

4. Ermittlung der Grenzverschiebung der Senkkastengründung Pfeiler Nord infolge Schiffsstoß

WSA Kiel-Holtenau
Stand 23.12.2012

Wasser- und Schifffahrtsamt Kiel - Holtenau

Bauvorhaben:

2. Hochbrücke Levensau

Vorgang:

Seiten:

Ermittlung der Grenzverschiebung der Senkkastengründung
Pfeiler Nord infolge Schiffsstoß

1 bis 13

AZ 232. 2. NB- Lev 13370 -2

Aufsteller

BÖGER + JÄCKLE

Gesellschaft Beratender Ingenieure mbH & Co. KG

Heidekoppel 4 Telefon 04193/9008- 0
24558 Hensetdt-Ulzburg Telefax 04193/9008- 44
www.boeger-jaeckle.de info@boeger-jaeckle.de



Verfasser/Datum

Prof. Dr.-Ing. Bittermann

23.10.2012

VERFASSER:	BÖGER & JÄCKLE Gesellschaft Beratender Ingenieure mhH & Co. KG		
PROGRAMM:			
BAUWERK:	Hochbrücke Levensau - HB-Lev 2	ASB NR.	DATUM: 10/12

1. Inhaltsverzeichnis

1. Inhaltsverzeichnis	1
2. Aufgabenstellung	2
3. Grundlagen	5
4. Bestandsanalyse	6
Statisches System	6
Lagerungssystem und Gründung	7
4. Auswirkungen des Anpralls auf den Überbau	8
5. Ermittlung der vorhandenen und eingerechneten Verschiebungen	9
Ist-Zustand	9
Grenzwerte aus der Bestandsstatik	9
Verschiebung infolge Schiefstellung Pfeiler Nord in Richtung Nord	9
Verschiebung infolge Schiefstellung Pfeiler Süd in Richtung Süd	9
Verschiebung infolge Temperatur	10
Verschiebung infolge Bremslasten	10
6. Ermittlung der Verschiebungsreserven	11
Reserven aus Pfeilerschiefstellung für den Pfeiler Nord in Richtung Nord	11
Reserven aus Temperaturverschiebung	11
Gesamtreserve	11
7. Grenzwertbetrachtung für Senkstenverschiebung	12
Mögliche Verschiebung ohne Verdrehung	12
Mögliche Verschiebung bei maximaler Verdrehung	12
Interaktion Verschiebung und Verdrehung	12
8. Zusammenfassung	13

BAUTEIL:		SEITE: 1	ARCHIV-NR:
BLOCK:	1. Inhaltsverzeichnis		
VORGANG:	Untersuchung der Auswirkungen eines Schiffsanpralls am Pfeiler Nord		

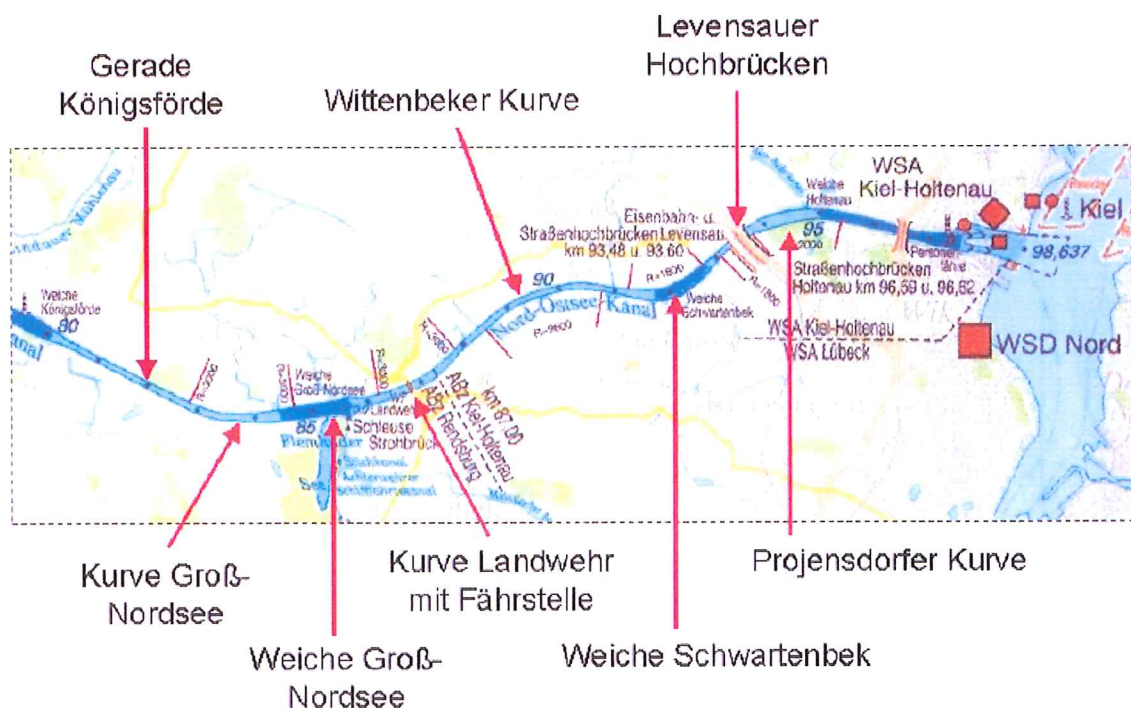
VERFASSER:	BÖGER & JÄCKLE Gesellschaft Beratender Ingenieure mhH & Co. KG		
PROGRAMM:			
BAUWERK:	Hochbrücke Levensau - HB-Lev 2	ASB NR.	DATUM: 10/12

2. Aufgabenstellung

Allgemeine Angaben

Der Nord-Ostsee-Kanal (NOK) besitzt von der Weiche Königsförde bis zu den Levensauer Hochbrücken die Abmessungen von 1914. Dieser Streckenabschnitt wird als Oststrecke bezeichnet.

