. \end{aligned}$$

Die Belastung auf 1 cm<sup>2</sup> des Gesamtquerschnitts  $F = 30 \cdot 30$  cm<sup>2</sup> der Gelenkquader beträgt

unter der Rissebildungslast	unter der Höchstlast
bei (1) = 50,0 kg/cm <sup>2</sup> ,	bei (1) = 150 kg/cm <sup>2</sup> ,
bei (2) = 57,8 kg/cm <sup>2</sup> ,	bei (2) = 212 kg/cm <sup>2</sup> ,
bei (3) = 44,3 kg/cm <sup>2</sup> ,	bei (3) = 200 kg/cm <sup>2</sup> ,
bei (4) = 50,0 kg/cm <sup>2</sup> ,	bei (4) = 275 kg/cm <sup>2</sup> .

Durch die Anordnung der Panzerung wurde die Bruchlast bei dem Stampfbetongelenk um 41% und bei dem Eisenbetongelenk um 37% gesteigert. Durch die Bewehrung allein um 32%. Beim Zusammenwirken beider Maßnahmen beträgt die Steigerung gegenüber dem reinen Stampfbetongelenk (1) 82%. Den Einfluß des Alters zeigen die Spalten 4 bis 6. Während die Stampfbetonprobewürfel nach 4 Monaten eine Zunahme der Bruchfestigkeit um 11% aufweisen, beträgt diese bei den Stampfbetongelenkquadranten ohne Blech beim Auftreten des ersten Risses 56%, mit Blech 54%. Beim Bruch ist die Zunahme 27% beim Körper ohne Blech bzw. 24% beim Körper mit Blech. Es ist anzunehmen, daß diese Werte sinngemäß für die Eisenbetongelenkquader gelten.

Der Wert der Panzerung für die Zunahme der Bruchfestigkeit ist damit klar erwiesen. Beachtenswert ist auch die Steigerung der Bruchfestigkeit allein durch die Bewehrung. Nach dem Vorstehenden ist sie erheblich größer als nach den obengenannten Versuchen von Graf, die auch für die Bruchlast zu dem Ergebnis kommen, daß der Einfluß der Bewehrung auf die Höchstlast nicht bedeutend ist. Der Grund für diese Feststellung von Graf liegt darin, daß dessen Versuche Körper betreffen, bei denen die Kräfte in den Gelenkfugen von eisernen Lagerkörpern aufgenommen werden und bei denen sich die eisernen Lagerkörper mit breiter Fläche auf Beton- und Eisenbetonquader stützen. Diese Feststellung gilt auch bezüglich des Verhältnisses von Bruchlast zur Rissebildungslast. Während bei den bis jetzt bekannten Versuchen die Bruchlast bis zum doppelten Betrage der Rißlast gefunden wurde, beträgt nach den vorstehenden Ergebnissen beim gepanzerten Eisenbetonwälzgelent die Bruchlast das 5,5fache der Rißbildungslast.

Abb. 6 u. 7 zeigen die Gelenkkörper aus Stampfbeton ohne und mit Blechpanzerung im Zustande am Schluß des Belastungsversuches. Die Körper sind langsam und stufenweise unter Beachtung des Verlaufs der Risse belastet worden. Während beim Körper ohne Blech die ersten Risse sich unter der Belastungsstufe 45 t (im Mittel) zeigten, traten beim Körper mit Blech die Risse bei 57 t (im Mittel) auf. Mit zunehmender Belastung schreitet der Riß, der unmittelbar an der Berührungsfläche beginnt und senkrecht im mittleren Teile der Fläche verläuft, nach unten weiter, um mit 70 t bei beiden Körpern den unteren Rand zu erreichen. Bei der Belastungsstufe 60 t tritt beim Körper mit Blech im Bereich der Berührungsbreite ein weiterer Riß auf. Bei 80 t vermehren sich die Risse beim Körper ohne Blech zu beiden Seiten der Berührungsbreite. Beim Körper mit Blech treten weitere Risse erst ab Belastungsstufe 100 t auf. Allgemein sind beim Körper ohne Blech die gekrümmten Ränder stärker von Rissen durchsetzt als beim Körper mit Blech. Unter der Belastungsstufe 140 t tritt beim Körper ohne Blech ein neuer bis zum unteren Rande durchgehender Riß auf. Beim Körper mit Blech tritt dieser Riß erst bei 170 t auf. Die Höchstlast liegt beim Körper ohne Blech bei 140 t, beim Körper mit Blech bei 180 t.

Das Rissebild der Gelenkkörper aus Eisenbeton zeigen Abb. 8 u. 9. Auch bei den Eisenbetonkörpern tritt die Rissebildung bereits unter der Belastungsstufe von rd. 40 t auf. Bei dem Körper ohne Blech im Mittel aus den drei Versuchen bei 40 t, bei dem Körper mit Blech bei 45 t. Auffallend ist die Fortsetzung der Risse unter der höheren Belastungsstufe. Durch die eingelegte Rundstahlbewehrung kann sich der charakteristische, durchgehende und in der Mitte des Feldes verlaufende Riß gar nicht bilden. Die Risse verlaufen vielmehr strahlenförmig in kurzen Längen von den Berührungsbreiten ausgehend, nach außen und lassen besonders bei dem Gelenkkörper ohne Blech die Mitte des Feldes frei. Nur vereinzelte Risse setzen sich bis an den unteren Rand fort.

<sup>2)</sup> Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Heft 232. Von Otto Graf.





Abb. 6.



Abb. 7.



Abb. 8.



Abb. 9.

Bei dem Körper mit Blech ist das Feld gleichmäßig und mit kurzen Rissen bis nahe an den unteren Rand durchsetzt. Während die Höchstlast beim Körper ohne Blech bei 180 t erreicht wird, steigt sie bei dem Körper mit Blech auf 247 t an. Der Vergleich der Rissebilder zeigt, daß die Drucktrajektorien beim gepanzerten Gelenk steiler als beim ungepanzerten Gelenk verlaufen. Es ist darin die Erklärung für die höhere Bruchlast zu suchen, da bei steilerem Verlauf der Drucktrajektorien die Querspannungen geringer sind.