Aufgrund der Zunahme des Schiffsverkehrs und der Veränderung der Flottenstruktur auf dem NOK entwickeln sich die Kurven und die geringe Querschnittsbreite zwischen Königsförde und Kiel-Holtenau (Kanalkilometer 80,0 – 96,0) in zunehmenden Maße zum Engpass für den Verkehrsablauf. Aufgrund dessen plant die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes vertreten durch die Planungsgruppe für den Ausbau des NOKs die Verbreiterung und Vertiefung des Nord-Ostsee-Kanals.



Bereich Levensauer Brücken

Mit dem genehmigten Entwurf zum Ersatzneubau der Bahn- und Straßenbrücke Levensau (1. Hochbrücke, Kanalkilometer 93,477) ergibt sich gegenwärtig die Möglichkeit die bestehende Engstelle im Bereich der Levensauer Hochbrücken zu überplanen.

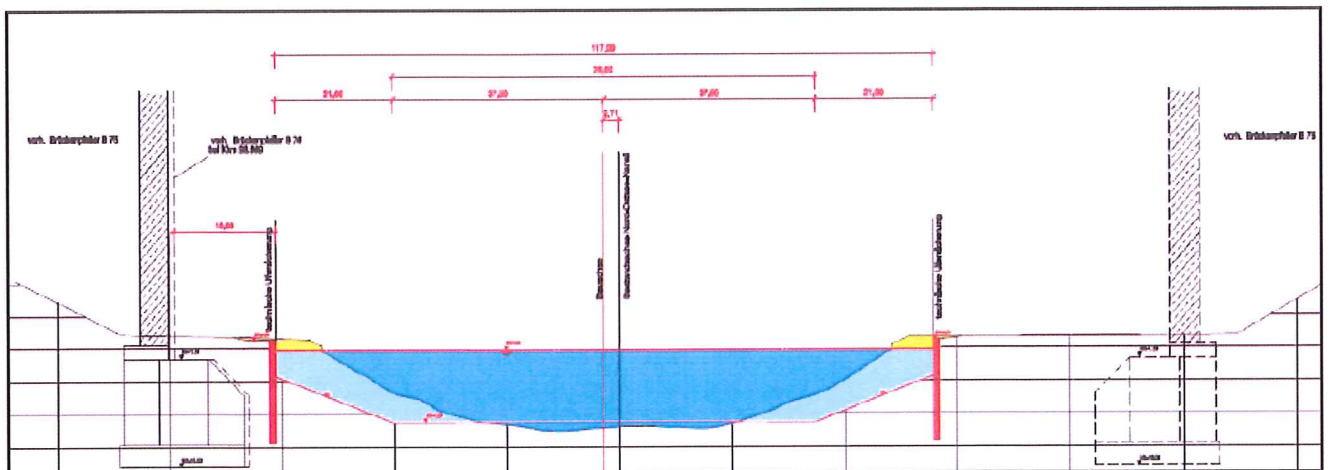
BAUTEIL:		SEITE: 2	ARCHIV-NR:
BLOCK:	2. Aufgabenstellung		
VORGANG:	Untersuchung der Auswirkungen eines Schiffsanpralls am Pfeiler Nord		

VERFASSER:	BÖGER & JÄCKLE Gesellschaft Beratender Ingenieure mhH & Co. KG		
PROGRAMM:			
BAUWERK:	Hochbrücke Levensau - HB-Lev 2	ASB NR.	DATUM: 10/12



Im Zuge der Vorzugsvariante dieser Planungen wird im Bereich der Levensauer Hochbrücken auf einer Zwischengerade der Kanaltrasse ein Rechteck-Trapez-Profil angesetzt. Dadurch werden vertikale Uferbefestigungen erforderlich. Die Wassertiefe an den vertikalen Abfangungen beträgt 4,0 m. Davon ausgehend wird die Unterwasserböschung mit einer Neigung von 1:3 bis zur Kanalsohle auf -11,20 ü. m NN geführt.

Die geplanten vertikalen Abfangungen kommen durch die gewählte Trassierungsvariante am Nordufer des Kanals durch den Ausbau so dicht an den Pfeiler der 2. Hochbrücke Levensau (Kkm 93,581) heran, dass eine gesonderte Schutzkonstruktion erforderlich wird.



BAUTEIL:		SEITE: 3	ARCHIV-NR:
BLOCK:	2. Aufgabenstellung		
VORGANG:	Untersuchung der Auswirkungen eines Schiffsanpralls am Pfeiler Nord		

VERFASSER: PROGRAMM:	BÖGER & JÄCKLE Gesellschaft Beratender Ingenieure mhH & Co. KG		
BAUWERK:	Hochbrücke Levensau - HB-Lev 2	ASB NR.	DATUM: 10/12

Im Rahmen einer vom Büro IMS durchgeführten Variantenuntersuchung zum Anfahrschutz des Senkkasten am Nordpfeiler wurde festgestellt, dass eine Beeinflussung des Bodens hinter der Schutzeinrichtung und damit auch des Senkkastens des Pfeilers nicht ausgeschlossen werden kann.

Trotz der Schutzeinrichtung werden Lasten an den Senkkasten weitergeleitet, die Verschiebungen und/oder Verdrehungen des Senkkastens und des Brückenpfeilers zur Folge haben.

Nach Rücksprache mit dem AG werden abweichend von der vertraglichen Aufgabenstellung nicht Grenzlaster, sondern Grenzverschiebungen und -verdrehungen ermittelt.

Aufgabe dieser Untersuchung ist es daher auf Grundlagen der Bestandsunterlagen Grenzwerte für die mögliche Verschiebung und/oder Verdrehungen zu definieren bis zu denen die Einwirkungen für das Brückenbauwerk verträglich sind.

Die zu definierenden Grenzverschiebungen bilden somit die Grundlagen für die weitere Dimensionierung des Anfahrschutzes.

Anmerkungen:

Auf Grund der Geometrie des Lastangriffs wird eine direkte Beanspruchung des Pfeiler ausgeschlossen. Die Betrachtung erfolgt als Starrkörper. Beanspruchungen des Pfeilers aus Biegung bzw. Krümmung bleiben daher unberücksichtigt.

Die verwendeten Messprotokolle der Pfeilerverkantungen zeigen keine größeren Schwankungen in den letzten Jahren. Die Messprotokolle (siehe Anlage2) zeigen seit 1996 keinen signifikanten Zuwachs. Sollten dennoch zukünftig größere Pfeilerverkantungen eintreten, gehen diese zu Lasten der hier im Weiteren ausgewiesenen Reserven.

BAUTEIL: BLOCK:	2. Aufgabenstellung	SEITE: 4	ARCHIV-NR:
VORGANG:	Untersuchung der Auswirkungen eines Schiffsanpralls am Pfeiler Nord		

VERFASSER: PROGRAMM:	BÖGER & JÄCKLE Gesellschaft Beratender Ingenieure mhH & Co. KG		
BAUWERK:	Hochbrücke Levensau - HB-Lev 2	ASB NR.	DATUM: 10/12

3. Grundlagen

Unterlagen:

- gerüfte statische Berechnung vom 08.10.1980
Aufsteller: Ing.-Büro Grassel
- Protokolle der Verkantungsmessung der Pfeiler vom 09/2012
- Stellungnahme der Bundesanstalt für Wasserbau vom 30.11.2011
- Vordimensionierung eines Anfahrsschutzes für den Kanalpfeiler Nord vom 10.08.2012
Aufsteller: IMS

verwendete Normen und Regelwerke:

- DIN Fachbericht 101 - Einwirkungen auf Brücken, 2009

Anlagen:

- Anlage 1: Messprotokolle der Pfeilerverkantung aus 09/2012
- Anlage 2: Auszüge aus der geprüften Bestandsstatik vom 08.10.1980

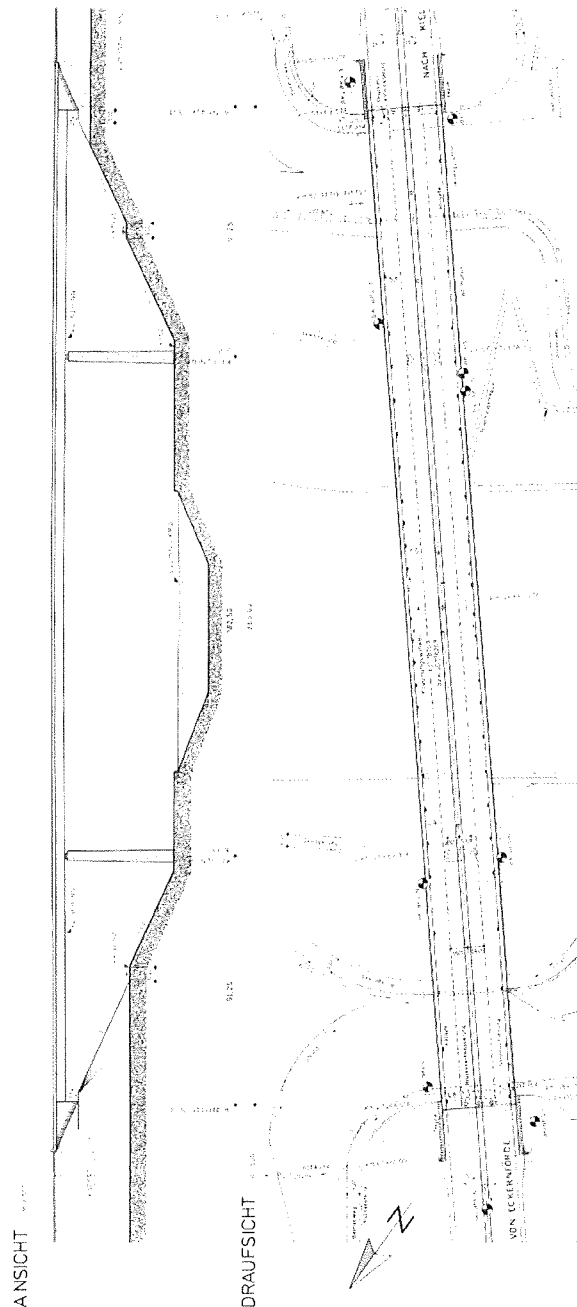
BAUTEIL: BLOCK:	3. Grundlagen	SEITE: 5	ARCHIV-NR:
VORGANG:	Untersuchung der Auswirkungen eines Schiffsanpralls am Pfeiler Nord		

VERFASSER:	BÖGER & JÄCKLE Gesellschaft Beratender Ingenieure mhH & Co. KG		
PROGRAMM:			
BAUWERK:	Hochbrücke Levensau - HB-Lev 2	ASB NR.	DATUM: 10/12

4. Bestandsanalyse

Statisches System

Die HB Lev2 ist eine 3-Feld Bauwerk mit Feldlängen von 91,25 m in den beiden Endfeldern und 182,50 m im Mittelfeld. Die Brückenbreite beträgt 28,00 m. Die Überbauhöhe ist konstant 4,80 m. Die lichte Durchfahrtshöhe über dem Kanalwasser beträgt 42,00 m.