Berechnet man nach Mörsch<sup>3)</sup> die beim Auftreten des ersten Risses herrschenden Querspannungen im Beton, so betragen diese für die Gelenkquader 1 bis 4 12,5, 13,6, 17,6 und 19,6 kg/cm<sup>2</sup>. Bei Aufnahme

Berechnet man nach Hertz für das gepanzerte Eisenbetonwalgelenk die Spannungen in den Berührungstreifen, so ergibt sich beim Auftreten des ersten Risses unter der Annahme eines Elastizitätsmaßes des Betons von 250 000 kg/cm<sup>2</sup> eine Pressung von 735 kg/cm<sup>2</sup> und beim Bruch eine Pressung von 1750 kg/cm<sup>2</sup>.

Für die praktische Verwertung der Ergebnisse fragt sich, wie weit mit der zulässigen Pressung in dem Berührungstreifen gegangen werden soll. Nach DIN 1075, § 17 Ziff. 2, dürfen in Walgelenken aus Beton mit gekrümmten Berührungsfächen, die nach den Hertzschen Formeln berechnet werden und deren Berührungsbreite  $\frac{1}{5}$  der

Gelenkhöhe oder kleiner ist, die Spannungen den Wert  $\frac{W_b \cdot 28}{2}$ , höchstens jedoch 300 kg/cm<sup>2</sup> erreichen. Würde man, wie sonst im Eisenbeton üblich, auch bei den Gelenken den gerissenen Zustand (Stadium IIb) zulassen und der Konstruktion eine dreifache Sicherheit gegen Bruch zugrunde legen, so ergäbe sich die Pressung an der Berührungsstelle zu 1000 kg/cm<sup>2</sup>. Läßt man jedoch eine Rissebildung überhaupt nicht zu



Abb. 10.

der Zugspannungen allein durch die Bewehrung in den Eisenbetonquadern werden die Eisen mit 1000 bzw. 1120 kg/cm<sup>2</sup> beansprucht. Unter der Bruchlast ergibt sich eine rechnermäßige Spannung in den Eisen von 4060 bzw. 5380 kg/cm<sup>2</sup>.

<sup>3)</sup> Mörsch, Der Eisenbetonbau, 6. Aufl. I, 2, S. 462.



sondern will hiergegen sogar noch eine 1,25fache Sicherheit haben, so errechnet sich nach Hertz die zugehörige Pressung zu 660 kg/cm<sup>2</sup>. Die Sicherheit gegen Bruch wäre in diesem Falle eine 6,86fache. (Der Einfluß des Alters ist hierbei nicht berücksichtigt.)

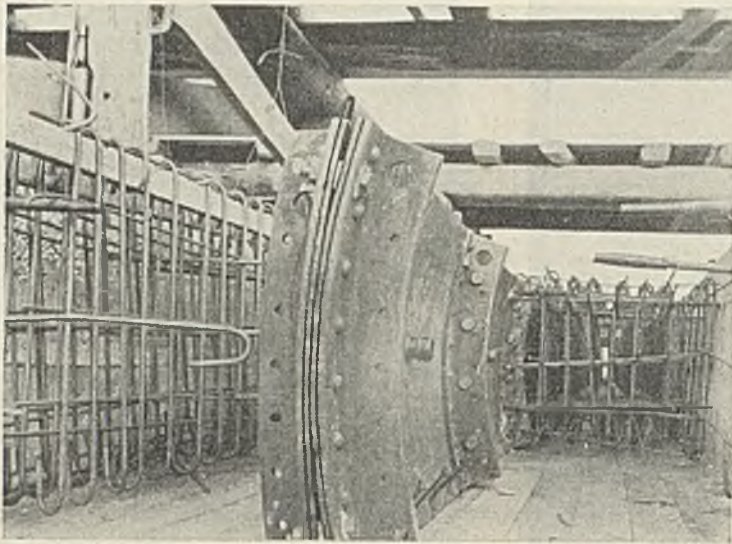


Abb. 11.

Gegenüber der nach DIN 1075 zulässigen  $\frac{W_b \cdot 28}{2}$  ist dieser Betrag ein mehrfacher. Zu bemerken ist jedoch, daß den nach Hertz ermittelten Werten kaum mehr als ein zahlenmäßiger Vergleichswert zukommt. Es müßte einer systematischen vergleichenden Untersuchung vorbehalten werden, besonders für Betongelenke mit gepanzerter Wälzfläche unter genauer Bestimmung des zugehörigen Elastizitätsmaßes, den Einfluß der Krümmungshalbmesser zu bestimmen, um diese Ergebnisse formelmäßig zu erfassen. Die aus dem Schrifttum bekannt gewordenen Untersuchungen umfassen in der Hauptsache steinerne Wälzelenke und Betongelenkquader hinter eisernen Lagerkörpern. Durch die Einschaltung des Bleches würde die Versuchsdurchführung erheblich erleichtert.

Eine weitere, außergewöhnliche Ausführung, wo das gepanzerte Wälzelenk mit Erfolg ausgeführt wurde, zeigt (Abb. 12) die im Jahre 1931 ausgeführte Straßenbrücke über den neuen Neckardurchstich bei Hellbronn. Diese Brücke, die nach einem Sondervorschlag der Firma Wayss & Freytag AG als Dreigelenkbogen mit Auslegern konstruiert ist, überbrückt das Flußbett mit nur einer Öffnung von 112,80 m Stützweite. Der Bogen, der in vier wandartige Tragrippen mit darüberliegender Fahrbahn aufgelöst ist, stützt sich auf das Widerlager mittels vier gepanzerter Betonwälzelenke

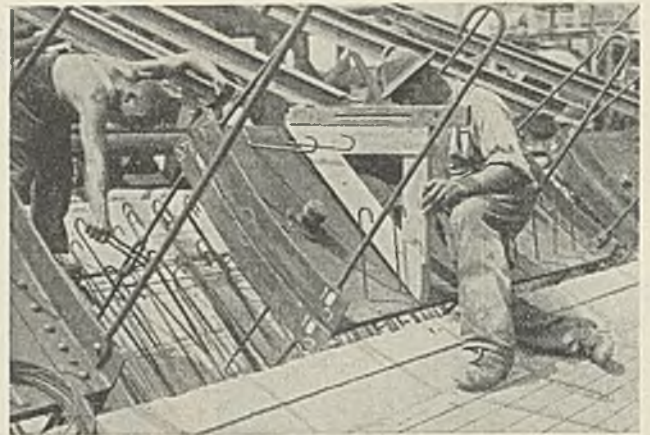


Abb. 13.

ab. Da die rahmenartige Konstruktion einen erheblichen Wälzweg im Scheitelgelenk erwarten ließ, wurde dieser mit Rücksicht auf eine genaue Zentrierung als Stahlgelenk ausgeführt. Zur Erzielung eines möglichst großen Pfeils von 13,70 m wurde das Scheitelgelenk außermittig zur Höhe der Rippen, das Kämpfergelenk nur etwa 1 m über MW gelegt. Das Versetzen der aus 12 mm dicken Blechen mit Kupferzusatz bestehenden Gelenke und das Einstellen



Abb. 12.



Abb. 14.

Die kritische Betrachtung der Versuchsergebnisse führte dazu, daß man bei der nächsten im Jahre 1929 von der Neckarbaudirektion nach ihren Entwürfen ausgeführten Dreigelenkbogenbrücke mit der zulässigen Berührungsspannung bis auf 600 kg/cm<sup>2</sup> ging. Die Brücke, die den regulierten Neckar bei Stuttgart überquert, besitzt zwei Flußöffnungen von je 39,20 m Stützweite mit 5,40 m Pfeilhöhe, sowie eine Landöffnung über die Uferstraße mit  $l = 20,40$  m und  $f = 4,60$  m und zwei kleine Durchlässe für Fußgänger. Die Straßenbrücke, die eine Fahrbahn von 12,00 m und zwei auskragende Gehwege von je 2,80 m Breite besitzt, ist in Abb. 10 wiedergegeben. Berechnet wurde die Brücke für die Belastungen der Brückenklasse I. Der Kämpferdruck, der auf die ganze Breite durchgehenden Gelenke beträgt bei den Flußöffnungen 293 t/lfdm, der Scheiteldruck 283 t/lfdm. Die Krümmungshalbmesser für das Kämpfer- und Scheitelgelenk sind  $R = 1,50$  m,  $r = 1,00$  m. Beim kleinen Gewölbe sind die Halbmesser  $R = 1,00$  m,  $r = 0,60$  m. Die Drücke im Kämpfer sind 91,5 t/lfdm, im Scheitel 58,6 t/lfdm, die Beanspruchungen 520 kg/cm<sup>2</sup> bzw. 415 kg/cm<sup>2</sup>. Abb. 11 zeigt das ausgerichtete Gelenk im Scheitel, im hinteren Teil mit der Quaderbewehrung, im vorderen Teil ohne diese, die Bleche durch die mit Spannschlössern versehenen Anker gehalten.

mittels Spannschlösser zeigt Abb. 13. Gegen Hochwasser wurden die Gelenkfugen durch Palesit gedichtet. Die fertig montierten Gelenke, jedoch ohne Bewehrung, zeigt Abb. 14. Die größte auf eine Rippe entfallende Normalkraft im Kämpfer beträgt 1804,9 t. Die Krümmungshalbmesser der Bleche betragen  $R = 2,40$ ,  $r = 2,00$  m. Die Brücke, die einer weitgehenden Probelastung durch 28 Dampfwalzen unter-

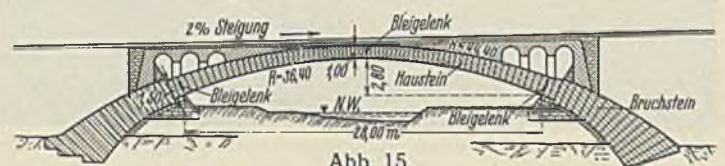


Abb. 15.

worfen wurde, zeigte im Scheitel eine Senkung von 5,48 mm, gegenüber rechnermäßig 13,7 mm. Bei dieser geringen Senkung, die für die Güte des verwendeten Betons spricht ( $E > 210\,000$  kg/cm<sup>2</sup>), hätte auch im Scheitel ein gepanzertes Betonwälzelenk ausgeführt werden können.

In jüngster Zeit wurde eine Brücke mit gepanzerten Betonwälzelenken ausgeführt, die insofern erwähnt zu werden verdient, als es sich um die



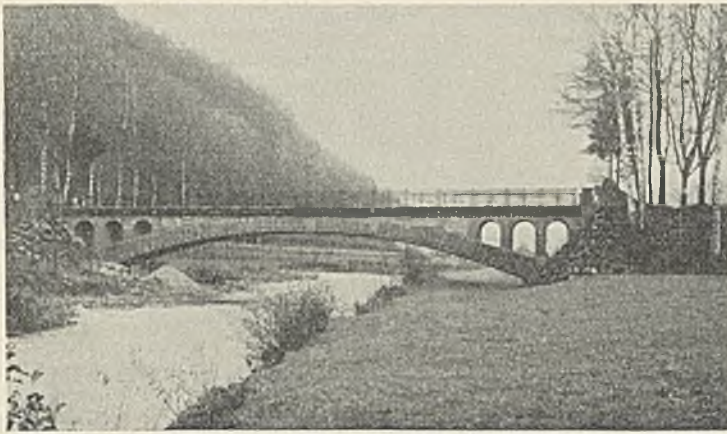


Abb. 16.



Abb. 18.

Verbreiterung der ersten mit gelenkartigen Bleieinlagen ausgestatteten Brücke handelt. Bekanntlich wurden Bleigelenke erstmals durch Leibbrand, den späteren Präsidenten der Kgl. Ministerialabteilung für Straßen- und Wasserbau, Stuttgart, eingeführt. Die Brücke, die in Abb. 15 im Längenschnitt, in Abb. 16 in der Ansicht wiedergegeben ist, wurde im Jahre 1885 erbaut. Das Widerlager besteht aus Bruchsteinmauerwerk, das Gewölbe aus mit Zementmörtel ausgefugten Buntsandsteinquadern. Die Stützweite der Brücke beträgt 28 m, der Pfeil 3,30 m. Der Kämpfer hat

Die Brücke, die von vornherein so stark bemessen wurde, daß sie auch heute noch, nach 50 Jahren, den erhöhten Belastungen gut standhält, mußte des zunehmenden Verkehrs wegen verbreitert werden. Die ursprünglich 2,50 m breite Fahrbahn wurde unter Einbeziehung des flußauf gelegenen Gehweges durch Verbreiterung des Gewölbes um 3,78 m auf 6 m verbreitert. Es hätte nichts gehindert, die Verbreiterung wie das Bestehende auszuführen. Die ausführende Behörde, die Ministerialabteilung für Straßen- und Wasserbau, entschloß sich jedoch, das neue Gewölbe und den Aufbau in Beton und die Gelenke als gepanzerte Wälzgelenke auszuführen. Unter Einhaltung der unteren Leibung des ausgeführten Gewölbes ergeben sich für das Gewölbe und die Widerlager die in Abb. 17 dargestellten Abmessungen. Das Gewölbe, das im Kämpfer eine Dicke von 0,85 m und im Scheitel von 0,70 m aufweist, wurde mittels der Einflußlinien der Kernmomente bemessen. Das äußere Bild der Brücke wurde, wie Abb. 18 zeigt, dem Baustoff entsprechend in einfachen Formen gehalten.