BAUTEIL:		SEITE: 6	ARCHIV-NR:
BLOCK:	4. Bestandsanalyse		
VORGANG:	Untersuchung der Auswirkungen eines Schiffsanpralls am Pfeiler Nord		

VERFASSER:	BÖGER & JÄCKLE Gesellschaft Beratender Ingenieure mH & Co. KG		
PROGRAMM:			
BAUWERK:	Hochbrücke Levensau - HB-Lev 2	ASB NR.	DATUM: 10/12

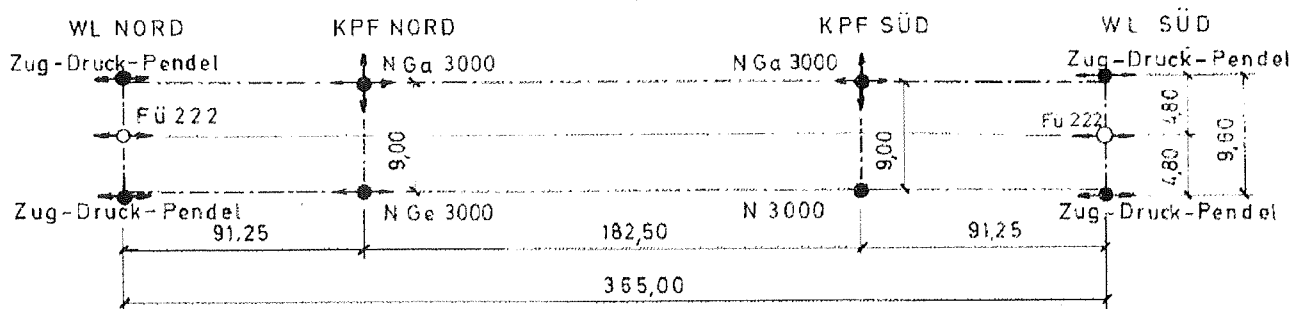
Lagerungssystem und Gründung

Der Überbau ist an den Enden auf flachgegründeten Widerlagern aufgelagert. Die Zwischenunterstützung erfolgt auf Pfeilern, die auf Senkkästen tiefgegründet sind. Die Gesamthöhe der Pfeiler incl. Gründungskörper liegt bei 60,00 m.

Der Festpunkt des Überbaus in Längsrichtung der Brücke befindet sich am Pfeiler Süd.

LAGERUNG DER BRÜCKE

- ohne Maßstab -



- FESTLAGER FÜR V, H_L, H_Q
- ⊙ EINSEITIG BEWEGLICHES LAGER FÜR V, H_Q (an den Widerlagern Zug-Druck-Pendel)
- ⊙ ALLSEITIG BEWEGLICHES LAGER FÜR V
- ⊙ HORIZONTALKRAFTLAGER FÜR H_Q LÄNGSBEWEGLICH

BAUTEIL:		SEITE: 7	ARCHIV-NR:
BLOCK:	4. Bestandsanalyse		
VORGANG:	Untersuchung der Auswirkungen eines Schiffsanpralls am Pfeiler Nord		

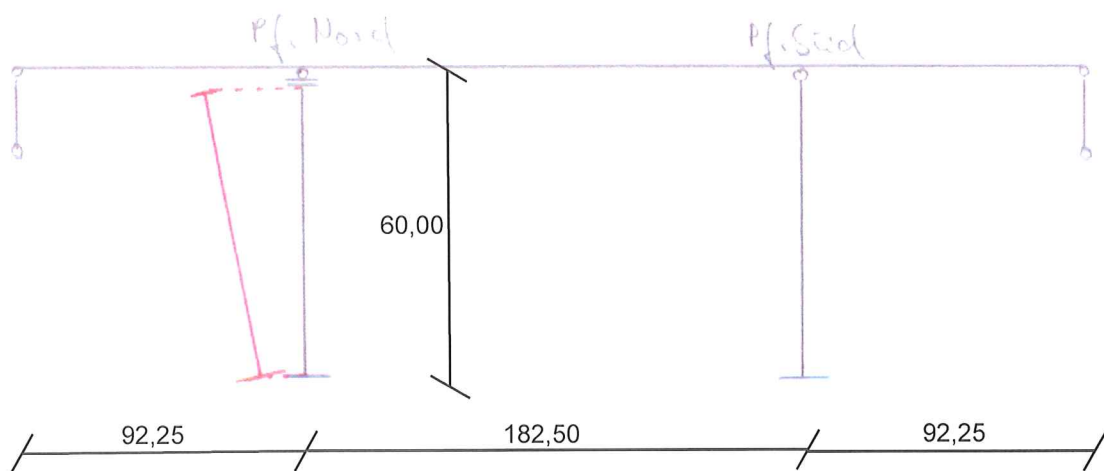
VERFASSER:	BÖGER & JÄCKLE Gesellschaft Beratender Ingenieure mhH & Co. KG		
PROGRAMM:			
BAUWERK:	Hochbrücke Levensau - HB-Lev 2	ASB NR.	DATUM: 10/12

4. Auswirkungen des Anpralls auf den Überbau

Die zuvor durchgeführte Vordimensionierung einer Schutzeinrichtung gegen Schiffsanprall am Pfeiler Nord hat gezeigt, dass eine Beeinflussung des Bodens hinter der Schutzeinrichtung und damit auch des Senkkastens des Pfeilers nicht ausgeschlossen werden kann. Die senkrecht zu Brückenachse wirkenden Anpralllasten können von der Schutzeinrichtung aufgenommen werden.