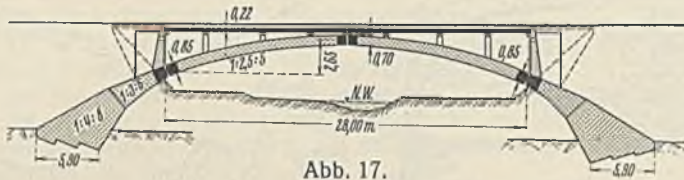


Abb. 17.

eine Dicke von 1,50 m, der Scheitel ist 1,00 m dick. Die Bleiplatten, die eine gelenkartige Bewegung der Gewölbeteile beim Ausschalen zulassen und damit die Lage der Druckkurve in enge Grenzen drängen sollten, haben im Kämpfer eine Breite von 500 mm und im Scheitel von 350 mm. Widerlager und Gewölbe wurden für eine Verkehrslast von  $400 \text{ kg/m}^2$ , die Entlastungsgewölbe für eine Dampfwalze von 15 t Dienstgewicht berechnet. Vor Erstellung der Brücke wurden die bekannten grundlegenden Versuche<sup>4)</sup> mit Bleiplatten sowie mit Sandsteinwürfeln, die mit eisernen Stempeln verschiedener Breite gedrückt wurden, durchgeführt.

Die vorstehenden Ausführungen sind dahin kurz zusammenzufassen, daß die in die Erfindung des Betongelenks mit gepanzelter Wälzfläche gesetzten Erwartungen hinsichtlich einer einfachen, genauen und billigen Herstellung der Gelenke durch die ausgeführten Brückenbauten bestätigt worden sind. Auf Grund der Versuche kann künftig bei gepanzerten Wälzgelenken eine bedeutend höhere Berührungsspannung zugelassen werden als nach den heutigen Bestimmungen.

<sup>4)</sup> K. v. Leibbrand, Gewölbte Brücken, Fortschr. d. Ing.-Wiss. Leipzig 1897, S. 45. — Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Heft 232. Von Otto Graf.

Alle Rechte vorbehalten.

## 25 Jahre Köhlbrand-Vertrag.

Von Strombaudirektor Dr.-Ing. Walter Petzel, Magdeburg, früher Harburg-Wilhelmsburg.

### 1. Entstehungsgeschichte des Staatsvertrages.

Am 14. November 1933 jährt sich zum 25. Male der Tag, an dem zwischen Preußen und Hamburg der Staatsvertrag, betreffend die Verbesserung des Fahrwassers der Elbe und andere Maßnahmen zur Förderung der Seeschifffahrt nach Hamburg, Altona und Harburg, abgeschlossen wurde. Aus diesem Anlaß sei hier ein kurzer Bericht über Inhalt und Ziel des Vertrages, sowie das Ergebnis, das seine Durchführung für die preußischen Wasserstraßen gehabt hat, erstattet. Dieser Vertrag ist der dritte in der Reihe der sogenannten Köhlbrand-Verträge.

Die Regelung eines Tidestromes von den Ausmaßen der unteren Elbe bietet schon allgemein große technische Schwierigkeiten. Diese Schwierigkeiten werden bei der Elbe noch vermehrt durch die Stromspaltungen, die wenige Kilometer oberhalb Hamburg/Harburg beginnen und bis Blankenese reichen. Der einheitliche Lauf der Oberelbe teilt sich bei Bunthaus in zwei Hauptarme, die Norderelbe und die Süderelbe. Letztere, ehemals breiter und tiefer, verlor durch seitliche Abzweigungen — Reiherstieg, Alte Süderelbe, Köhlfleth, Mühlenfleth und Maakenfleth — ihr Übergewicht mehr und mehr, so daß an der Köhlbrandmündung, der Vereinigung der beiden Hauptarme, die Süderelbe gegen die Norderelbe sowohl an Profilgröße wie an Fahrwassertiefe erheblich zurückstand.

Als man von etwa 1840 ab daran ging, die Fahrwasser den Forderungen der Schifffahrt anzupassen, traten im Stromspaltungsgebiet der Elbe besondere Erschwernisse infolge seiner mehrfachen Durchschneidung durch die Hoheitsgrenzen der beiden Staaten Preußen und Hamburg auf. Die Uferstaaten, die beide Besitz an den Stromarmen hatten, versuchten, die Verbesserung in dem Stromarme zu verhindern, dessen Schiffbarkeit für sie kein Interesse hatte. In früheren Jahrhunderten wurden die Streitigkeiten zwischen den hamburgischen und braunschweigisch-lüneburgischen Schifffahrttreibenden über die Gerechtsame an der Elbe in oft

blutigen Fehden ausgetragen. Auch jetzt kam es wiederholt zu gegenseitigen Tätlichkeiten, indem eine Regierung die Arbeiten der anderen zerstören ließ. Um diesen Mißhelligkeiten ein Ende zu bereiten und gleichzeitig die Hoheitsgrenzen klarzustellen, wurde am 24. Juni 1868 der 1. Köhlbrand-Vertrag zwischen den Bevollmächtigten des Königreichs Preußen und des Senats der Freien und Hansestadt Hamburg vollzogen, nachdem er bereits zwei Jahre vorher am 20. April 1866 zwischen der hannoverschen Regierung und Hamburg in allen Einzelteilen festgesetzt war.

### 2. Inhalt der Verträge.

a) Vertrag von 1868. Der 1. Köhlbrand-Vertrag gab die Grundlage für die Verbesserung der beiden Hauptarme in der Vereinbarung bestimmter Ausbaulinien, vorwiegend aber für die Norderelbe in der Festlegung einer günstigeren oberen Einmündung — bessere Zuleitung des Oberwassers —, für die Süderelbe in der Festlegung einer günstigeren unteren Mündung — bessere Zuleitung des Flutwassers —. Preußen erhielt für die Zufahrt zu dem aufstrebenden Hafen Harburg das Zugeständnis, in dem unteren Teile des Köhlbrands, der auf hamburgischem Hoheitsgebiet liegt, eine Tiefe von 10 Fuß unter dem damaligen Hamburger Nullpunkte von  $-0,672 \text{ NN} = -3,538 \text{ NN}$  herzustellen. Dies ergab eine Fahrwassertiefe von rund 3,30 m bei MNW und 5,10 m bei MHW. Die Breite der Fahrrinne wurde zu 200 Fuß = rund 57 m bestimmt.

Hamburg erhielt die Genehmigung, die Trennungsspitze bei Bunthaus bis auf 1220 Fuß = rd. 345 m zu verlängern. Dadurch wurde die Stromkraft der Süderelbe zugunsten der Norderelbe merklich geschwächt.

Voraussetzung für den Vertragsabschluß war im übrigen, daß die bis dahin in Harburg endende Eisenbahnlinie Lehrte—Harburg bis Hamburg durchgeführt wurde.





Abb. 1. Zustand vor dem 1. Köhlbrand-Vertrage.

der beiden Fahrwasser an dem Trennungswerk bei Bunthaus, das Einverständnis Preußens zu der Vertiefung der Nordereibe auf — 6,30 NN vor den hamburgischen Hafenanlagen auf Kuhwärder. Weiterhin gab er die Grundlage für die Regelung der Unterelbe bis Pagensand und die Erweiterung des Altonaer Hafens, insbesondere die Herstellung des dortigen Hafendammes.

c) Vertrag von 1908. Der 3. Köhlbrand-Vertrag vom 14. November 1908 schuf endlich eine durchgreifende Verbesserung des Fahrwassers der Elbe von der Seeemündung abwärts bis in See.

Preußen erhielt das Recht, den Köhlbrand auf — 8,54 NN zu vertiefen bei 80 m Sohlenbreite, die in der Mündung auf 100 m auslief. 24 Jahre nach Inkrafttreten des Vertrages darf

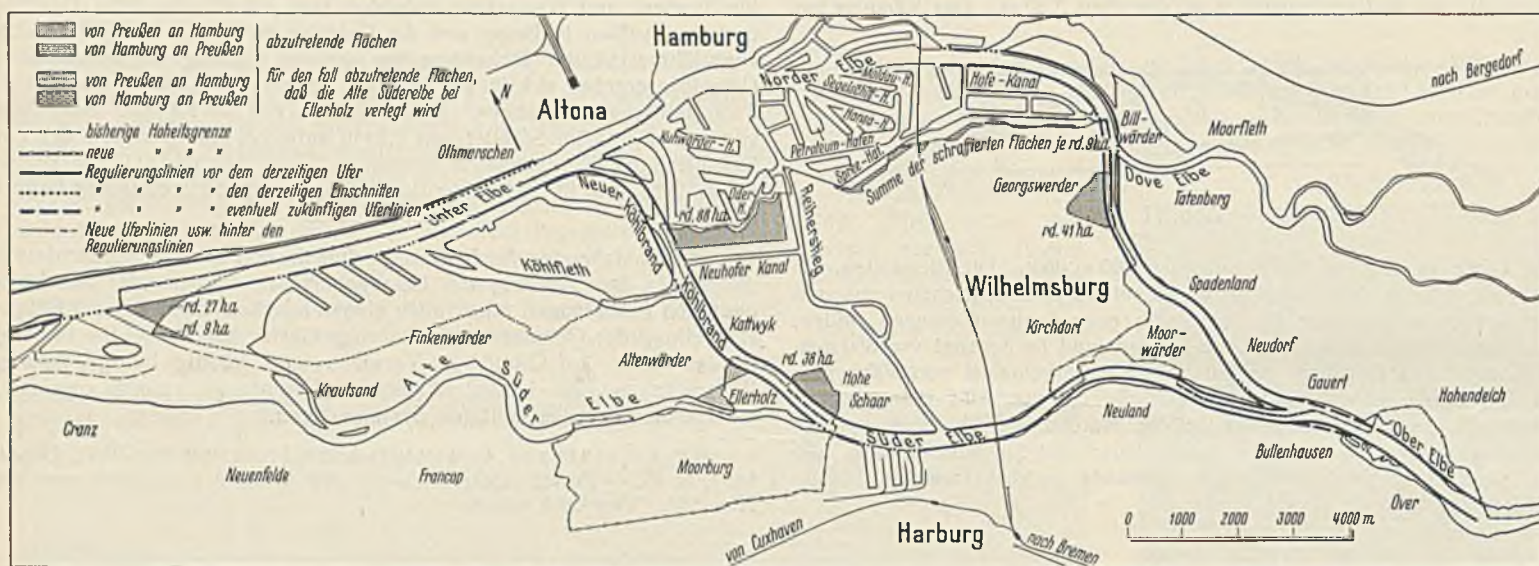


Abb. 2. Amtliche Karte zum 3. Köhlbrand-Vertrage von 1908.



Abb. 3. Zustand 1933.

b) Vertrag von 1896. Der 2. Köhlbrand-Vertrag vom 19. Dezember 1896 bestimmte in seinen wesentlichen Teilen eine Vertiefung des Köhlbrands auf — 4,54 NN bei einer Sohlenbreite von 100 m, eine Verbesserung

Preußen eine weitere Vertiefung vornehmen, wenn und soweit in der Nordereibe bis zur Einfahrt in die Kuhwärder Häfen eine größere, für die Seeschifffahrt benutzbare Tiefe entstanden ist. Die Köhlbrandmündung





Abb. 4. Flugzeugaufnahme der Bunthäuser Spitze.

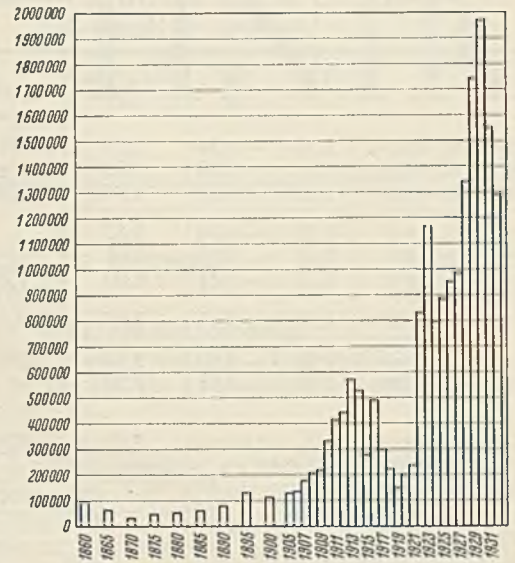


Abb. 6.  
Hafenverkehr in Harburg-Wilhelmsburg.  
Eingang im Seeverkehr in Netto-Registertonnen.

wurde um 600 m in westlicher Richtung verlegt und erlangte dadurch eine für Wasserführung und Schifffahrt günstigere Form.