Ein Längsanprall an den Senkkasten am Pfeiler Nord führt zu einer Verschiebung und/oder Verdrehung des Pfeilers in Richtung der Brückenlängsachse. Für den Überbau bedeutet das eine Längsverschiebung des Auflagers. Da die Überbaulager am Pfeiler Nord längsverschieblich sind, wird durch diese Auflagerverschiebung keine zusätzliche Last in den Überbau eingetragen. Die Lagerkraft aus Reibung ist nicht von der Verschiebung abhängig, sondern nur von der Auflast, welche durch das hier untersuchte Szenario unberührt bleibt.

Die nachfolgende Skizze verdeutlicht diese Überlegung.



Ziel der weiteren Untersuchungen ist es daher, die Grenzen der möglichen Lagerverschiebung so zu ermitteln, dass sie für die Standsicherheit des Überbaus und des Pfeilers unbedenklich sind.

BAUTEIL:		SEITE: 8	ARCHIV-NR:
BLOCK:	4. Auswirkungen des Anpralls auf den Überbau		
VORGANG:	Untersuchung der Auswirkungen eines Schiffsanpralls am Pfeiler Nord		

VERFASSER:	BÖGER & JÄCKLE Gesellschaft Beratender Ingenieure mhH & Co. KG		
PROGRAMM:			
BAUWERK:	Hochbrücke Levensau - HB-Lev 2	ASB NR.	DATUM: 10/12

5. Ermittlung der vorhandenen und eingerechneten Verschiebungen

Ist-Zustand

Pfeilerschiefstellung gemäß aktueller Vermessung 09/2012 (siehe Anlage 1):

Pfeiler Süd $u_{x,IST,S} = -6.00 \text{ mm}$

Pfeiler Nord $u_{x,IST,N} = 18.00 \text{ mm}$



Grenzwerte aus der Bestandsstatik

In der Bestandsstatik wurden nachfolgen aufgeführte Verformungen berücksichtigt (siehe Anlage 2):

Verschiebung infolge Schiefstellung Pfeiler Nord in Richtung Nord

$u_{x,Soll,N} = 46.00 \text{ mm}$



Verschiebung infolge Schiefstellung Pfeiler Süd in Richtung Süd

$u_{x,Soll,S} = -46.00 \text{ mm}$

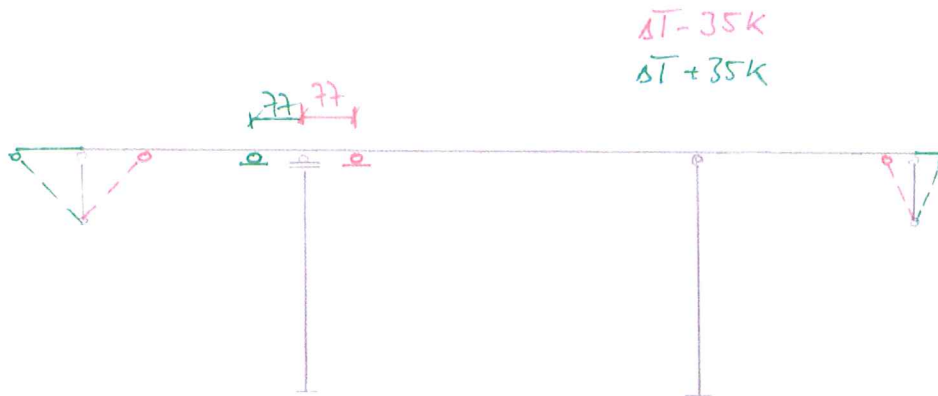


BAUTEIL:		SEITE: 9	ARCHIV-NR:
BLOCK:	5. Ermittlung der vorhandenen und eingerechneten Ver		
VORGANG:	Untersuchung der Auswirkungen eines Schiffsanpralls am Pfeiler Nord		

VERFASSER:	BÖGER & JÄCKLE Gesellschaft Beratender Ingenieure mhH & Co. KG		
PROGRAMM:			
BAUWERK:	Hochbrücke Levensau - HB-Lev 2	ASB NR.	DATUM: 10/12

Verschiebung infolge Temperatur

$$u_{x,Soll,Temp} = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 35 \cdot 182,50 \cdot 1000 = 77 \text{ mm}$$



Verschiebung infolge Bremslasten

Die Bremslasten rufen eine Verformung des Pfeilers Süd (Festpunkt der Brücke) hervor, die wiederum eine Lagerverschiebung am Pfeiler Nord zu Folge hat.

Die Kombinationsbeiwerte für Einwirkungen aus Bremsen und Anfahren im außergewöhnlichen Lastfall sind $\psi_1 = \psi_2 = 0$. Die Lagerverschiebung aus Bremsen bildet demzufolge eine weitere Reserve. Der Aufsteller dieser Untersuchung entschließt sich jedoch dazu diese Reserven nicht in Ansatz zu bringen, da davon auszugehen ist, dass im Fall eines Schiffsanpralls am Pfeiler Nord alle auf der Brücke befindlichen Fahrzeuge reflexartig gebremst werden. Der Ansatz der Kombinationwerte nach FB101 wäre demzufolge nicht gerechtfertigt.