Für einen etwaigen Tunnel zwischen dem Hamburger Freihafen und Waltershof wurden feste Höhenzahlen vereinbart.

Das Trennungswerk bei Bunthaus wurde derart verlängert, daß sich das Oberwasser gleichmäßig auf beide Arme verteilte. Sicherungsmaßnahmen wurden vereinbart, um diese gleichmäßige Verteilung des Oberwassers für alle Zeit zu gewährleisten.

Köhlfleth, Mühlenfleth und Maakenfleth sollten sturmflutfrei abgeschlossen werden. Für die Alte Süderelbe wurde das Recht Preußens anerkannt, ein Sperrwerk mit Schiffahrtsschleusen zu errichten und ihren Unterlauf zu verlegen und zu vertiefen. Für die Unterelbe von Hamburg bis in See wurden die Grundzüge für einen den Ansprüchen der Großschifffahrt entsprechenden Ausbau festgelegt, die Erweiterung des Altonaer Hafens sichergestellt, sowie Maßnahmen zum Schutze der Landeskultur und der Fischerei an der Unterelbe und ihren Nebenflüssen geschaffen.

Der Vertrag enthielt ferner Abmachungen über Gebietsabtretungen und Grenzregelungen, sowie das Zugeständnis Preußens zu einer Eisenbahnverbindung von Harburg über Altenwerder nach Finkenwerder und Waltershof.

### 3. Erfolg der Regulierungsarbeiten.

Die im Verfolg der beiden ersten Staatsverträge von 1868 bis 1896 durchgeführten Strombauten brachten im wesentlichen den hamburgischen Schifffahrtstraßen größere Verbesserungen. Die für Preußen erzielten Fortschritte hielten sich durchweg in bescheidenen Grenzen. Hamburg buchte als Gewinn für die Norderelbe eine bedeutend günstigere Gestalt der Bunthäuser Spitze. Die Stromkraft der preußischen oberen Süderelbe erlitt dagegen eine empfindliche Einbuße. Die Vertiefung des Köhlbrands auf rd. 5,1 m bzw. 6,10 m unter MHW, die an ihm und an der Süderelbe ausgebauten Stromwerke brachten freilich gewisse Vorteile, die dem in den 50er Jahren unter der hannoverschen Regierung ausgebauten Harburger Hafen zugute kamen. Immerhin begrenzte aber die starke Beschränkung des Fahrwassers auf der Köhlbrandbarre den Tiefgang der Schiffe, ein Nachteil, der sich in der Zeit des wirtschaftlichen Aufstiegs nach dem Kriege von 1870/71 sehr bemerkbar machte.

Hamburg erhielt durch den 2. Köhlbrand-Vertrag in der Zufahrt zu den Kuhwärder Häfen eine Tiefe von rd. 8,1 m unter MHW, also 2 m mehr als Preußen für seinen Harburger Hafen. Die Verbesserungen in der oberen Norderelbe und — als Wichtigstes — die grundsätzliche Zustimmung Preußens zu einer durchgreifenden Regelung der Strom- und Schifffahrtverhältnisse auf der Unterelbe kamen vorwiegend dem Hamburger Hafen zunutze.

In den Jahren nach 1896 führte Preußen die im Rahmen der Staatsverträge möglichen Bauten am Köhlbrand und an der Süderelbe aus. Von besonderer Wichtigkeit war die zur Erhöhung des Stromvermögens der Süderelbe in den Jahren 1900 bis 1902 erbaute Sperrschleuse am Süden des Reihersiegs. Im ganzen erwiesen sich aber die im 2. Köhlbrand-Vertrage vorgesehenen Maßnahmen für Harburg als ungenügend. Am bedenklichsten war neben der Barre im Köhlbrand die Verminderung der Wasserzufuhr von der Oberelbe her an der Bunthäuser Spitze. Die früher erheblich stärkere Süderelbe verlor infolge der Form des Trennungswerks immer mehr Stromkraft zugunsten der Norderelbe.

Der Hamburger Hafenverkehr bewegte sich nach 1870/71 in ständig steigender Linie, Harburgs Seeverkehr blieb dagegen auf dem seit Jahrzehnten erreichten Stande von etwa 100 bis 130 000 N.R.T. Die nach Harburg bestimmten größeren Seeschiffe mußten meist in Hamburg oder Altona leichtern, ein Zustand, der die Klagen der Harburger Hafenkreise immer dringlicher werden ließ.

Im Jahre 1904 wurden neue Verhandlungen zwischen Hamburg und Preußen eingeleitet, die schließlich zu dem im 3. Köhlbrand-Vertrage von 1908 enthaltenen großzügigen Regulierungsplan der gesamten Elbestrecke von der Seemündung bis Brunshausen führten. Die alsbald nach Vertragsabschluß begonnenen Bauten waren im wesentlichen bis zum Ausbruch des Weltkrieges 1914 durchgeführt. Der Erfolg, den diese Arbeiten bringen sollten, ist nicht ausgeblieben. Beide Vertragsteile, Hamburg und Preußen, sind zu ihrem Rechte gekommen. Der Gewinn für Hamburg bestand vor allen Dingen darin, daß durch die Gebietsabtretungen auf Neuhoft und durch die Verlegung der Köhlbrandmündung die Kuhwärder Häfen in ihrer heutigen Form ausgebaut werden konnten. Durch Schließung der Nebenarme des Köhlbrands entstanden die gewaltigen neuen hamburgischen Hafentflächen auf Waltershof. Der Ausbau der Unterelbe kam beiden Staaten in gleichem Maße zugute.

Für Preußen brachte der 3. Köhlbrand-Vertrag den gewaltigen Erfolg, daß seine Seeschifffahrt von der lästigen Fessel der Barre im Köhlbrand befreit wurde. Die schon 1904 begonnene Erweiterung des Harburger Hafens durch drei offene Seehafenbecken gab Handel und Industrie ein neues, großes Betätigungsfeld. Durch die Stromregulierung an der Bunthäuser Spitze und die Einengung der übermäßigen Breiten in der Süderelbe wurde die Erhaltung einer ausreichenden Fahrtiefe erzielt.

Der im Regulierungsplan vorgesehene Abschluß der Alten Süderelbe und der Ausbau eines gleichmäßigen Sohlgefälles von der Bunthäuser Spitze bis zur Seeschiffstiefe in der Norderelbe bei der Doven-Elbe und in der Süderelbe bei Harburg wurden der Kosten halber noch nicht ausgeführt. Ein Nachteil ist aus dieser Unterlassung bisher nicht entstanden. Die Fahrwassertiefen und -breiten halten sich in beiden Hauptarmen im allgemeinen gut. In der Süderelbe sind gewisse Sandablagerungen nur auf einer kurzen — etwa 1 km langen — Übergangstrecke von der Binnentiefe zur Seetiefe unterhalb der Harburger Straßenbrücke jährlich zu entfernen. Diese Baggerungen werden bleiben, solange nicht die bereits erwähnte, bei Bunthaus beginnende und allmählich abfallende Stromsohle durchgeführt ist.

Die im Stromspaltungsgebiet seit 1860 eingetretenen Veränderungen sind aus den Abb. 1, 2 u. 3 ersichtlich. Abb. 1 stellt den Zustand vor dem 1. Köhlbrand-Vertrage dar, Abb. 2 ist die amtliche Karte zum 3. Köhlbrand-Vertrage, Abb. 3 gibt den heutigen Zustand wieder. Aus einem Vergleich der drei Übersichtspläne erhellt, welche tiefgreifende Änderung das Strom- und Hafengebiet durch die Staatsverträge erfahren hat.

Der Erfolg der Regulierungsarbeiten an der Bunthäuser Spitze ist aus Abb. 4 zu erkennen.

Einen weiteren Maßstab für die Verbesserungen des Stromes gibt die Vergrößerung des Tidehubs, die aus den Beobachtungen an dem am längsten in Betrieb befindlichen Pegel Hamburg-St. Pauli zu ersehen ist. In der Tabelle Abb. 5 sind die mittleren Hoch- und Niedrigwasserstände seit 1843 wiedergegeben. Es zeigt sich, daß die mittlere Hochwasserlinie ihre Lage nur wenig geändert hat, daß sich aber die mittlere



10-Jahresmittel der HW und NW in Hamburg (St. Pauli) bezogen auf Normal-Null.

Zeitraum	HW m	NW m	Flutgröße m	Bemerkungen
1843 bis 1849	1,55	-0,24	1,79	Mittel von 7 Jahren Mittel von 10 Jahren 1. Köhlbrandvertrag 1868
1850 bis 1859	1,56	-0,23	1,79	
1860 bis 1869	1,58	-0,26	1,84	
1870 bis 1879	1,53	-0,34	1,87	2. Köhlbrandvertrag 1896
1880 bis 1889	1,58	-0,33	1,91	
1890 bis 1899	1,59	-0,31	1,90	
1900 bis 1909	1,59	-0,45	2,04	3. Köhlbrandvertrag 1908
1910 bis 1919	1,58	-0,60	2,18	
1920 bis 1929	1,59	-0,61	2,20	

Niedrigwasserlinie nach dem 1. Köhlbrand-Vertrage um rund 0,10 m und nach dem 3. Köhlbrand-Vertrage von 1908 insgesamt um rund 0,38 m gesenkt hat. Bei Harburg und Bunthaus hat die Senkung sogar rund 0,60 m betragen.

Der Raumgehalt der Harburg anlaufenden Seeschiffe wuchs von rund 100 000 N. R. T. im Jahre 1900 auf rund 560 000 N. R. T. im Jahre 1913. Nach Kriegsende und Überwindung der Nachkriegswirren stieg der Verkehr — wie aus Abb. 6 ersichtlich — weiter bis auf nahezu 2 Mill. N. R. T. im Jahre 1930. Infolge der dann einsetzenden Wirtschaftskrise fiel er wieder auf rund 1,3 Mill. N. R. T. im Jahre 1932.

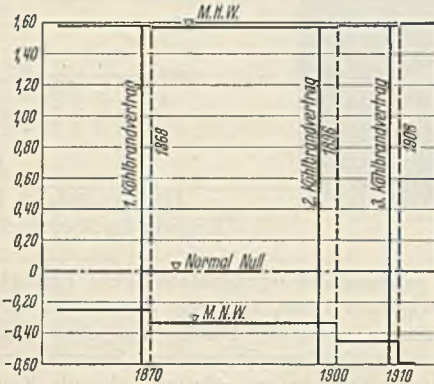


Abb. 5. Wasserstände.

Während vor 1908 das größte Harburg anlaufende Seeschiff „Patagonia“ einen Raumgehalt von 3016 Br.R.T. hatte, maß das größte 1933 angekommene Schiff „Kosmos II“ 16 966 Br.R.T.

Die durch den Ausbau der Schifffahrtsstraßen begünstigte Entwicklung des Harburger Hafens spricht auch aus der Bewegung der Einwohnerzahl der Stadt. 1850 zählte Harburg rd. 5000 Einwohner, 1860 rd. 12 000, 1880 rd. 19 000, 1900 rd. 50 000 und 1914 rd. 70 000 Einwohner. Durch die 1927 vollzogene Vereinigung mit Wilhelmsburg ist die Einwohnerzahl jetzt auf rd. 112 000 gewachsen.

Der Anschluß des Harburg-Wilhelmsburger Gebiets an die volle Seeschifftiefe gab den Anlaß dazu, daß nach Wiedererstarkung der Wirtschaft ab 1926 ein neuer, kräftiger Ausbau der Hafenanlagen begann. Zu den drei Hafenbecken wurde ein viertes gebaut und dieses der Mineralölindustrie zur Verfügung gestellt. Reiherstieg und Rethe erhielten angemessene Breiten und Tiefen, und das von diesen beiden Stromarmen und der Süderelbe eingeschlossene Gebiet von Kattwyk-Hohe Schaar wurde für den späteren Ausbau weiterer Hafenanlagen vorbereitet. Als größeres Unternehmen wurde hier eine neuzeitliche Umschlaganlage für die Ausfuhr von Kalisalzen errichtet.

Die seit 1916 zwischen Hamburg und Preußen schwebenden, unter dem Namen „Groß-Hamburg-Frage“ bekannten Verhandlungen führten zu einem vierten Staatsabkommen vom 5. Dezember 1928. Dieses sah für den weiteren Ausbau von Häfen eine „Hamburgisch-Preußische Hafengemeinschaft“ vor, die die von Preußen begonnenen Bauten auf Kattwyk-Hohe Schaar zu einem vorläufigen Abschluß brachte, den Betrieb übernahm und nunmehr in einer, durch die Wirtschaftsverhältnisse bedingten, vorsichtigen Weise den Gedanken der Erschließung dieses Gebiets und die Planungsarbeiten für zukünftige Hafenanlagen weiter fördert.