BAUTEIL:		SEITE: 10	ARCHIV-NR:
BLOCK:	5. Ermittlung der vorhandenen und eingerechneten Ver		
VORGANG:	Untersuchung der Auswirkungen eines Schiffsanpralls am Pfeiler Nord		

VERFASSER:	BÖGER & JÄCKLE Gesellschaft Beratender Ingenieure mhH & Co. KG		
PROGRAMM:			
BAUWERK:	Hochbrücke Levensau - HB-Lev 2	ASB NR.	DATUM: 10/12

6. Ermittlung der Verschiebungsreserven

Reserven aus Pfeilerschiefstellung für den Pfeiler Nord in Richtung Nord

$$\text{aus Pfeiler Nord } u_{x,N} = u_{x,Soll,N} - u_{x,IST,N} = 28.00 \text{ mm}$$

$$\text{aus Pfeiler Süd } u_{x,S} = u_{x,Soll,S} - u_{x,IST,S} = -40.00 \text{ mm}$$

Ein Betrachtung der Reserven aus Pfeilerschiefstellung für den Pfeiler Nord in Richtung Süd ist für die hier durchgeführte Untersuchung nicht relevant, da die Anpralllast aus Richtung Süd wirkt. (Siehe hierzu auch Vordimensionierung des Anfahrsschutzes vom Büro IMS)

Reserven aus Temperaturverschiebung

Kombinationsbeiwert für Temperatur im außergewöhnlichen Lastfall (FB101, IV Anhang C, Tab2):

$$\psi_{1,Temp} = 0.60$$

$$u_{x,Temp} = (1 - \psi_{1,Temp}) * u_{x,Soll,Temp} = 30.80 \text{ mm}$$

Gesamtreserve

$$u_{x,möglich} = u_{x,N} - u_{x,S} + u_{x,Temp} = \underline{\underline{98.80 \text{ mm}}}$$

Diese Gesamtreserve stellt die maximal mögliche zusätzliche Lagerverschiebung (Exzentrizität) in BW-Längsrichtung zwischen oberer und unterer Lagerplatte auf dem Nordpfeiler da.

Sie setzt sich aus den möglichen Verschiebungen aus der eingerechneten Pfeilerschiefstellung abzüglich der bereits vorhandenen Pfeilerschiefstellung zusammen. Hinzu kommt die mögliche Verschiebung aus Temperatur, die sich aus der Kombinatorik für die außergewöhnliche Bemessungssituation gem. DIN FB 101 als zusätzliche Reserve ergibt.

BAUTEIL:		SEITE: 11	ARCHIV-NR:
BLOCK:	6. Ermittlung der Verschiebungsreserven		
VORGANG:	Untersuchung der Auswirkungen eines Schiffsanpralls am Pfeiler Nord		

VERFASSER:	BÖGER & JÄCKLE Gesellschaft Beratender Ingenieure mhH & Co. KG		
PROGRAMM:			
BAUWERK:	Hochbrücke Levensau - HB-Lev 2	ASB NR.	DATUM: 10/12

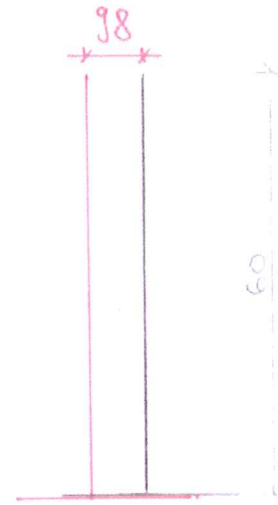
7. Grenzwertbetrachtung für Senkstenverschiebung

Die bisher ausgewiesenen Verschiebungen beziehen sich auf das Lager, d.h. Oberkante Pfeiler.

Für die weitere Bearbeitung des Anfahrsschutzes müssen die möglichen Verschiebungen und Verdrehungen am Senkasten so begrenzt werden, das die aus ihrer alleinigen oder gemeinsamen Wirkung resultierenden Pfeilerkopfverschiebungen den zuvor ermittelten Grenzwert nicht überschreiten.

Mögliche Verschiebung ohne Verdrehung

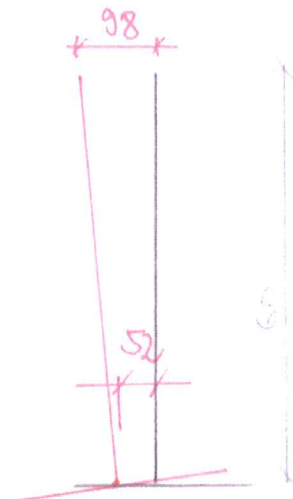
$$u_{x,möglich,1} = u_{x,möglich} = \underline{98.80 \text{ mm}}$$



Mögliche Verschiebung bei maximaler Verdrehung

maximal mögliche Verdrehung $\varphi = 1/1300$

$$u_{x,möglich,2} = u_{x,möglich} - u_{x,Soll,N} = \underline{52.80 \text{ mm}}$$



Interaktion Verschiebung und Verdrehung

Zwischenwerte sind entsprechen der eintretenden Verdrehung φ des Senkkastens zu interpolieren:

$$u_{x,möglich,i} = u_{x,möglich} - (\varphi * 60000)$$

BAUTEIL:		SEITE: 12	ARCHIV-NR:
BLOCK:	7. Grenzwertbetrachtung für Senkstenverschiebung		
VORGANG:	Untersuchung der Auswirkungen eines Schiffsanpralls am Pfeiler Nord		

VERFASSER: PROGRAMM:	BÖGER & JÄCKLE Gesellschaft Beratender Ingenieure mhH & Co. KG		
BAUWERK:	Hochbrücke Levensau - HB-Lev 2	ASB NR.	DATUM: 10/12

8. Zusammenfassung

Auf Grundlagen der Bestandsunterlagen wurden in der vorliegenden Untersuchung Grenzwerte für die mögliche Verschiebung und/oder Verkantung des Nordpfeilers definiert bis zu denen die Einwirkungen für das Brückenbauwerk verträglich sind.

Die Untersuchung wurde auf Basis des derzeit für den Brückenbau gültigen Sicherheitskonzeptes des DIN FB 101 durchgeführt.

Die im Abschnitt 7 aufgeführten Grenzverschiebungen bilden somit die Grundlagen für die weitere Dimensionierung des Anfahrsschutzes.

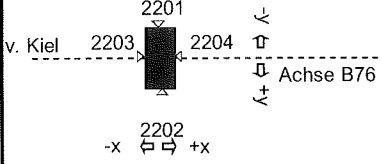
Der Anfahrsschutz sollte daher mit einer dementsprechend großen Steifigkeit ausgeführt werden, dass die im Abschnitt 7 aufgeführten Grenzwerte der Verschiebungen und Verkantungen nicht überschritten werden.

BAUTEIL: BLOCK:	8. Zusammenfassung	SEITE: 13	ARCHIV-NR:
VORGANG:	Untersuchung der Auswirkungen eines Schiffsanpralls am Pfeiler Nord		

Anlage 1

B76 Levensau, Hochbrücke über den Nord- Ostsee- Kanal bei km 4,980						
Kontrolle der Meßmarken an den Stützköpfen (Verkantungsmessung)						
ASB- Nr.: 1626 515 (BW 1250)					Pfeiler Nord	
Datum	Meßpunktr. 2301 längs x [mm]	Meßpunktr. 2302 längs x [mm]	Meßpunktr. 2303 quer y [mm]	Meßpunktr. 2304 quer y [mm]	Skizze:	
					gemessen	Bemerkungen
06/82	0	0	0	0	Tiedje	
06/96	+11	+9	-6	-1	Tiedje	
03/99	+13	+11	-4	-3	Tiedje	
05/00	+13	-	-	-2	Tiedje	! nicht gemessen
10/01	+14	-	-	-3	Ti./Wandrowsky	
11/02	+17	-	-	-3	Wandrowsky	
11/03	+23	-	-	-1	Wandrowsky	
12/05	+24	-	-	0	Wandrowsky	windstill/ heiter
12/06	+13	-	-	-1	Wandrowsky	bewölkt/ sehr feucht
10/07	+17	-	-	-4	Wandrowsky	bewölkt
11/08	+18	-	-	+1	Wandrowsky	bewölkt/ heiter
09/09	+16	-	-	-2	Niemeijer	heiter
09/10	+15	-	-	-4	Niemeijer	bewölkt
08/11	+17	-	-	-4	Niemeijer	bewölkt
09/12	+18			-4	Spreer	bedeckt

Anlage 1

B76 Levensau, Hochbrücke über den Nord- Ostsee- Kanal bei km 4,980						
Kontrolle der Meßmarken an den Stützköpfen (Verkantungsmessung)						
ASB- Nr.: 1626 515 (BW 1250)					Pfeiler Süd	
Datum	Meßpunktnr. 2201 längs x [mm]	Meßpunktnr. 2202 längs x [mm]	Meßpunktnr. 2203 quer y [mm]	Meßpunktnr. 2204 quer y [mm]	Skizze: 	
	gemessen	Bemerkungen				
06/82	0	0	0	0	Tiedje	
06/96	-3	-3	+1	-2	Tiedje	
03/99	-6	-6	-1	-1	Tiedje	
05/00	-3	-	-1	-	Tiedje	! nicht gemessen
10/01	-6	-	0	-	Ti./Wandrowsky	
11/02	-8	-	-1	-	Wandrowsky	
11/03	-3	-	-1	-	Wandrowsky	
12/05	-7	-	0	-	Wandrowsky	windstill/ heiter
12/06	-5	-	-2	-	Wandrowsky	bewölkt/ sehr feucht
10/07	-6	-	-1	-	Wandrowsky	bewölkt
11/08	-10	-	-2	-	Wandrowsky	bewölkt/ heiter
09/09	-7	-	-4	-	Niemeijer	heiter
09/10	0	-	-3	-	Niemeijer	bewölkt
08/11	-4	-	-4	-	Niemeijer	bewölkt
09/12	-6	-	-1	-	Spreer	bedeckt

20.5.2.1 Verschiebungen der Auflager infolge

Verkantung:

Annahmen: Verschiebung der Lagerpunkte

Pfeiler Süd um 46 mm nach

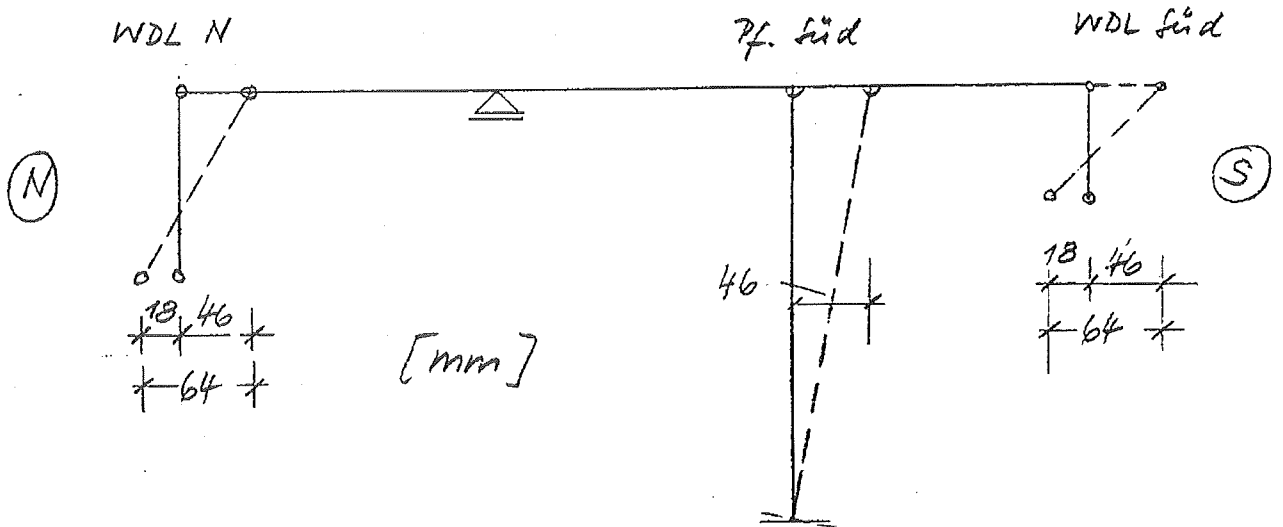
Süden infolge Pfeilerverkantung:

Verkantung des Widerlagers Nord

um 18 mm nach Norden

Verkantung des Widerlagers Süd

um 18 mm nach Norden



Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung für Baustatik
Dipl.-Ing. H. Böger, Uitzburg

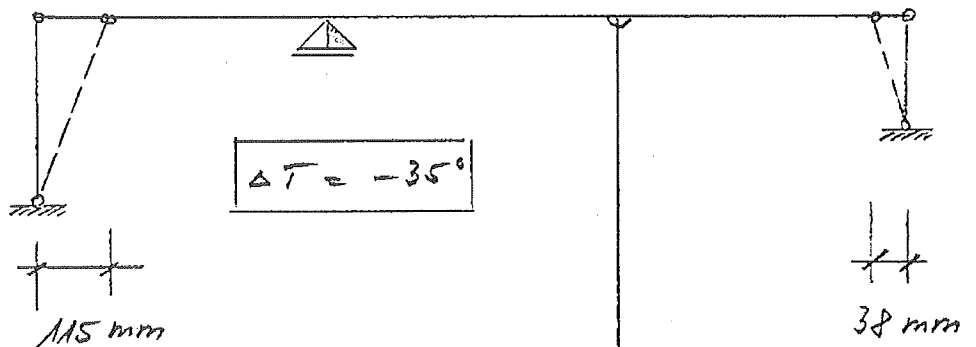
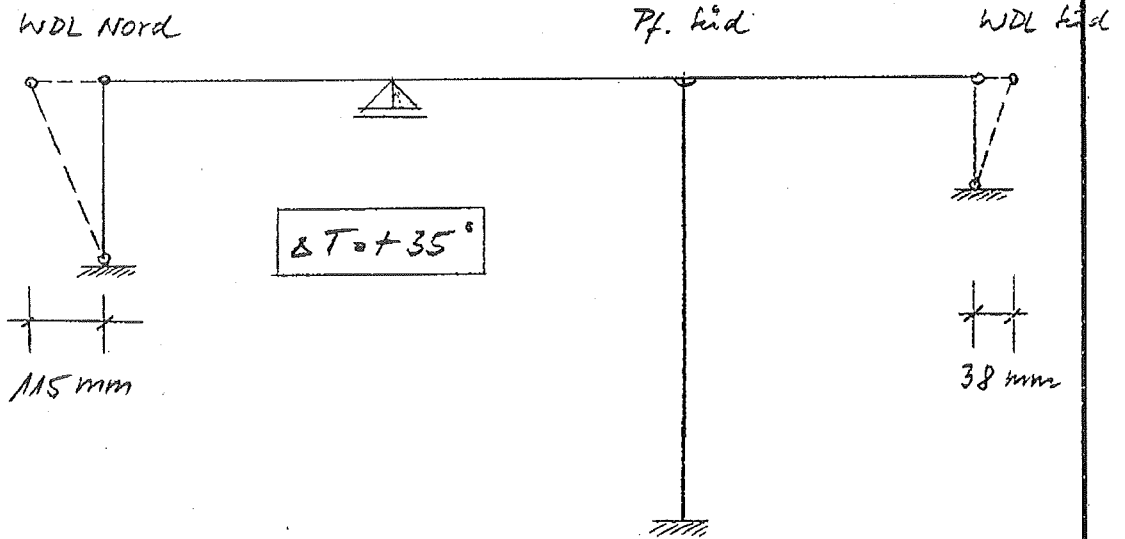
20.5.2.2 Verschiebungen der Auflager infolge

Temperatur :

$$\Delta T = +35^{\circ}C$$

→ Verschiebung des Überbaues am Widerlager Nord um ± 115 mm nach Norden.

→ Verschiebung des Überbaues am Widerlager Süd um ± 38 mm nach Süden.



Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung für Baustatik
Dipl.-Ing. H. Böger, Uitzburg