Abschließend kann festgestellt werden, daß die mit den Köhlbrand-Verträgen, besonders mit dem Verträge von 1908 verfolgten Ziele für die Hauptschifffahrtsstraßen der unteren Elbe voll erreicht wurden. Die großen Regulierungsarbeiten schufen die Grundlagen für die gewaltige wirtschaftliche Entwicklung des gesamten Hafengebiets und legten zugleich Zeugnis ab für das hervorragende Können der beteiligten Wasserbauingenieure. Von ihnen seien hier zwei Männer genannt, deren Namen in der Geschichte des deutschen Wasserbaues einen besonderen Klang haben. Es sind dies: der hamburgische Wasserbaudirektor Prof. Dr.-Ing. Bubendey und der preußische Gehelme Oberbaurat Eich.

### Vermischtes.

Besuch der deutschen Technischen Hochschulen im Sommerhalbjahr 1933. Die Gesamtbesucherzahl war:

	a) Studierende	b) Fachhörer	c) Gasthörer	Ins- gesamt <sup>1)</sup>	Davon:	
					Deutsche	Ausländer
Aachen . . .	980	8	350	1338 (1657)	1241	97
Berlin . . .	4961	149	200	5310 (5922)	—	—
Braunschweig .	1009	20	83	1112 (1268)	1069	43
Breslau . . .	622	35	27	684 (—)	—	—
Danzig . . .	1523	14	39	1576 (1861)	—	—
Darmstadt . . .	2196	16	189	2401 (2814)	2223	178
Dresden . . .	3033	17	98	3148 (3713)	2805	343
Hannover . . .	1534	10	73	1617 (1890)	1562	55
Karlsruhe . . .	1048	22	45	1115 (1468)	992	123
München . . .	3257	9	166	3432 (3795)	3126	306
Stuttgart . . .	1482	16	289	1787 (2273)	1439	348

<sup>1)</sup> Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die Besucherzahl im Winterhalbjahr 1932/33.

Von den Studierenden (a) gehörten an der Abteilung für:

	Bau- ingenieur- wesen	Archit- tektur	Ma- schin- nen- bau	Elek- tro- tech- nik	Chemie und Phar- mazie	Bergbau und Hütten- kunde	Mathe- matik und Physik	Kultur- und Staatswissen- schaften, Allgemeines
Aachen . . .	164	87	204	145	66	214	100	
Berlin . . .	1066	681	1061	942	270	240	292	168
Braunschweig .	109	112	180	151	179	—	42	236
Breslau . . .	138	20	164	119	58	71	52	
Danzig . . .	343	135	322	248	134	—	93	84
Darmstadt . . .	254	146	523	463	141	—	157	512
Dresden . . .	258	342	474	294	223	—	1385	
Hannover . . .	440	184	438	272	69	—	131	
Karlsruhe . . .	232	160	286	210	123	—	37	
München . . .	628	332	1043	—	234	—	593	
Stuttgart . . .	354	386	320	143	154	—	82	43

Außerdem: Schiff- und Schiffmaschinenbau sowie Luftfahrzeugbau: Berlin 241, Danzig 164; Land- und Forstwirtschaft: Dresden 57, München 427 (einschl. Brautechn. Abt.).

### Patentschau.

Verfahren zum Festigen und Verdichten von großen Betonmassen. (Kl. 84 a, Nr. 561 998 vom 15. 2. 1927 von Wilhem Lothar Velten in Neustadt, Haardt.) Um bei größeren Bauwerken mittels der bekannten Zittermaschine eine Vibration der Betonmassen herbeizuführen, wird die Zittermaschine innerhalb der fließenden Betonmasse selbst aufgestellt, so daß sie unmittelbar auf die Betonmasse einwirken kann. Entsprechend der fortschreitenden Anschüttung und vor dem Abbinden des Betons wird die Maschine aus der Betonmasse angehoben und herausgezogen. Zur besseren Bindung der Eisenbewehrung mit dem Beton wird die Vorrichtung an der Bewehrung selbst befestigt, wobei durch deren Erschütterung der Beton sich innig um die Bewehrung verdichtet.

### Personalmeldungen.

Deutsches Reich. Reichsbahn-Gesellschaft. Versetzt: die Reichsbahnoberräte Oppermann, Vorstand des Betriebsamts Minden (Westf.), als Dezernent zur RBD Stettin, Bach, Dezernent der RBD Wuppertal, zur RBD Altona, Gaecks, Vorstand des Betriebsamts Stargard 2 als Vorstand zum Betriebsamt Stettin 2, Frenzel, Vorstand des Betriebsamts Harburg-Wilhelmsburg, als Dezernent zur RBD Kassel, Fahrner, Vorstand des Betriebsamts Bochum, als Vorstand zum Betriebsamt Stuttgart 2, Schleicher, Vorstand des Betriebsamts Stuttgart 1, als Vorstand zum Betriebsamt Bochum, und Dr.-Ing. Rummier, Vorstand des Betriebsamts Liegnitz 1, als Vorstand zum Betriebsamt Recklinghausen; die Reichsbahnräte Dr.-Ing. May, Dezernent der RBD Köln, zur RBD Hannover, Altenberg, Vorstand des Betriebsamts Torgau, zur RBD Wuppertal, Vogeler, Vorstand des Betriebsamts Hersfeld, als Vorstand zum Betriebsamt Minden (Westf.), Rau, bisher beim Betriebsamt Eßlingen, als Vorstand zum Betriebsamt Neustrelitz, Spalding, Vorstand des Betriebsamts Stettin 2, als Dezernent zum RZR in Berlin, Bruno Zimmermann, Vorstand des Neubauamts Hamburg-Billwärder, als Vorstand zum Betriebsamt Marienburg, Karl Schneider, Vorstand des Betriebsamts Hoyerswerda, als Vorstand zum Betriebsamt Halle (Saale) 2, Zosel, Vorstand des Betriebsamts Schwarzenberg, als Dezernent zur RBD Mainz, Schütte, Vorstand des Betriebsamts Coburg, als Vorstand zum Betriebsamt Siegen.

INHALT: Betongelenke mit gepanzelter Wälzfläche. — 25 Jahre Köhlbrand-Vertrag. — Vermischtes: Besuch der deutschen Technischen Hochschulen im Sommerhalbjahr 1933. — Patentschau. — Personalmeldungen.

Schriftleitung: A. Laskus, Geh. Regierungsrat, Berlin-Friedenau.  
Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.  
Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin.