

Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen

Straße / Abschnittsnummer / Station:

B 70 von Abs. 510 / Stat. 0,446 bis Abs. 500 / Stat. 0,015

Neubau der Ledabrücke im Zuge der B 70

PROJIS-Nr.:

- FESTSTELLUNGSENTWURF -

Unterlage 16.6.1 Rückbaukonzept

nachrichtlich
Unterlage

<p>Aufgestellt:</p> <p>Aurich, den 24.10.2020</p> <p>Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr Geschäftsbereich Aurich</p> <p>im Auftrage.....gez. Kilic.....</p>	

Bauherr: Niderrächsische Landesbehörde für
Straßenbau und Verkehr
Zentraler Geschäftsbereich Hannover

Göttiger Chaussee 76 A
30453 Hannover

Entwurf: WTM ENGINEERS GMBH
Beratende Ingenieure im Bauwesen

Johannisbollwerk 6-8
20459 Hamburg

Bauvorhaben: **Ersatzneubau der Ledabrücke
bei der Stadt Leer im Zuge der B 70**

Auftrag: **13987**

Inhalt: **Rückbaukonzept**

Tragwerksplanung: WTM ENGINEERS GMBH
Beratende Ingenieure im Bauwesen

Johannisbollwerk 6-8
20459 Hamburg

Bearbeiter:
M.Sc. Jeniffer Santodomingo
Telefon: 040 / 35 00 9 - 200
Telefax: 040 / 35 00 9 - 400
Mail: j.santodomingo@wtm-hh.de

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Allgemeines	2
1.1 Einleitung	2
1.2 Lage des Bauwerks	2
1.3 Unterlagen.....	3
1.3.1 Statische Berechnungen und Pläne	3
1.3.2 Gutachten.....	3
2. Randbedingungen	4
2.1 Zugänglichkeit	4
2.2 Wasserstände	5
2.3 Öffentlicher Verkehr.....	7
2.4 Leitungen	7
2.5 Umweltbelange.....	7
2.5.1 Biotope.....	7
2.5.2 Finte.....	8
2.6 Kampfmittelerkundung.....	8
2.7 Verwertung und Demontageplätze.....	9
3. Beschreibung des Bauwerks	11
3.1 Konstruktion Bestandsbrücke	11
3.2 Baustoffe.....	16
4. Rückbauzustände	17
 Anhang	 27
A1 Massenermittlung.....	27
A2 Statische Berechnung	31
A.2.1 Lastannahmen	31
A.2.2 BA 2	32
A.2.3 BA 3	38
A.2.4 BA 4	43
A.2.5 BA 5	45
A3 Schwimmpontons	46
A3.1 Ponton für Abbruchgut (BA 1)	46
A3.2 Ponton (BA 4).....	47
A3.3 Ponton (BA 5).....	49
A3.4 Datenblätter Schwimmpontons	51

1. Allgemeines

1.1 Einleitung

Die niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr plant für die Brücke über die Leda im Zuge der B 70 (km 1,726) bei Leer einen Ersatzneubau. Bei dem Bestandsbauwerk handelt es sich um einen 3-feldrigen Durchlaufträger, der als Stahlkonstruktion ausgeführt wurde. Die Brücke wurde 1951 fertiggestellt und dem Verkehr übergeben. Aufgrund der Ergebnisse der letzten Bauwerksprüfung 2012 und anschließender Nachrechnung der Brückenstatik wurde das Erfordernis eines Ersatzneubaus beschlossen.

In dem vorliegenden Dokumente wird ein technisch und wirtschaftlich umsetzbares Rückbaukonzept entwickelt. Das ausgearbeitete Konzept ist unter Berücksichtigung der örtlichen und baulichen Begebenheiten sowie der Belange des Umweltschutzes und der Schifffahrt entstanden. Zudem werden die wesentlichen Rückbauzustände durch überschlägige statische Berechnungen überprüft.

Das Konzept stellt eine umsetzbare Rückbaulösung dar. Die finale Rückbauplanung inklusive des Geräteeinsatzes ist nach Wahl der ausführenden Firma festzulegen und kann von der vorgestellten Lösung abweichen. Unabhängig hiervon ist die von der ausführenden Firma gewählte Rückbauplanung nach statisch und konstruktiven Erfordernissen, welche sich aus der Ausführungsplanung der Firma ergeben, durchzuführen.

Die für den Neubau als auch Rückbau der Brückengründung erforderlichen Kampfmitteluntersuchungen und ggf. -räumungen erfolgen im Auftrag des NLSTBV und sind nicht Gegenstand des hier vorliegenden Rückbaukonzeptes.

1.2 Lage des Bauwerks

Die Brücke über dem Fluss „Leda“ im Zuge der B 70 befindet sich am südlichen Stadtrand von Leer im Nordwesten Niedersachsen und verbindet Leer und Westoverleding. Die Lage des Bauwerks ist in den folgenden Abbildungen dargestellt.

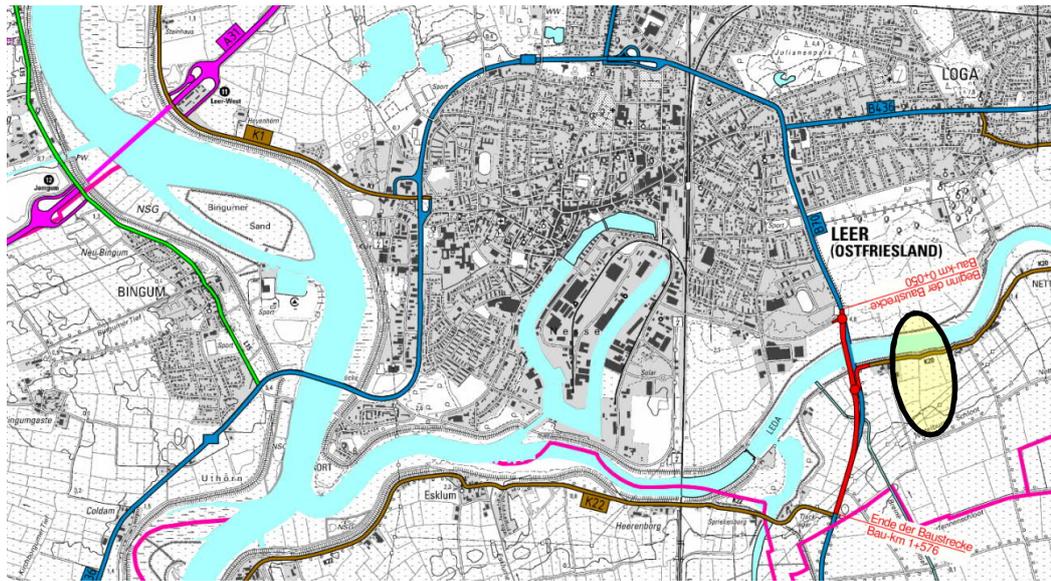


Abbildung 1: Lage des Bauwerkes (Auszug: Blatt 12 - VPA20c0201a.plt, Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen)

1.3 Unterlagen

1.3.1 Statische Berechnungen und Pläne

Statische Berechnungen

- [1] Nachrechnung der Tragfähigkeit: Stellungnahme zur Tragfähigkeit und zur Gebrauchstauglichkeit. 02.03.2012

Pläne

- [2] Bestandspläne
- [3] Rückbaupläne
- [4] Peilplan: Bundesstraßen-Brücke (B70) Leda bei Km 21,0. Plan-Nr.: 17-285. Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt WSA Emden vom 18.08.2017
- [5] Ledabrücke B 70, Vorschlag für den Kolkverbau Pfeiler 3, BL 32 Blatt Nr. 1, Wasser und Schifffahrtsdirektion Nordwest Wssee und Schifffahrtsamt Emden, 19.02.1986
- [6] Ledabrücke Peilung vom 24. April 1963 bezogen auf MThw = N.N. +1,40 m Tiefenangeben im Dezember, Wasser und Schifffahrtsamt Leer, 18.07.1963
- [7] Peilung am nördlichen Stropfpeiler der Ledabrücke, Straßenbauamt Aurich, 2.12.1959

1.3.2 Gutachten + Untersuchungen

- [8] Bericht 2: Baugrundgutachten für das Brückenbauwerk. IGB Ingenieurgesellschaft MBH vom 24.03.2015
- [9] Bauwerksbuch: B70, km 1,726, B70 über WI. Leda. NLSTVB Geschäftsbereich Aurich. Druck vom 17.05.2017
- [10] Prüfung der Brückenteile im Wasserbereich durch Tauchereinsatz, Leda Brücke in Leer, km 1 794 der B70, Ingolf Ingber, 12.4.1997

2. Randbedingungen

2.1 Zugänglichkeit

Straßen

Die Ledabrücke überführt die B70 über die Leda, über die Bundesstraße ist das Baufeld aus Richtung Norden aus Leer und aus Richtung Süden von Papenburg erreichbar. Zum Zeitpunkt des Rückbaus des Bestandsbauwerkes wird der Ersatzneubau fertiggestellt sein, so dass das Baufeld beidseits der Brücke über die Verbindung des Ersatzneubau zugänglich ist.

Der Ersatzneubau wird für die Einwirkungen nach Eurocode in Verbindung mit dem ARS 22/2012 ausgelegt. Die Tragfähigkeit der Bestandsbrücke ist gemäß [1] für den Straßenverkehr auf 25 t begrenzt, so dass diese nur begrenzt belastbar ist.

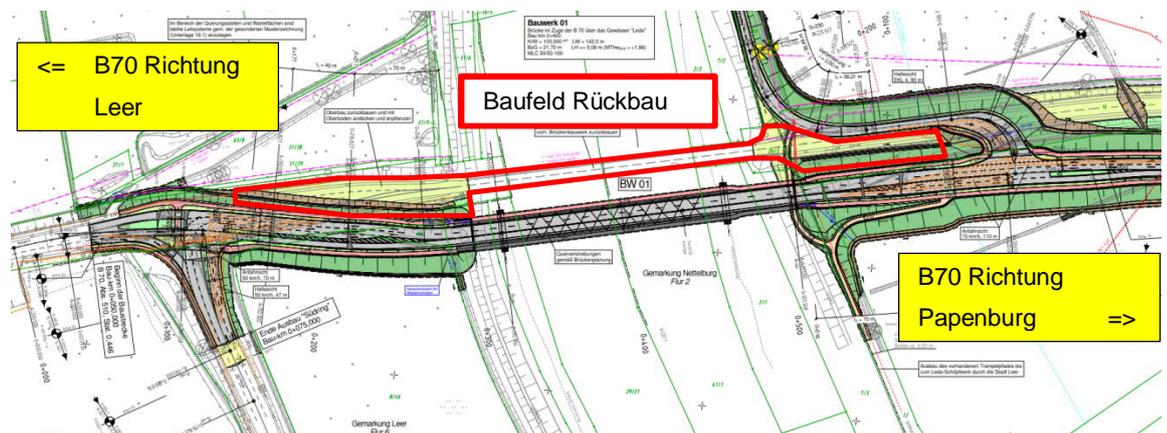


Abbildung 2: Lage des Bauwerkes (Auszug: Blatt 12 - VPA20c0201a.plt, Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen)

Wasserstraßen

Die Leda-Sagter-Ems-Binnenwasserstraße zählt zur Klasse II. Binnenschiffe mit einer Länge von 55 m und eine Breite von 6,6 m (Schiffstyp Kempenaar) können die Leda in diesem Bereich befahren.

In nachfolgender Tabelle werden die maßgebenden Durchfahrtshöhen und Breiten der Leda vom Bestandsbauwerks flußabwärts folgend zum Seehafen Leer (Ersatzneubau, Leda-Sperrwerk und der Eisenbahnbrücke zwischen Leer und Papenburg, Seeschleuse Leer) zusammengefasst. Maßgebend für die Schifffahrt sind die Lichtraumprofile des Leda-Sperrwerks mit einer maximalen nutzbaren Breite von 14 m und einer maximalen Durchfahrtshöhe von 5,10 m.

Nach derzeitigem Erkenntnisstand sind flussaufwärts weder Anlegeplätze, Baufelder für die Demontage des Brückenüberbaus noch die Anlieferung von Material und Gerät möglich, daher wird die Binnenwasserstraße in diese Richtung nicht weiter berücksichtigt.

	Nutzbare Breite	Durchfahrtshöhe	
		MThw	MTnw
Neubau Ledabrücke		4,71 m	7,99 m
Leda-Sperrwerk	14,0 m	3,75 m	5,10 m
Eisenbahnbrücke zwischen Leer und Pappenburg		4,80 m	6,05 m
Seeschleuse Leer	26 m		



2.2 Wasserstände

Gemäß [8] kann davon ausgegangen werden, dass in niederschlagsreicher Zeit Wasser auf den Wiesen und Weiden bis OK Gelände anstehen, ggf. auch über Gelände. Außerdem ist das Gebiet tidebeeinflusst. Angaben zu den Wasserständen wurden vom WSA Emden zur Verfügung gestellt. Es kann von folgenden Mittleren Tidewasserständen (5 Jähriges Mittel: 2010-2015) am Bauwerk ausgegangen werden:

$$\text{MThw} = +1,79 \text{ m NN}$$

$$\text{MTnw} = -1,59 \text{ m NN}$$

Am Pegel Unterwasser des 1954 in Betrieb genommenen Leda-Sperrwerks wurden folgenden Höchst- und Niedrigwasserstände dokumentiert:

HHThw = +5,12 mNN

NNTnw = -2,81 mNN

Der Ledapegel (insbesondere der max. Hochwasserstand) im Bauwerksbereich kann durch das Leda-sperr- und -pumpwerk beeinflusst werden. Laut den Angaben des Betreibers können Wasserspiegel mit einer Toleranz +/- 10 cm eingestellt und reguliert werden. Für die Rückbauplanung wird davon ausgegangen, dass ein beliebiger Pegel innerhalb der MThw und MTnw -grenzen für mind. vier Tage konstant gehalten werden kann und darf.

Für die Auslegung der Baugruben und Deiche sind die folgenden Wasserstände zu beachten:

Winter (01.11. bis 31.03.) : Hhw = +2,00 mNN

Sommer (01.11. bis 31.03.) : Hhw = +2,30 mNN

Peilungstiefen im Bauwerksbereich

Vom WSA Emden wurde ein Peilplan der Leda im Bereich der Bestandsbrücke vom 18.07.2017 [4] zur Verfügung gestellt. Da die Tiefen in den Bereichen um die Strompfeiler als auch im Bereich der Seitenfelder nicht gepellt worden ist, liegen für diese derzeit keine belastbaren Daten vor.

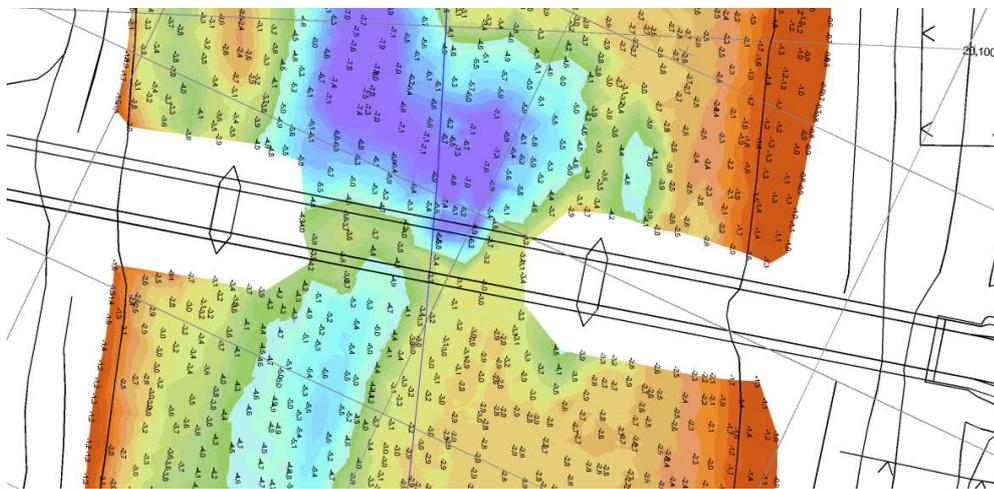


Abbildung 3: Ausschnitt Peilplan WSA Emden, Bundesstraßenbrücke (B70) Leda, Plan-Nr. 17285; Datum 18.07.2017

Die in diesen „weißen“ Bereichen angenommenen Werte sind für die vorliegende Planung näherungsweise durch Interpolation der vorhandenen Werte gebildet worden und in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst

Bereich	Gewässersohle [m NN]	Gewässertiefe [m]	
		MThw	MTnw
Nordseite - ca. 33 m vom Widerlager	-1,6	3,4	0,0

Strompfeiler Nord	-3,2	5,0	1,6
Mittelfeld	-3,0	4,8	1,4
Strompfeiler Süd	-2,9	4,7	1,3
Südseite - ca. 42 m vom Widerlager	-1,4	3,2	-0,2

2.3 Öffentlicher Verkehr

Straßenverkehr

Der Rückbau des Bestandsbauwerkes soll nach Fertigstellung des Ersatzbauwerkes erfolgen. Demzufolge ist die Ledabrücke während des Rückbaus frei von Straßenverkehr. Der Ersatzneubau wird während des Rückbaus durch den Baustellenverkehr des Rückbaus gering beeinflusst werden.

Schiffsverkehr

Eine zeitlich begrenzte Vollsperrung der Leda ist prinzipiell möglich. Die Sperrzeiten sind frühzeitig mit dem WSA Emden abzustimmen. Die Sperrzeiten und Beeinflussungen der Schifffahrt sind auf ein Minimum zu begrenzen. Das Lichtraumprofil der Schifffahrt ist zudem während der Rückbauarbeiten am Überbau durch entsprechende Maßnahmen (Schutzgerüste) zu schützen.

2.4 Leitungen

Gemäß [9] sind diverse Leitungen an der Unterseite der Gehwegplatte angeordnet. Dazu zählen zwei Starkstromleitungen auf der Westseite des Bauwerks, die von EWE AG (Energieversorgung Weser-Ems) betrieben werden. Weiterhin verlaufen auf der Ostseite zwei Fernsprechkabelleitungen der Bundespost.

Für das vorliegende Rückbaukonzept wird davon ausgegangen, dass die genannten Leitungen als Vorabmaßnahme bereits umverlegt sind (z.B. in den Ersatzneubau bzw. Düker). Im Rahmen des Abbruchs sind die entsprechenden Leitungen am Bestandsbauwerk zurückzubauen.

2.5 Umweltbelange

2.5.1 Biotope

In den Uferbereichen nahe des Bestandsbauwerkes befinden sich nach § 24 NAGBNatSchG IV. mit § 30 BNatSchG geschützten Biotope.

Schützenswerte Biotoptypen am südlichen Ufer:

Gebüsch und Gehölzbestände:

- BA: Weidengebüsch der Auen und Ufer westlich und teils östlich

Gehölzfreie Biotope der Sümpfe, Niedermoore und Ufer

- NRS: Schilf-Landröhricht

Schützenswerte Biotoptypen am nördlichen Ufer:

Gehölzfreie Biotope der Sümpfe, Niedermoore und Ufer

- NRS: Schilf-Landröhricht

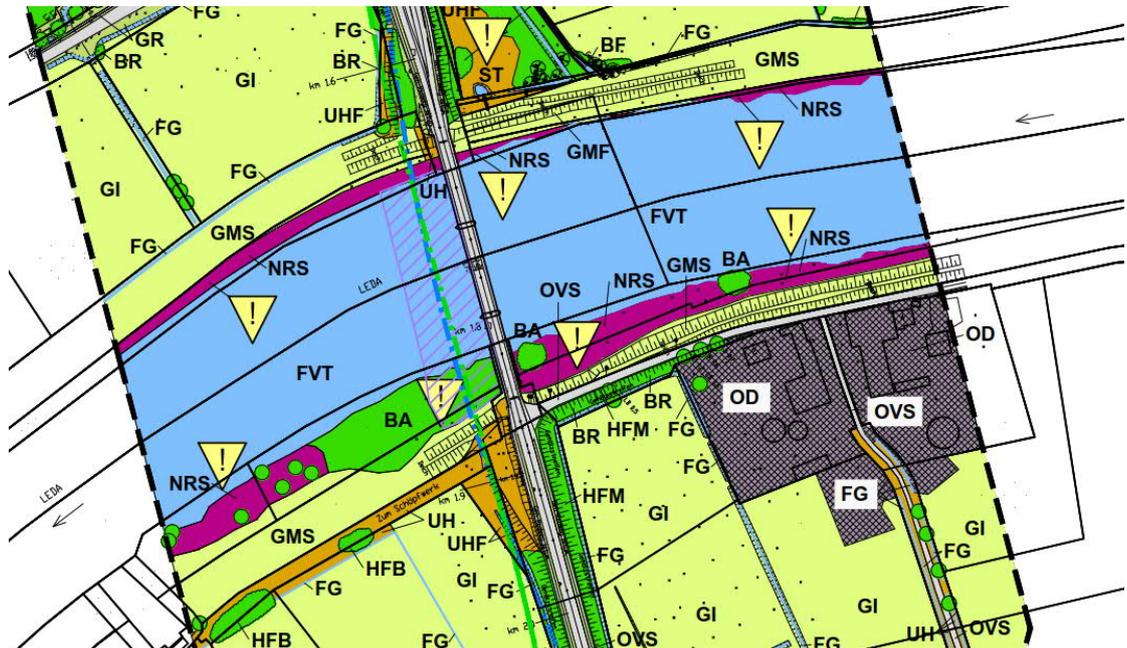


Abbildung 4: Auszug: Vorabzug – LBP, Karte 1: Biototypen, 07.03.2017, Lindschulte Ingenieuresellschaft

2.5.2 Finte

Die Finte ist ein in der FHH Richtlinie als gefährdet eingestufte Fisch, welcher insbesondere in der Ems vorkommt. Bei Brückenbaumaßnahmen in der Ems wurden Auflagen während der Herstellung zum Schutze der Finte auferlegt.

Aufgrund der Nähe zur Mündung der Leda in die Ems kann das Vorkommen der Finte an der Ledabrücke nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Der Umfang evtl. Schutzmaßnahmen während des Rückbaus (Strompfeiler) sind bisher nicht festgelegt worden und sind somit beim vorliegenden Rückbaukonzept nicht berücksichtigt.

2.6 Kampfmittelerkundung

Als Ergebnis der vom rGB Aurich angestellten „Historischen Recherche“ zu Kampfhandlungen im Bereich der Ledabrücke steht fest, dass aufgrund der Bombardierung der Marinekaserne am 19. April 1945 nicht ausgeschlossen werden kann, dass sich neben dem im Wasser verbleibenden Stahlteilen der alten Brückenkonstruktion auch Bombenblindgänger im Brückenbereich der Leda befinden. Entsprechend der Luftbildauswertung des Kampfmittelbeseitigungsdienstes der Polizeidirektion werden Gefahrenforschungsmaßnahmen empfohlen. Erkundungs sondierungen im Wasser werden aufgrund der beschwerten Sichtverhältnisse und der Strömungsgeschwindigkeit als sehr schwierig und zeitaufwändig, und in der Konsequenz als sehr kostenintensive eingestuft.

Tiefgegründete Baubehelfe (z.B. Traggerüste) sowie Baugrubenverbauten (z.B. Spundwände) insbesondere im Gewässerbereich werden für den Rückbau hinsichtlich des Risikos kritisch gesehen und sind nach Möglichkeit zu vermeiden.

2.7 Verwertung und Demontageplätze

Entsorgung und Verwertung

Im Seehafen Leer befindet sich mit der Firma

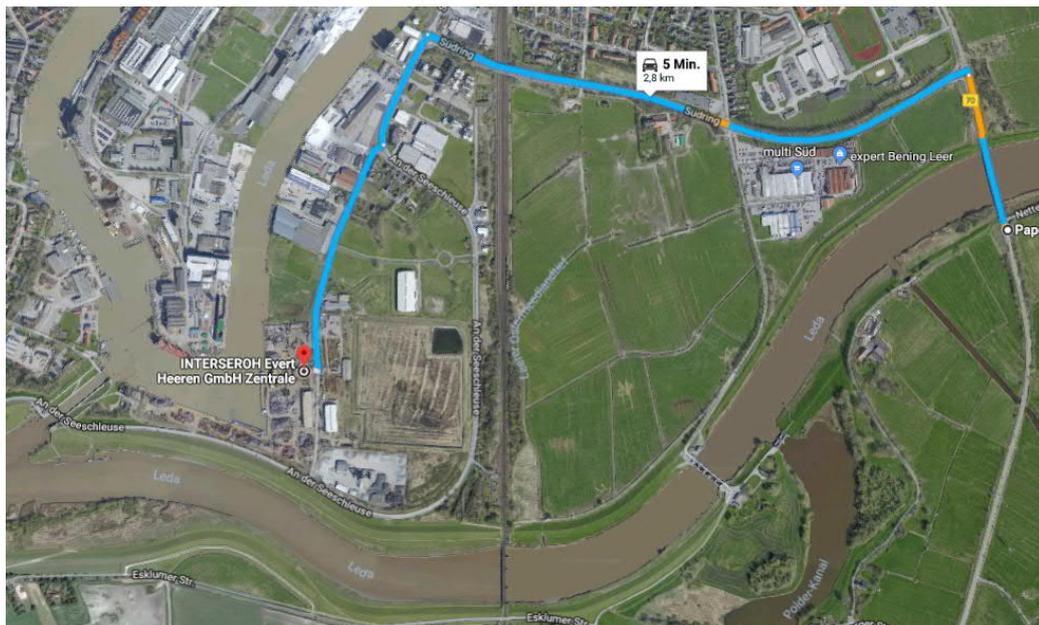
INTERSEROH Evert Heeren GmbH

Sägemühlenstraße 102

26789 Leer

Tel.: +49 (491) 92807 0

ein Schrottreyclingunternehmen, in welchem der Brückenüberbau fachgerecht verwertet bzw. entsorgt werden kann. Das Unternehmen ist sowohl über den Wasserweg als auch über den Landweg gut erreichbar und liegt nur etwa. 3 km entfernt.



Demontageplatz

Neben den auf dem Baufeld (vgl. 2.1) möglichen Demontageflächen der Stahlkonstruktion sind insbesondere für den Rückbau der größeren Brückensegmente aus dem Strombereich infolge der großen Brückenabmessungen (ca. 8 x 4 m Stahlkonstruktion im Querschnitt) und beschränkten Durchfahrtshöhen Stromabwärts (vgl. 2.2) zusätzliche BE Flächen für die Vorbereitung (Demontage, Absenken der Brückensegmente etc.) des Abtransportes der Brückensegmente stromaufwärts erforderlich.

Planungen hierzu ufernahe Flächen stromaufwärts zu nutzen waren nicht zielführend, da keine geeigneten Grundstücke gefunden werden konnten.

Somit sollte die Vorbereitung des Abtransports der Segmente auf künstlichen Pontoninseln, welche temporär stromaufwärts der Leda verankert werden stattfinden. Denkbar sind hier prinzipiell zwei Lösungen:

- 1) Zerlegung großer ausgeschwommener Brückensegmente mittels Raupenkranen auf den Pontoninseln in kleinteiliges Schrottgut. Dieses wird mit Schiffen in den Seehafen Leer zum Verwertungsunternehmen gebracht und dort entsorgt bzw. verwertet.
- 2) Absenken großer ausgeschwommener Brückensegmente auf den Pontonen (ggf. zusätzlicher lokaler Abbruch der Hauptträger im Voutenbereich) um die Durchfahrtshöhen einhalten zu können. Abtransport der großen Brückensegmente über den Wasserweg in den Seehafen Leer, wo diese direkt am Entsorgungsunternehmen zerlegt und entsorgt bzw. verwertet werden.

Aufgrund der folgenden Vorteile wird im Weiteren die zweite Variante weiter verfolgt:

- Kürzerer Eingriff in die Wasserstraße und das Ökosystem (Liegezeit Pontoninseln)
- Direkte Zerlegung am Fachbetrieb (Umweltschutz)
- Geringerer Aufwand und Kosten bei BE Einrichtung Wasserbaustelle

3. Beschreibung des Bauwerks

3.1 Konstruktion Bestandsbrücke

3.1.1 Überbau

Das Bestandsbauwerk ist eine dreifeldrige Stahlbrücke mit einer Gesamtlänge vom 179 m. Die Spannweiten betragen 58 m – 63 m – 58 m. Bei dem Brückenüberbau handelt es sich um ein Stahlhaupttragwerk mit aufgelegter Stahlbetonplatte. Dabei wirken der Stahlüberbau und die Stahlbeton-Fahrbahnplatte unabhängig und somit nicht als Verbundträger.

Das Tragwerk besteht aus einer in Querrichtung spannenden schlauff bewehrten Ortbetonplatte, welche ihre Lasten in einen mittigen Längsträger sowie die beiden Hauptträger abgibt. Der mittige Längsträger lagert auf den Querträgern im Abstand von ca. 4,2 m auf. Diese tragen die Lasten wiederum in die beiden Hauptlängsträger ab, welche mit variabler Bauhöhe ausgeführt sind. Der Abstand zwischen den Hauptträgern beträgt 7,50 m. Die Brücke weist eine Gesamtbreite von 10 m zwischen den Geländern auf.

Die Lagerung des Überbaus erfolgt am nördlichen Pfeiler und den Widerlagern mittels längsverschieblicher Rollenlager. Auf dem südlichen Pfeiler befindet sich ein Festlager.

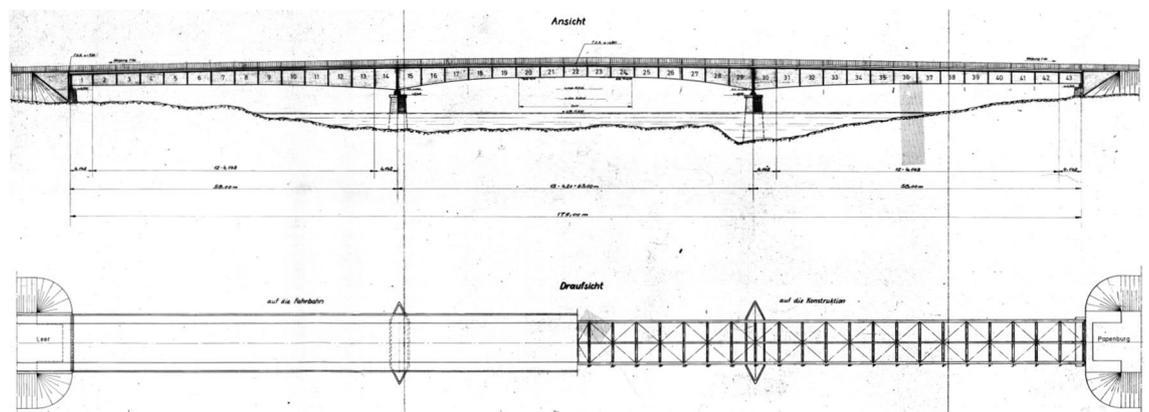


Abbildung 5: Ansicht und Draufsicht der Ledabrücke [2]



Abbildung 6: Überbaukonstruktion

3.1.2 Widerlager und Strompfeiler

Für die Widerlager und Pfeiler sowie deren Gründung liegen keine Bestandsunterlagen vor. Dem Bauwerksbuch [9] und sind jedoch folgende Angaben zu entnehmen:

- Widerlager und Pfeiler aus Stahlbeton mit Klinker Vorsatzschale [9] S. 5.6
- Spundwandkästen Pfeiler Larssen Profil III, gerammt [9] S. 6.6 bzw. Larssen Profil II neu gemäß LV Angebot W.Walbrecht vom 23.05.1949
- Gründung der Widerlager: je 36 Holzrammpfähle (Ø36 cm, L = ca.11,0 m) [9] S.6.6
- Gründung der Pfeiler: je 62 Holzrammpfähle (Ø36 cm, L = ca.11,0 m) [9] S.6.6

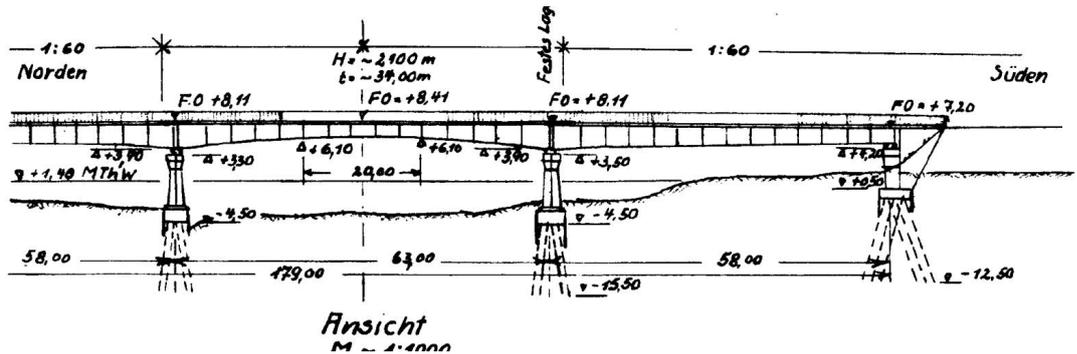


Abbildung 7: Auszug Bauwerksbuch [9] (Originale nicht auffindbar)

- Kolkchutz nördlicher Strompfeiler (rechtes Ufer) wurde 1986 erneuert [5]

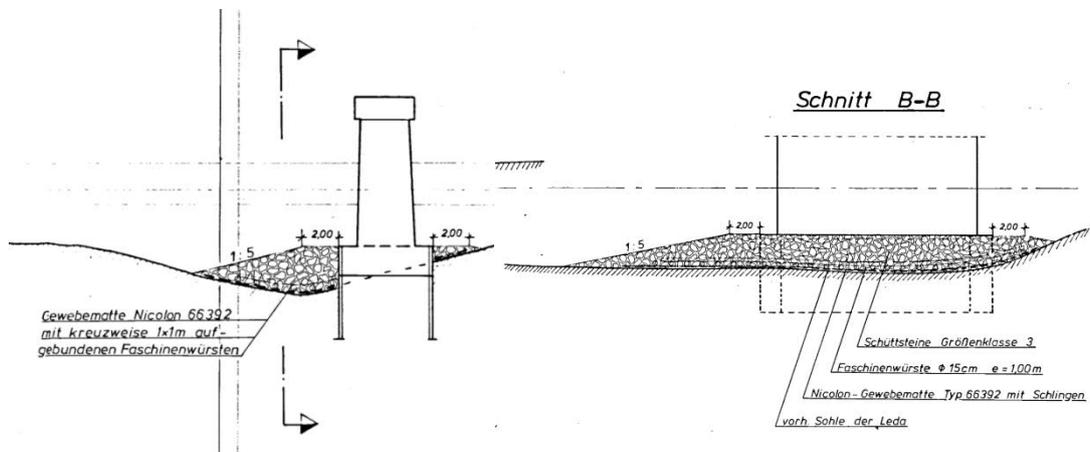


Abbildung 8: Auszug Kolkchutz [5]

- | | |
|--|---------------|
| - Oberkante Strompfeiler | +5,0 mNN [6] |
| - OK Pfahlkopfplatte = OK Spundwandkasten: | -3,0 mNN [6] |
| - UK Pfahlkopfplatte | -4,5 mNN [6] |
| - Absetztiefe Spundwandkasten | -8,0 mNN [6] |
| - Absetztiefe Pfähle | -15,5 mNN [6] |

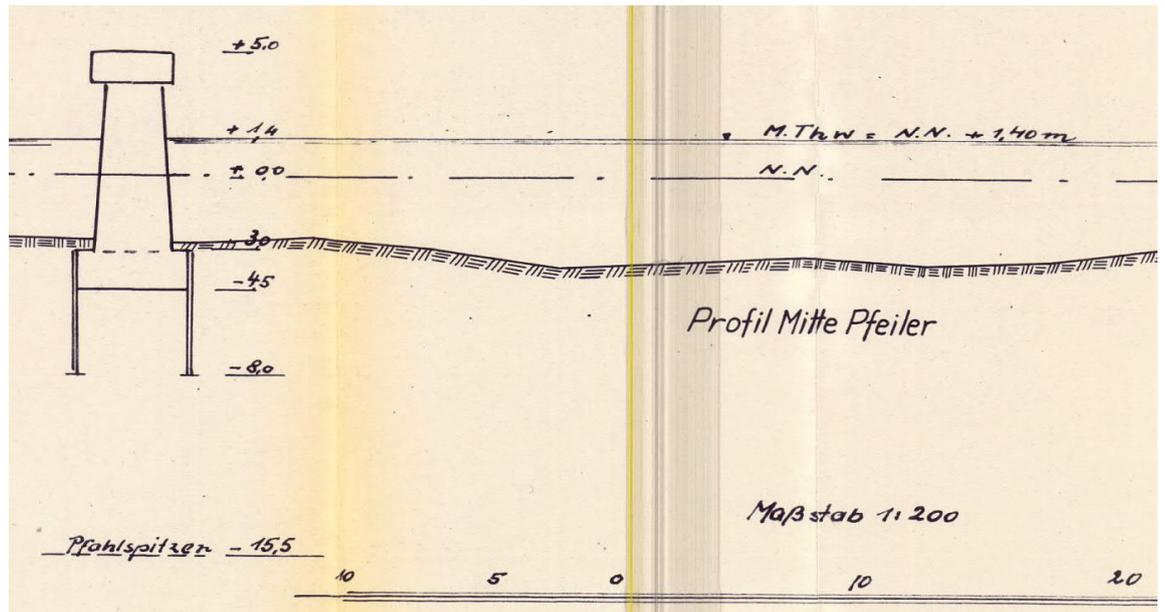


Abbildung 9: Auszug Peilplan [6]

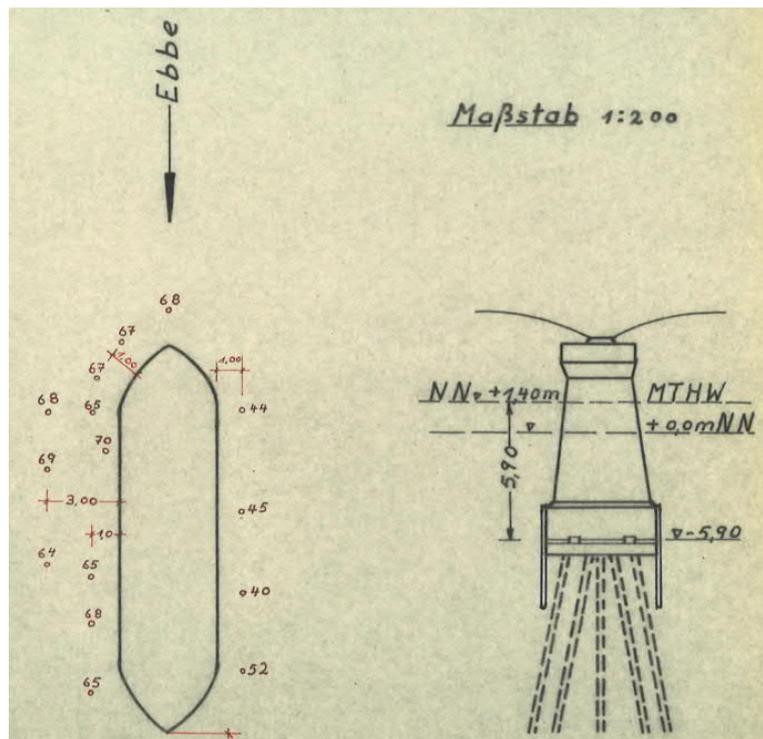
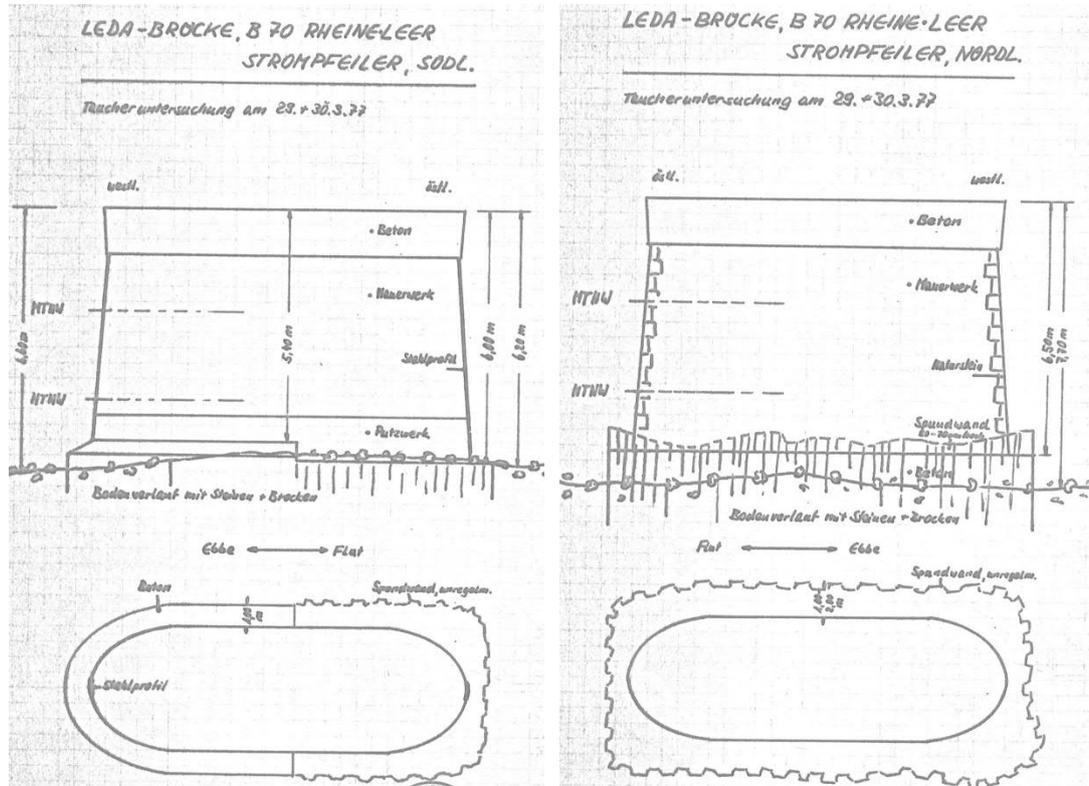


Abbildung 10: Auszug Peilplan [7]

Beide Strompfeiler sind 1977 durch Taucher [10] inspiziert worden. Ob die hierbei gemessenen Wassertiefen mit den derzeit vorhandenen örtlichen Gegebenheiten übereinstimmen, ist nicht gesichert



3.1.3 Schadstoffe

Die Beschichtung der Brückenkonstruktion sowie der Geländer wurde 1985 gemäß [9] S. 5.4 und 8.3 vollerneuert. Die damals entnommenen Proben der Altbeschichtung wiesen wesentliche Bestandteile aus Blei und Zink auf, welche jedoch im Zuge der Vollerneuerung weitestgehend durch strahlen Sa 2 ½ entfernt seien sollten. Inwiefern weiterhin Schadstoffbelastungen durch die Altbeschichtung vorliegen wird im Zuge der weiteren Planung durch ein gesondertes Fachgutachten geklärt.

Der neu aufgebrauchte Anstrich besteht gemäß Baustoffverzeichnis des zuschlagsschreibens vom 10.01.1985 aus den folgenden Komponenten des Icosit EG Systems der Fa. Lechler Chemie:

687.02	GB:	80 µm Epoxidharz - Zinkphosphat
687.12	ZB:	80 µm Epoxidharz - Eisenglimmer
687.13	ZB:	80 µm Epoxidharz - Eisenglimmer
687.53	DB:	80 µm Polyurethan - Eisenglimmer

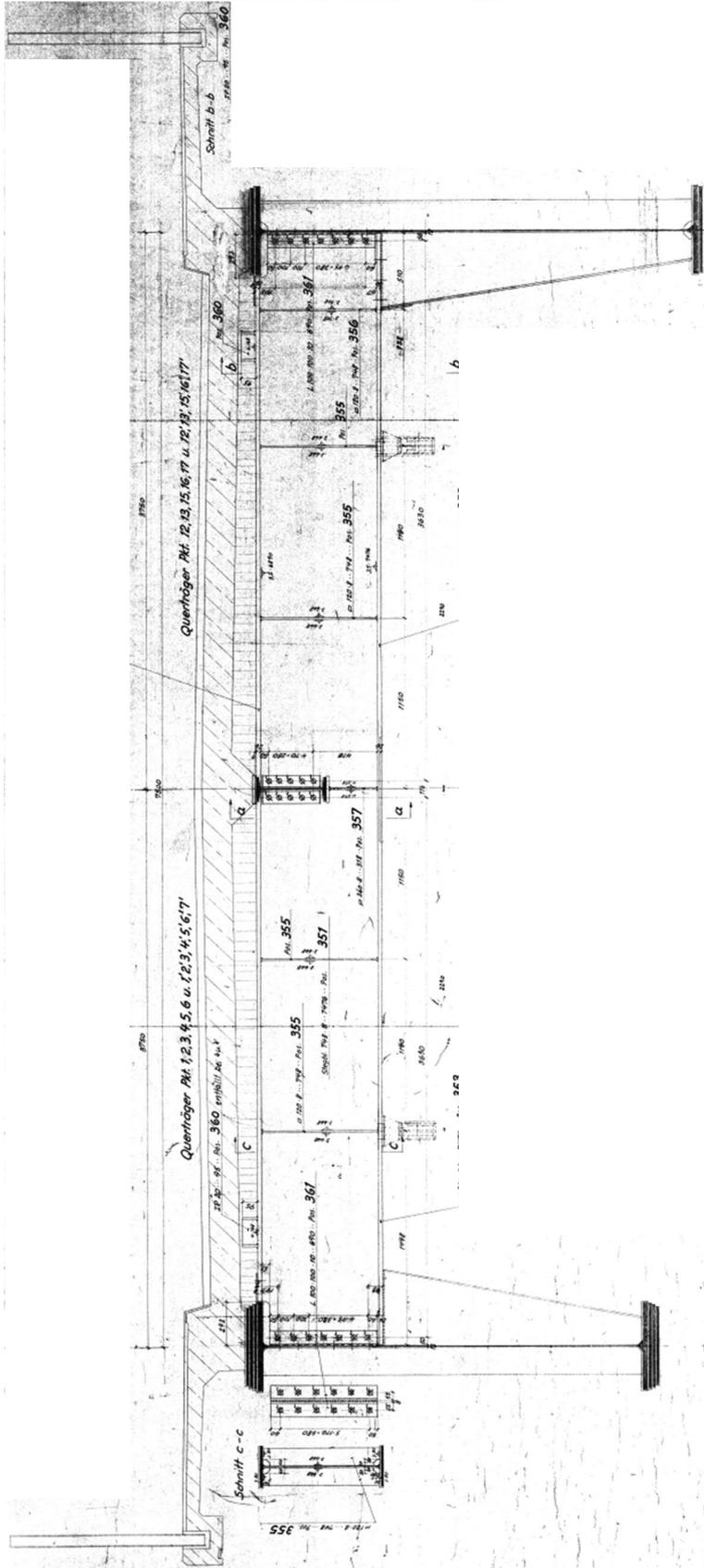


Abbildung 11: Querschnitt [2] Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.

3.2 Baustoffe

Die Angaben zu den verwendeten Baustoffen sind der Nachrechnung ([1], Seite 4) und Bauwerksbuch ([9], Seite 5.5 – 5.6) entnommen:

Fahrbahn- und Gehwegplatte: Beton B 300, Betonstahl BSt 22/34 RU (I R)

Stahltragwerk: Baustahl St 37
Baustahl St 52 (Querträger, teilweise)
Nieten St 34, St 44

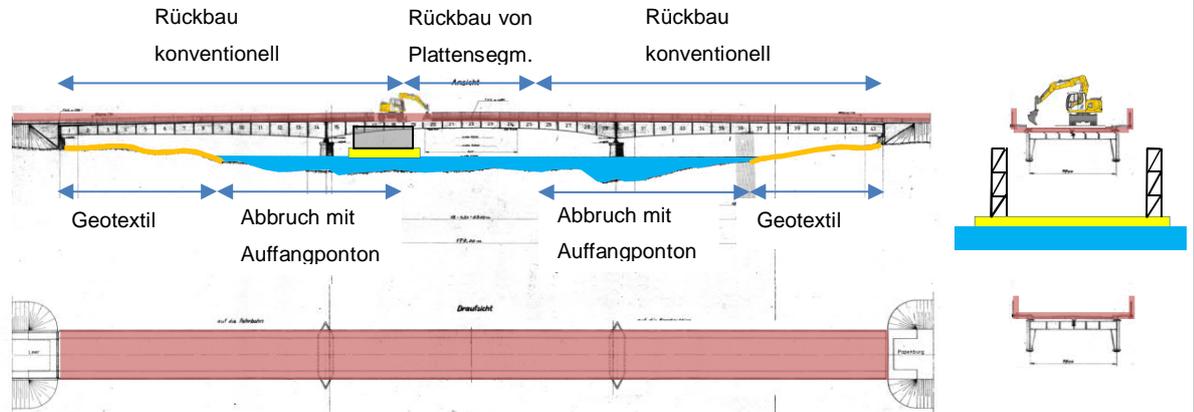
Widerlager und Pfeiler: Beton B 300, Betonstahl BSt 22/34 RU (I R)
Verblendung mit künstlichen Steinen

Materialkennwerte ([1], Seite 10):

Beton B 300:	C20/25
Betonstahl I:	$f_{y,k} = 220 \text{ N/mm}^2$
Baustahl St 37,	
Flussstahl St 37:	$f_{y,k} = 235 \text{ N/mm}^2 \quad (t \leq 30 \text{ mm})$
Baustahl St 52:	$f_{y,k} = 335 \text{ N/mm}^2 \quad (t \leq 30 \text{ mm})$

4. Rückbauzustände

BA 1: Abbruch der Geländer, Kappen und Stahlbetonplatte



In einem ersten Schritt erfolgt der Rückbau der Geländer, Kappen sowie die Aufnahme des Fahrbahnbelages einschließlich Abdichtung auf der Brücke.

Anschließend wird die Stahlbetonplatte der Brücke sukzessive von Brückenmitte zu den Widerlagern hin zurückgebaut. Hierbei werden prinzipiell zwei Verfahren als zielführend angesehen.

- 1.) Zur Minimierung der Beeinflussung des Schiffsverkehrs, wird die Fahrbahnplatte im Bereich des Schiffsfahrtsprofils zunächst durch querverlaufende Trennschnitte in transportable Einheiten zerteilt. Anschließend werden die auskragenden Plattenbereich temporär gestützt und durch einen weiteren Trennschnitt längs entlang des Hauptträgers von der Brückenkonstruktion getrennt. Das abgetrennte Plattensegment wird als Ganzes ausgehoben und der Verwertung zugeführt. Mit den innenliegenden Fahrbahnplatten zwischen den Hauptträgern wird analog verfahren. Durch den segmentiellen Rückbau können aufwendige Schutzgerüste und Pontone unterhalb der Brücke in Schiffsfahrtsbereich vermieden werden. Zum Schutz von herabfallenden Kleinteilen und Verunreinigungen durch Staub etc. sind dennoch Abplanungen vorzusehen.
- 2.) In den Bereichen außerhalb des Schiffsfahrtsprofil ist ein konventioneller Rückbau mittels eines Baggers mit Abbruchzange von der Fahrbahn aus vorgesehen. Die maximalen Lasten der BK 25 gemäß Nachrechnung [1] sind bei der Wahl der Baugeräte zu beachten. Im Uferbereich wird das Abbruchgut unterhalb der Brücke auf einem ausgelegten Geotextil und im Bereich der Leda auf einem Ponton aufgefangen. Um eine Verschmutzung der Leda zu vermeiden sind entsprechende Maßnahmen wie beispielsweise seitliche Abplanungen und / oder Schutzwände einzusetzen.

Prinzipiell können beide Verfahren jedoch auch auf ganzer Brückenlänge durchgeführt werden unter Berücksichtigung der zusätzlichen bzw. entfallenden Zusatzmaßnahmen.

Der Abtransport des Abbruchguts erfolgt mittels LKW bzw. direkt über den Wasserweg.

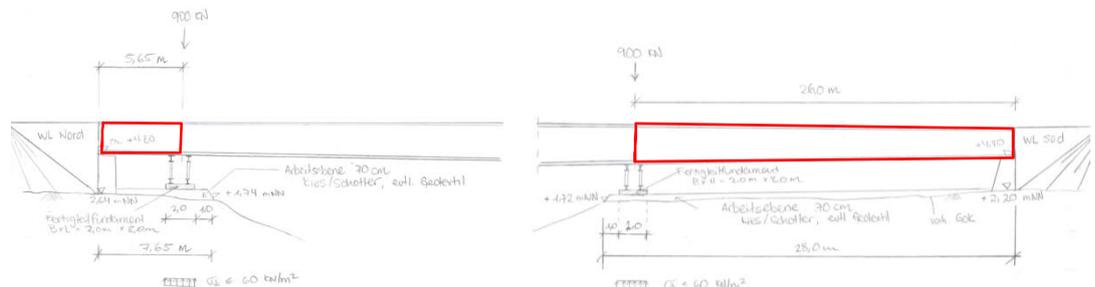
Durch den Abbruch der Geländer, Kappen und Fahrbahnplatte wird das Gewicht des Tragwerks reduziert und die Brücke sukzessive geleichtert. (Siehe Lastannahmen Anhang A2)

BA 2: Rückbau der Stahlkonstruktion im Uferbereich

Der Rückbau des verbleibenden Stahlüberbaus wird von den beiden Widerlagern aus begonnen. Hierzu sind im Rahmen des Rückbaukonzeptes zwei Varianten näher betrachtet worden.

1.) Einsatz von Zwischenstützen im Uferbereich und Demontage großer Randsegmente im Uferbereich

Bei diesem Lösungsansatz wird zunächst ein Arbeitsplanum auf ca. 1,72 mNN bis 2,20 mNN im Uferbereich im nördlichen und südlichen Widerlagerbereich erstellt. Zwischen Brückenunterkante und OK Planum verbleiben somit minimal ca. $4,80 - 2,20 = 2,60$ m lichte Bauhöhe. Das Planum kann mittels kleiner Baugeräte hergestellt werden. Die Zugänglichkeit wird über verbleibende Baustraßen des Neubaubauwerks über den Deich gewährleistet.



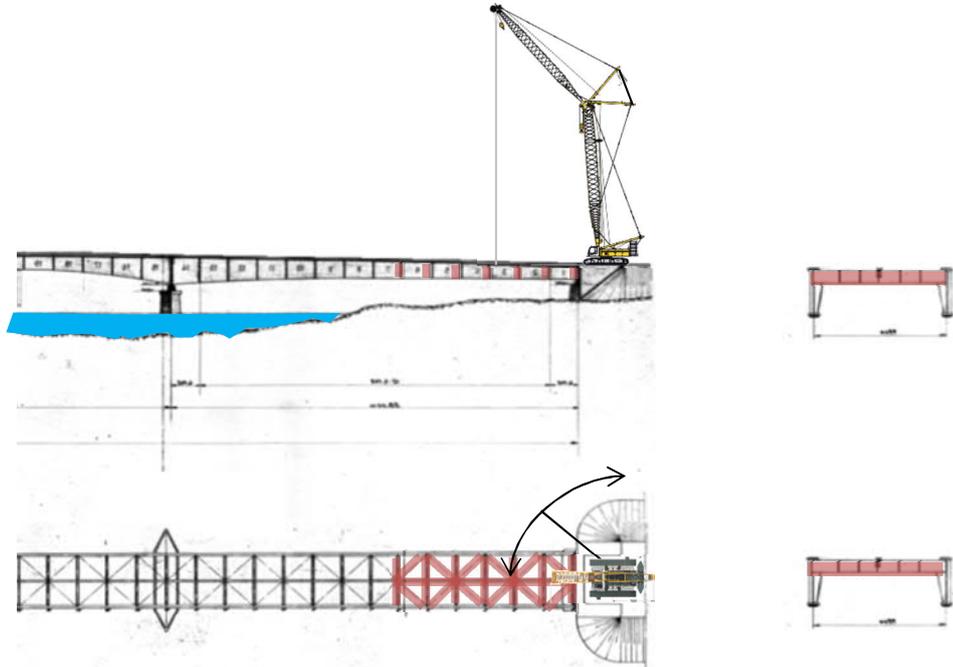
Die Stahlkonstruktion der Brücke wird nun durch eine temporäre Stützkonstruktion auf Fertigteilfundamenten aufgelagert. Die Grundbruchsicherheit der Fundamente ist durch den Baugrundgutachter bestätigt.

Durch Trennschnitte im Bereich der Stützung werden zwei großteilige Segmente von der restlichen Konstruktion getrennt, welche nun landseitig in kleinere Elemente zerlegt und der Verwertung zugeführt werden können.

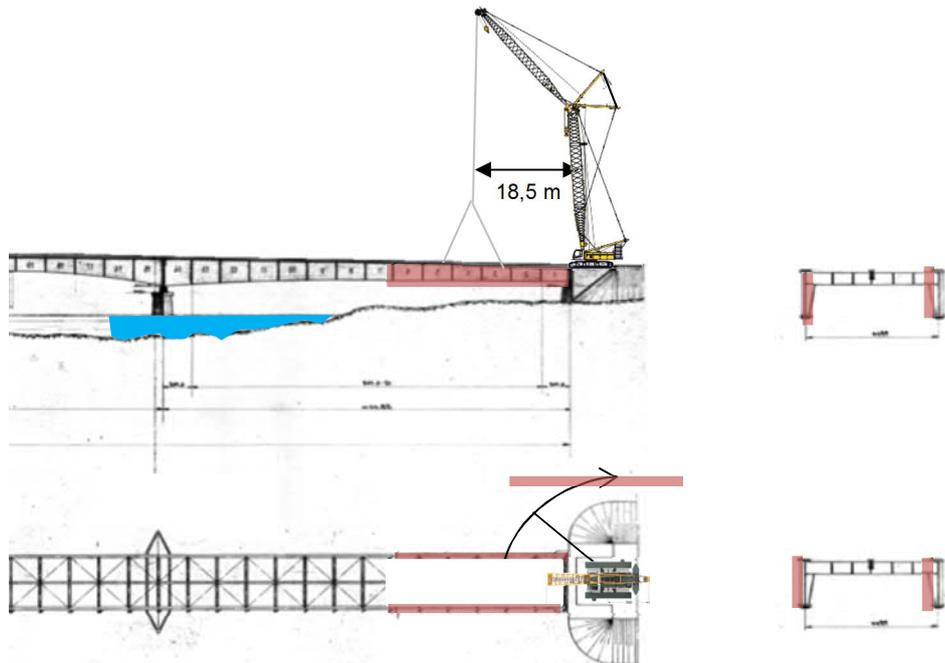
2.) Demontage kleinteiliger Segmente mittels Raupenkrane vom Widerlager

Durch die Leichterung des Überbaus sind in der verbleibenden Stahlkonstruktion ausreichende Traglastreserven vorhanden um das durchlaufende Dreifeldsystem in ein Einfeldsystem zwischen den Stropfteilern mit auskragenden Elementen in den Seitenfeldern umzuwandeln.

Bei dieser Variante werden zunächst die mittigen Längsträger, die Querträger und Windverbände zwischen QT 0 – 6 bzw. 37 – 34 in transportable Einheiten zerlegt und mittels eines Raupenkran (LR 1250 von LIEBHERR o. vgl.) im Widerlagerbereich ausgehoben.



Der seitlich nicht mehr gehaltene Hauptträger wird durch einen Trennschnitt vor dem QT 6 bzw. nach dem QT 37 vom Haupttragwerk der Brücke abgetrennt und anschließend ausgehoben.



Die Auslegung des Krans erfolgt für die deutlich schwereren ca. 25 m langen und ca. 32 t Hauptträger und nicht für die ca. 2,5 t wiegenden Querträgersegmente.

Es werden folgende Lasten und Ausladungen für die Vordimensionierung zugrunde gelegt:

$$\begin{aligned}
 \text{Masse: } M &= \gamma_g \cdot g_{HT} \cdot L && (\gamma_g \approx \text{Sicherheitszuschlag}) \\
 &= 1,35 \cdot 12,4 \text{ kN/m} \cdot 25,0 \text{ m} / (9,81 \text{ kN/t}) \\
 &= 42,7 \text{ t} \\
 \text{Radius } R &= 25,0 \text{ m} / 2 + 6 \text{ m} = 18,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

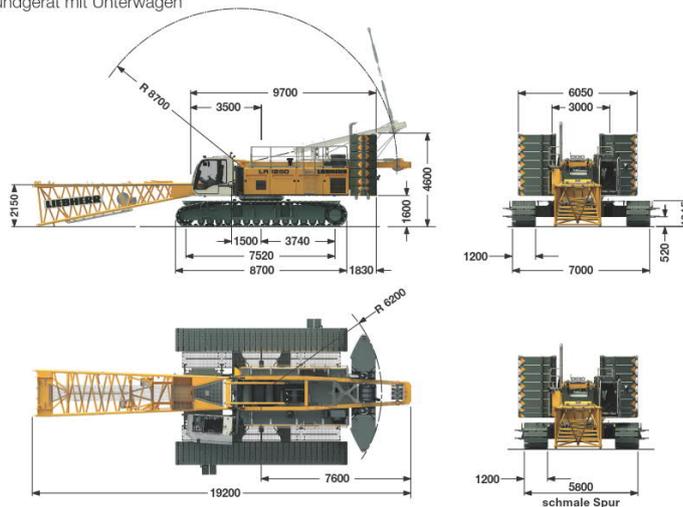
Die benötigte Aufstellfläche von ca. 9,0 x 7,0 m des Raupenkrans wäre zwischen den Flügelwänden ohne zusätzliche Maßnahmen vorhanden.

Aufstellfläche 250 t Raupenkran Liebherr 1250 o vgl.



Abmessungen

Grundgerät mit Unterwagen



250 t Raupenkran Liebherr LR 1250 o vgl.

Traglasten - Hauptausleger (No. 2320.xx)

82.3 t Ballast und 36 t Zentralballast

Traglasten in Tonnen (t) für Auslegerlängen von 20 m bis 86 m – mit 120 kN Winden

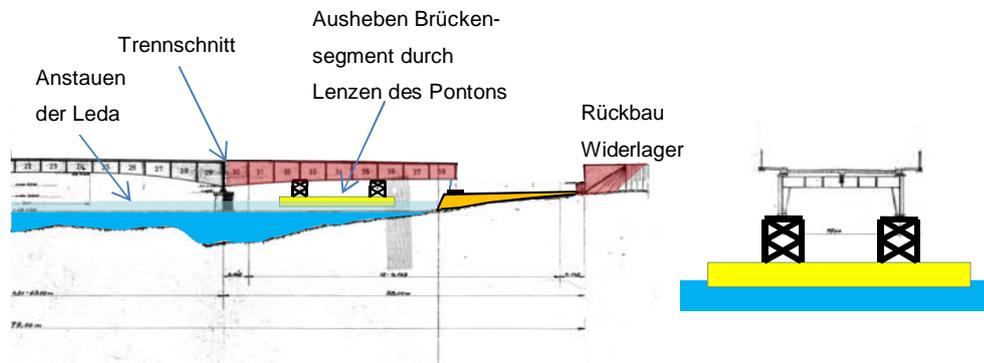
Radius (m)	Auslegerlänge (m)												Radius (m)
	20	26	32	38	44	50	56	62	68	74	80	86	
t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
5.8					122.1								5.8
6				143.5	122.1								6
7			149.9	136.5	117.5	101.4	86.4	72.1					7
8		139.3	132.1	124.2	112.6	96.9	83.4	71.5	59.1	49.8			8
9	128.6	122.4	115.6	109.3	103.6	93.0	80.4	68.1	57.7	49.5	41.3	34.0	9
10	113.8	108.1	102.6	97.5	92.8	88.0	77.1	65.7	56.0	48.1	40.7	33.8	10
12	87.2	87.2	83.5	79.8	76.4	73.1	70.1	61.3	52.9	45.8	39.6	32.7	12
14	70.2	70.2	70.1	67.3	64.7	62.1	59.7	57.3	50.0	43.2	37.6	31.5	14
16	58.5	58.5	58.4	57.9	55.8	53.7	51.7	49.8	47.4	41.3	35.8	30.2	16
18	49.9	49.9	49.7	49.5	48.9	47.1	45.4	43.7	42.1	38.7	34.4	29.2	18
20	43.2	43.3	43.2	42.9	42.6	41.8	40.3	38.8	37.4	36.0	32.4	28.2	20
26		30.2	30.2	29.9	29.7	29.3	28.9	28.4	27.3	26.2	25.2	24.1	26
32			22.5	22.3	22.0	21.7	21.3	20.9	20.5	19.8	19.0	18.0	32

Das Grundgewicht inklusive Zentralbalast des Raupenkrans wird mit 42,5 t vom Hersteller angegeben. Zuzüglich der ca. 35 t schweren Elemente und einem Zusatzbalast von 82,5 t ergibt sich somit ein Gesamtgewicht von ca. $42,5 + 82,5 + 35 = 160$ t.

Diese Belastung ist deutlich größer als die Belastung der ursprünglichen BK 60 auf welche die Widerlager vermutlich ausgelegt sind.

Mangels existierender Unterlagen zur Tragfähigkeit der bestehenden Widerlager wird diese Variante daher derzeit ausgeschlossen.

BA 3: Rückbau der temporär gestützten Seitenfelder



Für den Rückbau der beiden temporär gestützten Seitenfelder werden Pontons mit Traggerüsttürmen unter das jeweilige Seitenfeld eingeschwommen.

Um die erforderliche Gerüsthöhe zu minimieren, die Einsatzmöglichkeit des Pontons hinsichtlich Tiefgang nicht einzuschränken und die Wasserspiegelschwankungen zu minimieren ist bei diesem Vorgang im Vorwege eine möglichst hohe Stauhöhe der Leda anzustreben.

Für den Tidewasserstand der Leda ist folgende Angabe zu entnehmen (siehe 2.2):

MThw 1,79 mNN empfohlene Stauhöhe

Die UK des Teilüberbaus liegt im Mittelwert bei +4,8 mNN. Bei einem Abheben der Teiltragwerke bei Hochwasser (MThw) ergibt sich folgende erforderliche Höhe der Gerüste

$$H_{\text{Gerüst}} = \text{UK Konstruktion} - \text{MThw} - f$$

mit f – Höhe Ponton über Wasserlinie (siehe Anhang A3.2)

$$H_{\text{Gerüst}} = 4,8 - 1,79 - 1,12 = \text{ca. } 2,0 \text{ m.}$$

Durch das Fluten bzw. das Lenzen des Schwimmpontons mit Wasser wird die Höhenlage des Pontons und somit die Gerüstlage feiner justiert, wodurch eine temporäre Auflagerung des auskragenden Brückenüberbaus geschaffen wird.

Als Schwimmponton wird entweder ein individuell an die Anforderungen angepasster Koppelponton oder ein „Standard“ in der Größe nicht variabler Ponton eingesetzt. Gängige Pontongrößen sind nachfolgend aufgeführt.

Länge [m]	Breite [m]	Höhe [m]	Gewicht [t]	Tragfähigkeit [t]	Tiefgang [m]	Bemerkung
4,20	2,10	0,77	1,20	4	-	Kleinkoppelponton, Transport per Lkw möglich
6,10	2,44	1,22	5,00	-	min. 0,34	Koppelponton, Transport per Lkw möglich, Ankerpfähle optional
7,35	2,44	1,30	3,88	12	min. 0,21 max. 0,92	Koppelponton, Transport per Lkw möglich
12,19	2,44	1,83	11,00	-	min. 0,37	Koppelponton, Transport per Lkw möglich, Ankerpfähle optional
20,00	3,00	2,40	-	-	-	Koppelponton, Transport per Lkw möglich
27,00	7,08	-	-	150	min. 0,5 max. 1,20	Ponton mit Ankerpfählen
32,50	8,20	2,18	-	280	min. 0,80	Koppelponton, Ankerpfähle optional
40,04	8,50	1,87	100	390	min. 0,37 max. 1,62	
45,05	8,80	1,92	125	415	min. 0,38 max. 1,53	
61,20	10,70	2,80	444	1054	min. 0,74 max. 2,42	

Ist der Kragarm temporär durch das Traggerüst gestützt, wird ein Trennschnitt am Hauptträger vor dem jeweiligen Auflagerpunkt am Strompfeiler durchgeführt, so dass sich der abgetrennte Überbauteil komplett auf den Ponton umlagern kann. Um ein Kippen des Pontons zu vermeiden ist dieser ggf. durch zusätzliche Pontons oder Ankerpfähle seitlich zu stützen.

Die großen demontierten Überbausegmente werden auf den Pontons per Schubschiffen über die Leda-Saagter-Ems Binnenwasserstraße zum Seehafen Leer transportiert, wo Sie fachgerecht in Ihre Einzelteile zerlegt und verwertet werden können. Durch die Lagerung auf den Turmgerüsten ist jedoch weder die Durchfahrt unter dem Ersatzneubau der Ledabrücke, durch das Leda – Sperrwerk noch unter der Eisenbahnbrücke Leer- Papenburg möglich.

Um die begrenzten Durchfahrtshöhen (siehe 2.1) einzuhalten ist es erforderlich die Brückensegmente vor dem Transport von den Gerüsten abzulassen und ggf. weiter zu zerlegen. Das Ablassen der Gerüste erfolgt sukzessive auf den Pontonen mittels Pressen / Hubzylinder und Pallungen. Der nun auf dem Ponton herabgesenkte Masseschwerpunkt der

Konstruktion ist hinsichtlich der Stabilität für den Transport positiv zu bewerten, so dass eine Pontonbreite von < 14 m ausreichend ist.

Um jedoch die Stauung der Leda zu verkürzen, ist der Ponton mit dem Gerüst aus den Flachwasserbereichen der Leda bereits vor dem Ablassen der Segmente flußaufwärts auszuschwimmen und in tieferen Gewässerbereichen temporär zu verankern, bevor das Gerüst sukzessive zurückgebaut wird.

Der Stahlhauptträger ist maximal 3,80 m hoch, so dass bei einem angenommenem Freibord des Pontons von ca. 0,50 m – 1,00 m, welches durch Fluten und Lenzen des Pontons angepasst werden kann, die maßgebende Durchfahrtshöhe durch das maßgebende Ledasperrwerk gewährleistet ist. Eine weitere Zerlegung der großen Hauptsegmente ist daher nicht zwingend notwendig.

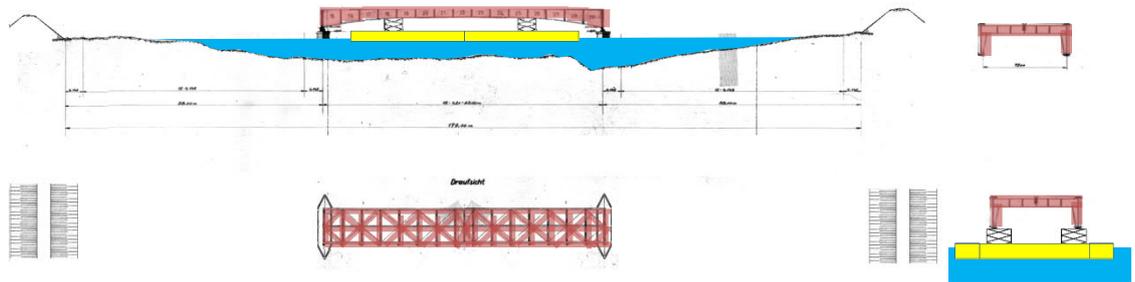
Da der Erdkörper der Widerlager Teil des Hochwasserschutzdeiches ist, ist vor dem Abbruch die Deichverteidigung sicherzustellen. Dies geschieht durch das Rammen einer Stahlspundwand in der Flucht der Deichverteidigungslinie, welche horizontal mindestens 2 m beidseitig in den Kleikörper des vorhandenen Deiches einbindet. Nach Beendigung des Abbruchs wird der Deichkörper im Bereich der ehemaligen Brücke wieder hergestellt. Die Spundwände werden abgebrannt und verbleiben im Deichkörper um das Deichgefüge durch das Ziehen der Spundwände nicht zu stören.

Die Unterkante der Massivbaukonstruktionssohle liegt bei ca. -0,8 mNN und somit unterhalb des MThw 1,79 mNN der Leda beziehungsweise unterhalb des zu erwartenden Grundwasserspiegels. Für den vollständigen Rückbau der Widerlager wird somit ein wasserdichter umschließender Spundwandverbau vorgesehen. Um die Kosten dieses Verbaus zu minimieren sollte der Pegel der Leda über die Steuerung am Sperrwerk möglichst niedrig gehalten werden. Dies steht im Widerspruch zu dem hohen Stauziel beim Ausschwimmen der Überbausegmente. Der Rückbau der Widerlager geschieht daher zeitlich nach dem Rückbau des Überbaus.

Alternativ ist auch ein Teilabbruch der Widerlager bis ca. 1,5 bis 2,0 m unter GOK denkbar. Hierdurch wird zum einen der Eingriff in das bestehende Deichgefüge minimiert und zum anderen können Kosten der Baubehelfe gesenkt (geringerer Aushub der Baugruben, geringere Verbaumaßnahmen).

Die Holzpfähle der Widerlager verbleiben im Boden.

BA 4: Ausschwimmen Mittelfeld



Das verbleibende Mittelfeld wird ebenfalls ohne Zerlegung durch Ausschwimmen in analoger Weise zum beschriebenen Vorgehen in BA 4 demontiert. Die Konstruktion wird durch den Schwimmponton angehoben zunächst aus dem Lichtraumprofil der Schifffahrt flußaufwärts ausgeschwommen und temporär verankert. Die Gerüste werden sukzessive zurückgebaut und das Überbausegment für den Transport abgelassen.

Für das Mittelfeld der Brücke sind aus [2] folgende Höhenlagen zu entnehmen

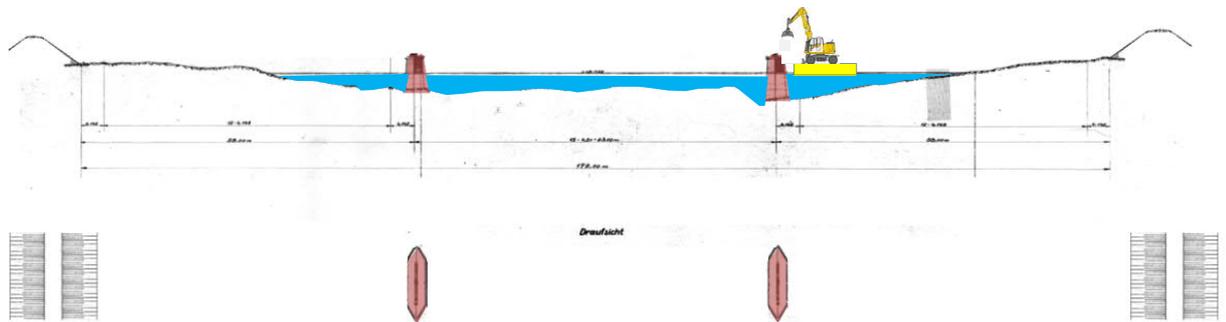
UK Konstruktion	+6,10 mNN
OK Konstruktion	+8,05 mNN

Bei einem Abheben der Teiltragwerke bei Hochwasser (MThw) ergibt sich folgende erforderliche Höhe der Gerüste

$$H_{\text{Gerüst}} = \text{UK Konstruktion} - \text{MThw} - f$$

mit f – Höhe Ponton über Wasserlinie (siehe Anhang A3.3)

$$H_{\text{Gerüst}} = 6,10 - 1,79 - 1,03 = \text{ca. } 3,3 \text{ m.}$$

BA 5: Rückbau Strompfeiler

Der Rückbau der Strompfeiler erfolgt in zwei Schritten

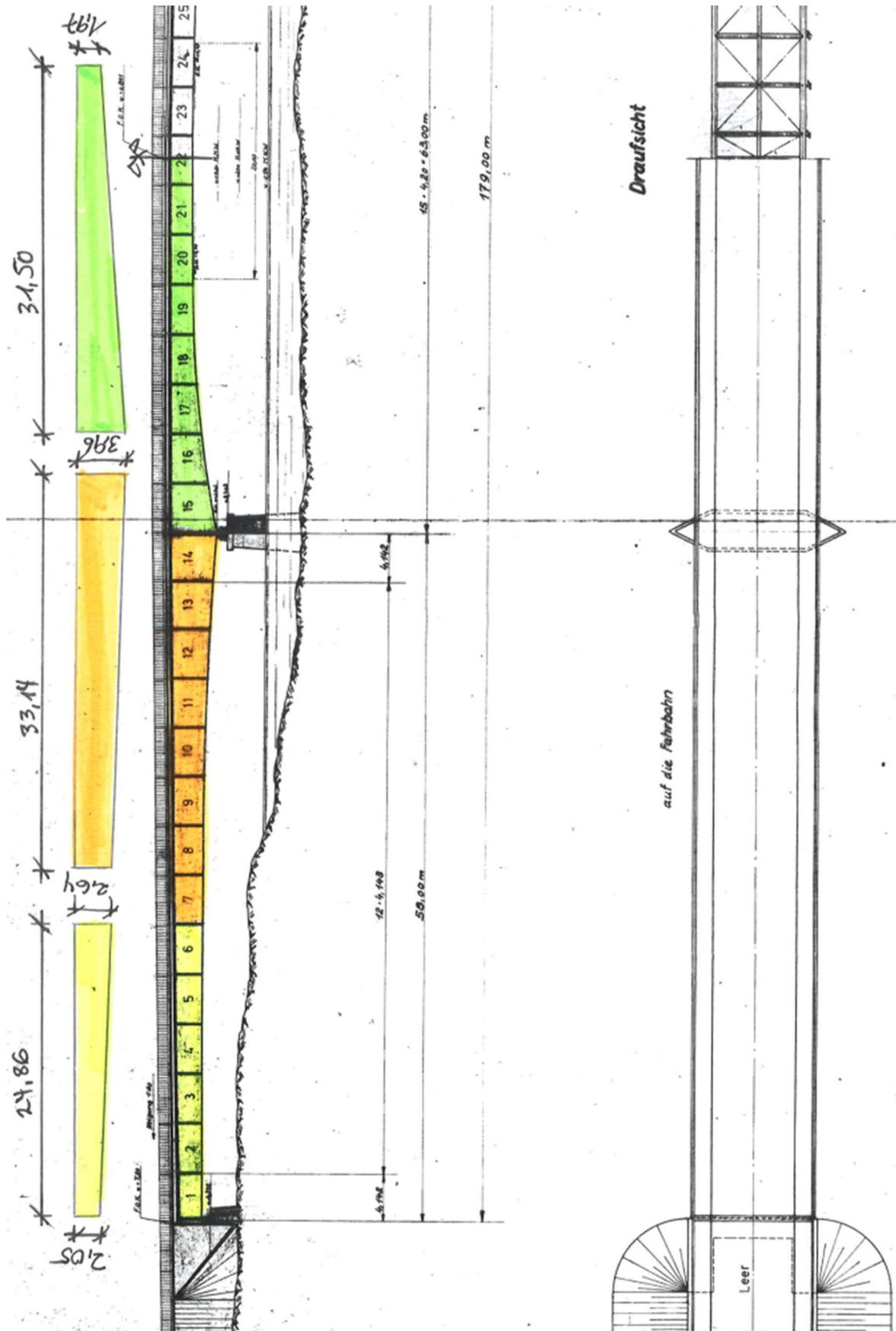
- Oberhalb Wasserspiegel
- Unterhalb Wasserspiegel

Wird aber in beiden Fällen vom einem Bagger auf einem Ponton ausgeführt mit einem Abbruchhammer (z.B. HB 4100 von Atlas Copco) eingesetzt. Für die Stemmarbeiten Unterwasser kann ein Unterwasserpaket für den Abbruchhammer angewendet werden. Das Abbruchverfahren ist mit den zuständigen Behörden hinsichtlich Umweltverträglichkeit abzustimmen.

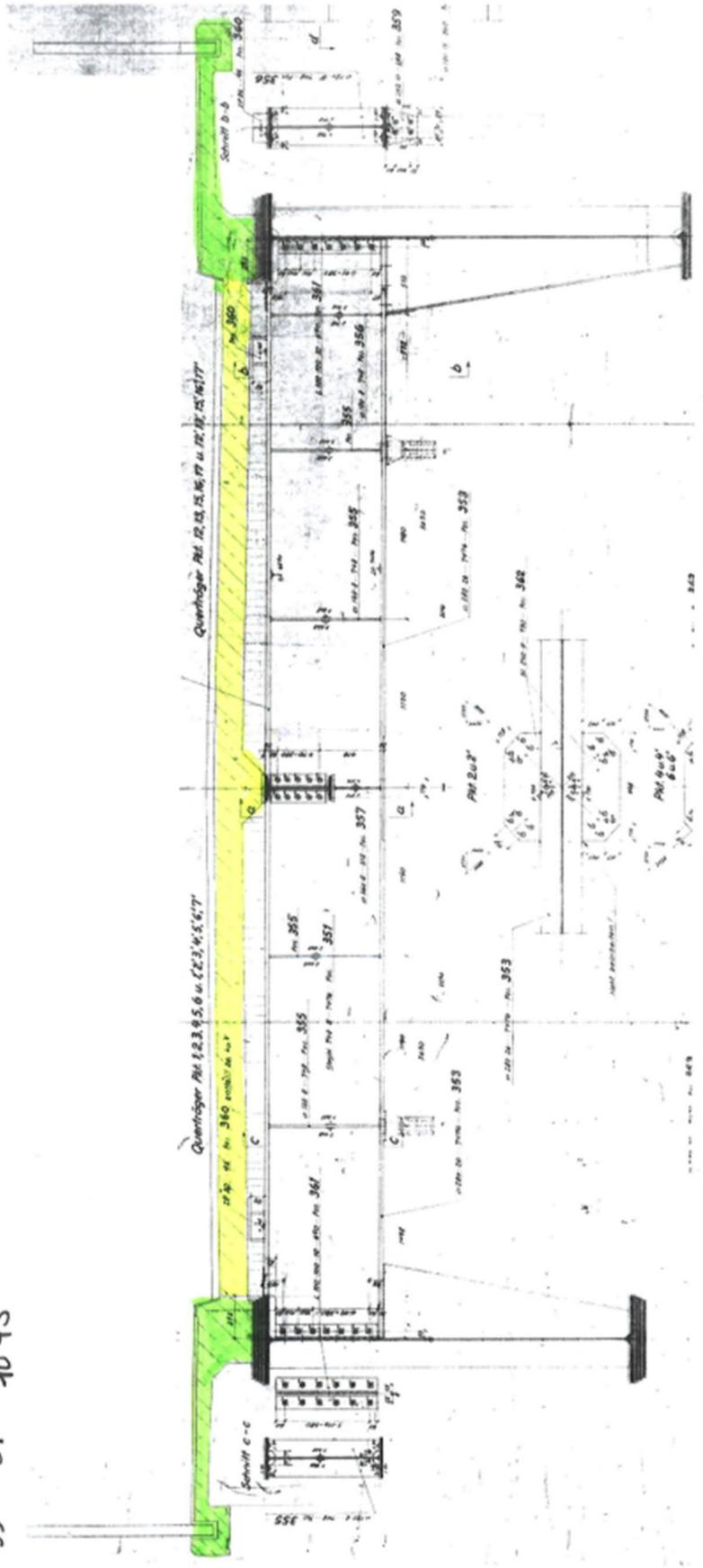
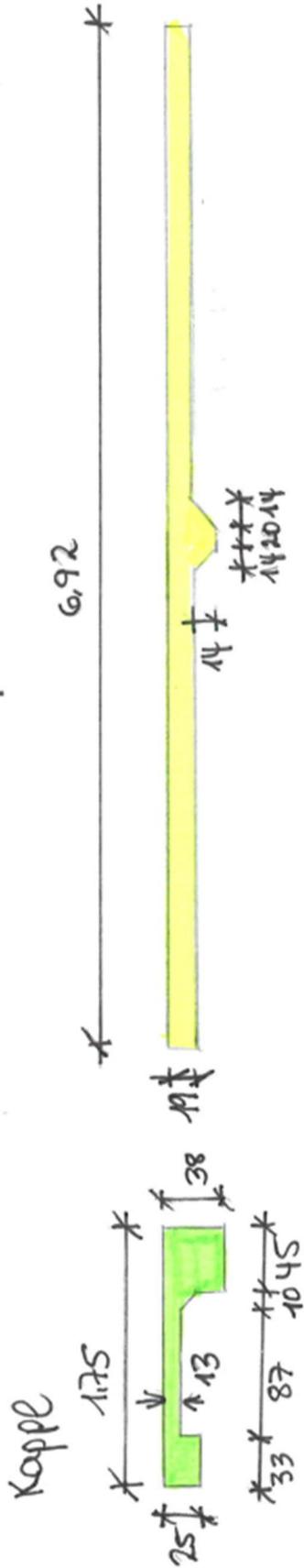
Das Abbruchgut kann mittels Nassbaggerung geräumt und anschließend verwertet werden.

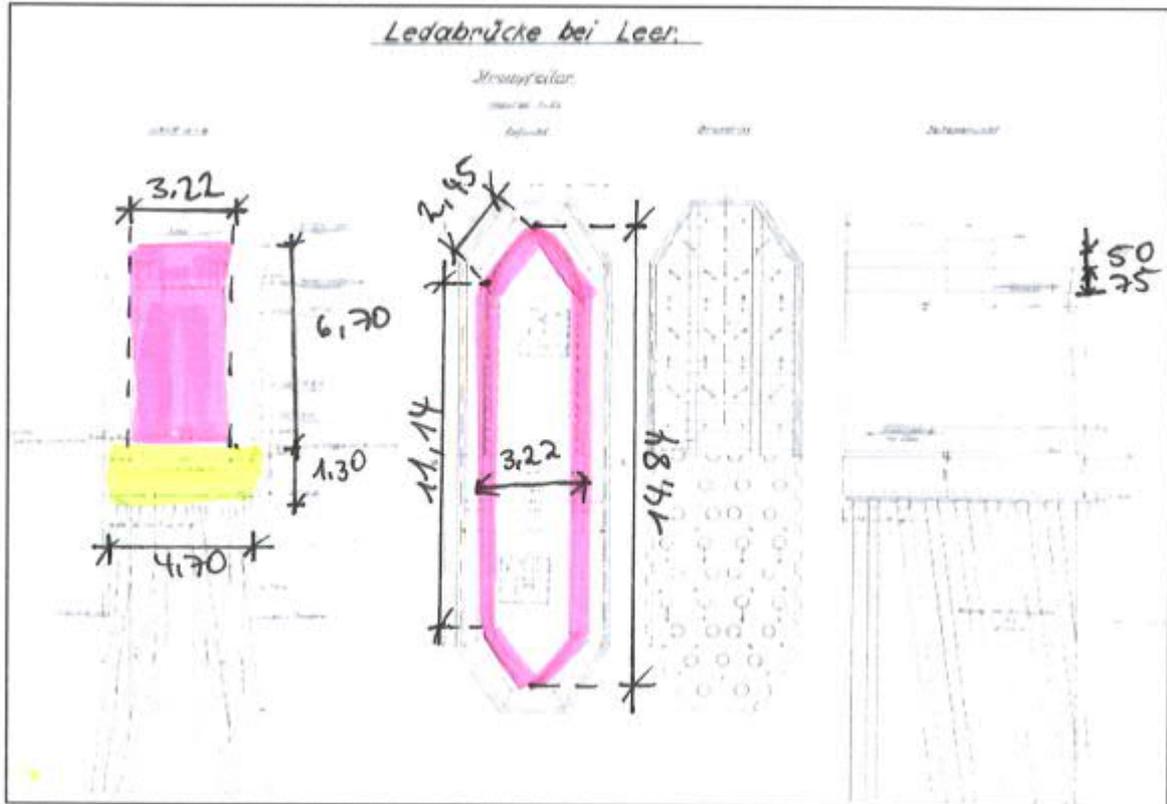
Gemäß der derzeit vorliegenden Unterlagen kann eine Kampfmittelbelastung im Bereich der Bestandspfeiler nicht ausgeschlossen werden. Voraussetzung für den vollständigen Rückbau der Pfeilergründung ist daher die Feststellung der Kampfmittelfreiheit der relevanten Bestandsflächen.

Zum derzeitigen Planungsstand wird davon ausgegangen, dass die Pfahlplatte mitsamt der Holzpfähle im Boden verbleibt.



Fahrbahnplatte





A2 Statische Berechnung

A.2.1 Lastannahmen

Eigengewicht Stahlkonstruktion

Summe der Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht (siehe [1] **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, Seite A3/17 – 144):

$$\begin{aligned}
 P_z &= 5363,9 \text{ kN} & L &= 179,0 \text{ m} \\
 g_{k1} &= P_z / L \\
 &= 5363,9 \text{ kN} / 179 \text{ m} \\
 &= 30,0 \text{ kN/m} \\
 g_1 &= 1,35 * 30 = 40,5 \text{ kN/m} & & \text{(Sicherheitszuschlag } \gamma = 1,35)
 \end{aligned}$$

Gewicht Windverbände und Längsträger

$$\begin{aligned}
 g_{k1,WV+LT} &= 2 * 1,2 \text{ kN/m} & & \text{(siehe [1], Seite A3/17 – 96)} \\
 &= 2,4 \text{ kN/m} \\
 g_{1,WV+LT} &= 1,35 * 2,4 = 3,24 \text{ kN/m} & & \text{(Sicherheitszuschlag } \gamma = 1,35)
 \end{aligned}$$

Gewicht Querträger

$$\begin{aligned}
 A_{QT} &= 205 \text{ cm}^2 \text{ (QS 45)} & & \text{(siehe [1], Seite A3/17 – 6)} \\
 g_{k1,QT} &= 0,0205 \text{ m}^2 * 78,5 \text{ kN/m}^3 * 7,5 \text{ m} / 4,143 \text{ m} \\
 &= 2,9 \text{ kN/m} \\
 g_{1,QT} &= 1,35 * 2,9 = 3,9 \text{ kN/m} & & \text{(Sicherheitszuschlag } \gamma = 1,35)
 \end{aligned}$$

Gewicht Hauptträger

$$\begin{aligned}
 g_{k,HT} &= (30 \text{ kN/m} - 2,4 \text{ kN/m} - 2,9 \text{ kN/m}) / 2 \\
 &= 12,4 \text{ kN/m} \\
 g_{HT} &= 1,35 * 12,4 = 16,5 \text{ kN/m} & & \text{(Sicherheitszuschlag } \gamma = 1,35)
 \end{aligned}$$

Eigengewicht Betonfahrbahn

$$\begin{aligned}
 g_{k,2} &= 2 * (1,10+28,0) \text{ kN/m} & & \text{(siehe [1], Seite A3/17 – 97)} \\
 g_{k,2} &= 58,2 \text{ kN/m} \\
 g_2 &= 1,35 * 58,2 = 78,6 \text{ kN/m} & & \text{(Sicherheitszuschlag } \gamma = 1,35)
 \end{aligned}$$

Eigengewicht Ausbau

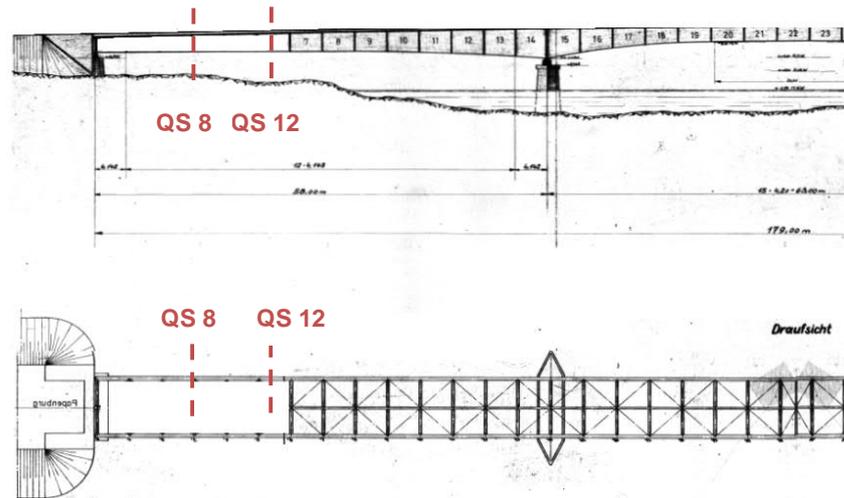
$$\begin{aligned}
 \text{EG Leitwand:} & & 2 * 2,0 \text{ kN/m} & & \text{(siehe [1], Seite A3/17 – 98)} \\
 \text{EG Geländer:} & & 2 * 0,5 \text{ kN/m} & & \text{(siehe [1], Seite A3/17 – 99)} \\
 \text{EG Fahrbahnbelag:} & & 2 * 7,8 \text{ kN/m} & & \text{(siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, Seite A3/17 – 100)}
 \end{aligned}$$

$$g_{k,3} = 20,6 \text{ kN/m}$$

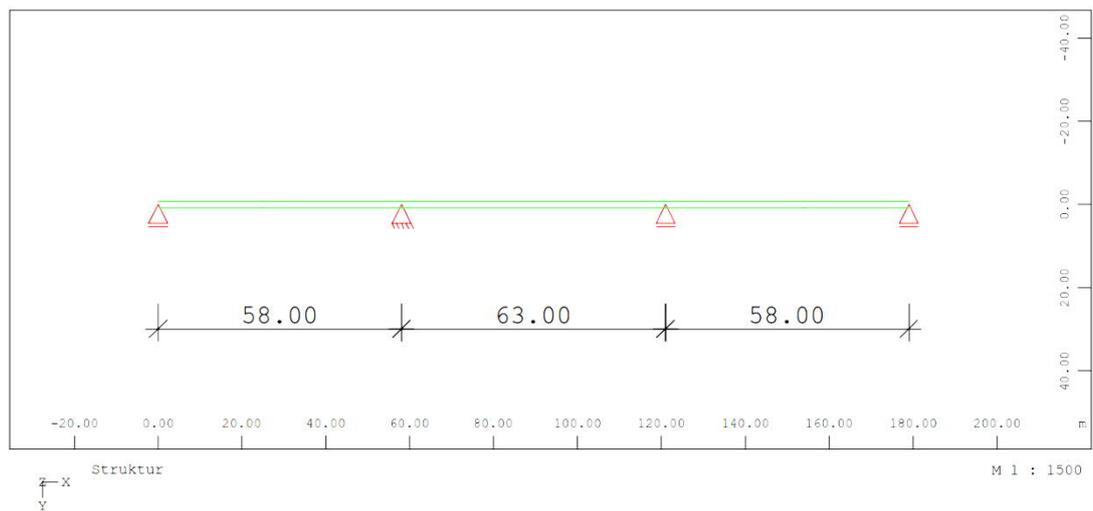
$$g_3 = 1,36 * 20,6 = 27,81 \text{ kN/m} \quad (\text{Sicherheitszuschlag } \gamma = 1,35)$$

A.2.2 BA 2

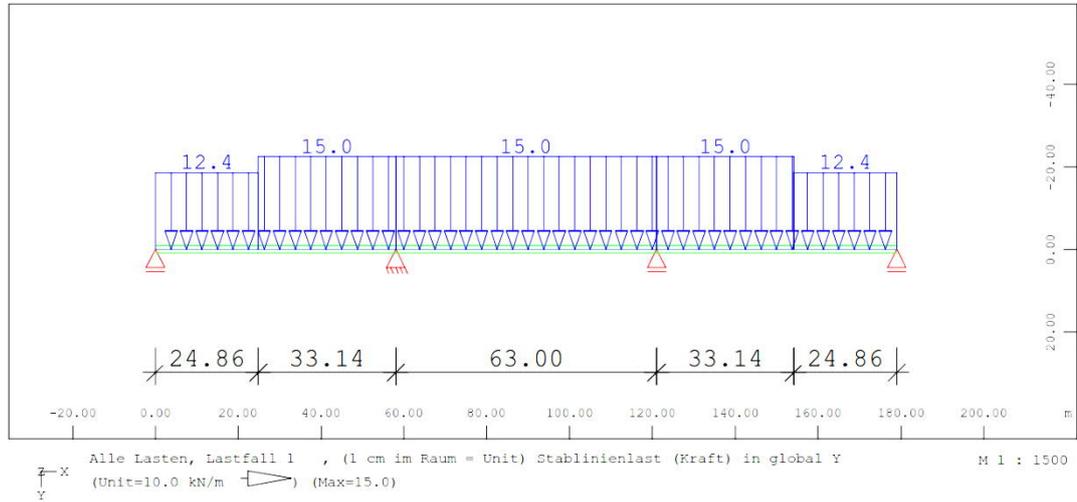
Maßgebende Bemessungsschnittstellen



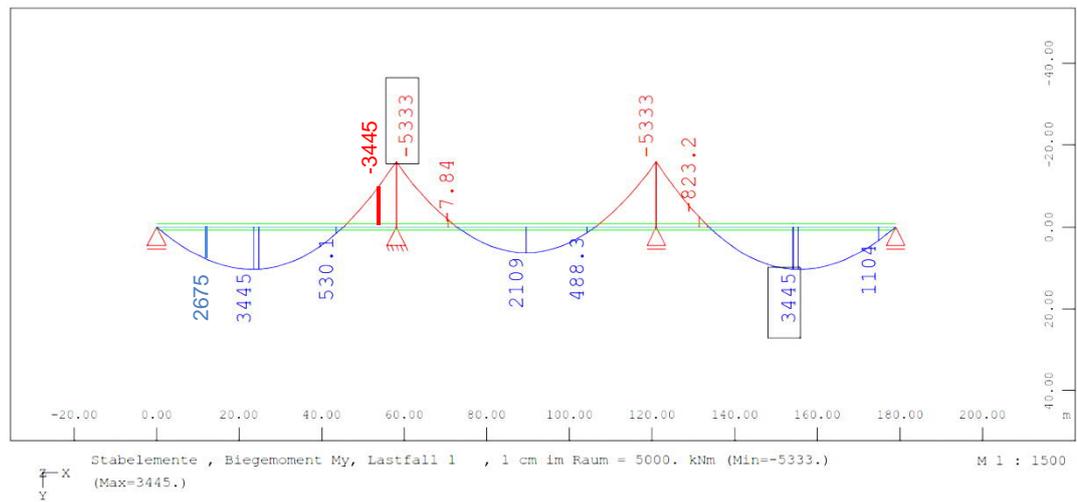
Statisches System



Lasten



Schnittgrößen



Querschnitt	QS	8		(siehe [1], Seite A3/17-19)
Steg				
c	=	2137	mm	
t	=	14	mm	
Gurt 1				
b	=	600	mm	
t	=	40	mm	
Gurt 2				
b	=	556	mm	
t	=	48	mm	
A	=	1326,38	cm ²	
I _y	=	1,39E+07	cm ⁴	
Z _o	=	-115,65	cm	
Z _u	=	115,65	cm	
minW _{y,eff}	=	I _{y,eff} / Z _o		
	=	-119758	cm ³	
maxW _{y,eff}	=	I _{y,eff} / Z _u		
	=	119758	cm ³	

Nachweis Biegebeanspruchung

M _k	=	2675	kNm	(siehe Seite 30)
M _{Ed}	=	3611,25	kNm	(γ _G = 1,35)
<u>Werkstoff</u>		S 235		
f _y	=	235	MN/m ²	
γ _{M0}	=	1,0		
W _{eff,min}	=	119758	cm ³	
M _{c,Rd}	=	W _{eff,min} * f _y / γ _{M0}		
M _{c,Rd}	=	28,14	MN	
M _{Ed} /M _{c,Rd}	=	0,13	< 1	

Nachweis gegen Biegedrillknicken

<u>Belastung</u>						
$M_{y,k}$	=	2675	kNm	(siehe Seite 30)		
$M_{y,Ed}$	=	3611	kNm	($\gamma_G = 1,35$)		
<u>System</u>						
L	=	24,86	m			

<u>Werkstoff</u>		S 235			
E	=	210000	MN/m ²		
f _y	=	235	MN/m ²		
z _p	=	-1,1565	m		
I _z	=	3,51E-03	m ⁴		
I _T	=	1,65E-04	m ⁴		
I _w	=	5,02E-03	m ⁶		
W _{el,z}	=	9,74E-02	m ³		
W _y	=	1,20E-01	m ³		
N _{cr}	=	$\pi^2 * E * I_z / L^2$			
	=	11,77	MN		
ζ	=	1,12		Momentenbeiwert	
c ²	=	$(I_w + 0,039 * L^2 * I_T) / I_z$			
	=	2,57	m ²		
M _{cr}	=	$\zeta * N_{cr} [(c^2 + 0,25 * z_p^2)^{0,5} + 0,5 * z_p]$			
	=	14,83	MNm		
M _{Ed} /M _{cr}	=	0,24	> 0,16		
λ _{LT}	=	$(W_y * f_y / M_{cr})^{0,5}$			
	=	1,378			
<u>Knicklinie</u>					
KL _y	=	c			
α _{LT}	=	0,49			
φ _{LT}	=	$0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,4) + 0,75 * \lambda_{LT}^2]$			
	=	1,451			
χ _{LT}	=	0,439			
<u>Nachweis</u>					
Y _{M1}	=	1,1			
M _{B,Rd}	=	$\chi_{LT} * W_y * f_y / Y_{M1}$			
M _{B,Rd}	=	11,235	MN		
M _{Ed} /M _{B,Rd}	=	0,32	< 1		

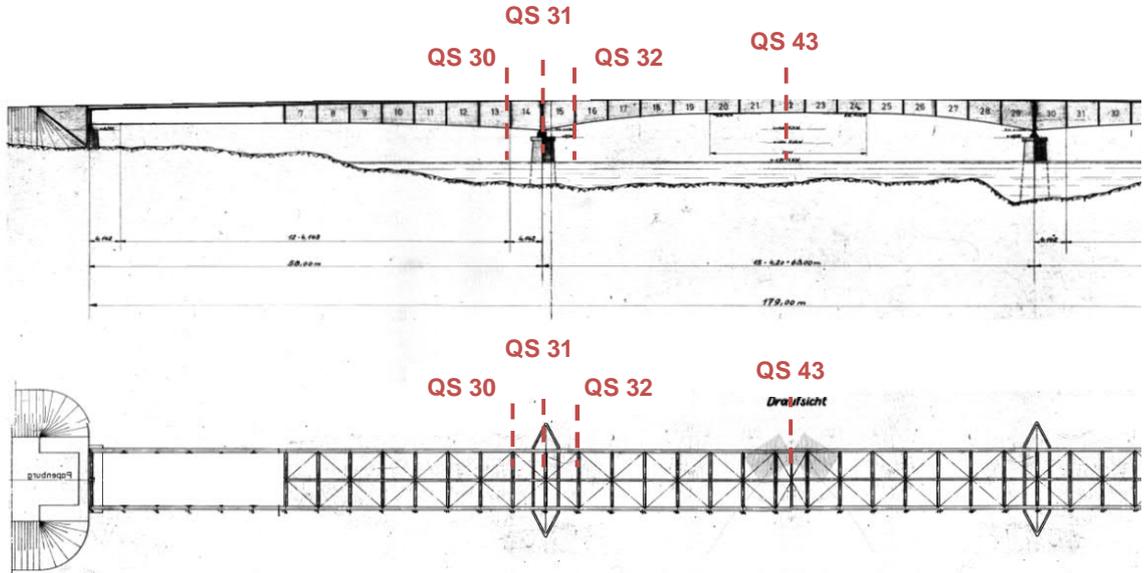
Querschnitt	QS	12		(siehe [1], Seite A3/17-27)
Steg				
c	=	2285	mm	
t	=	14	mm	
Gurt 1				
b	=	600	mm	
t	=	40	mm	
Gurt 2				
b	=	556	mm	
t	=	72	mm	
A	=	1601,55	cm ²	
I _y	=	1,98E+07	cm ⁴	
Z _o	=	-125,45	cm	
Z _u	=	125,45	cm	
minW _{y,eff}	=	I _{y,eff} / Z _o		
	=	-157752	cm ³	
maxW _{y,eff}	=	I _{y,eff} / Z _u		
	=	157752	cm ³	

Nachweis Biegebeanspruchung

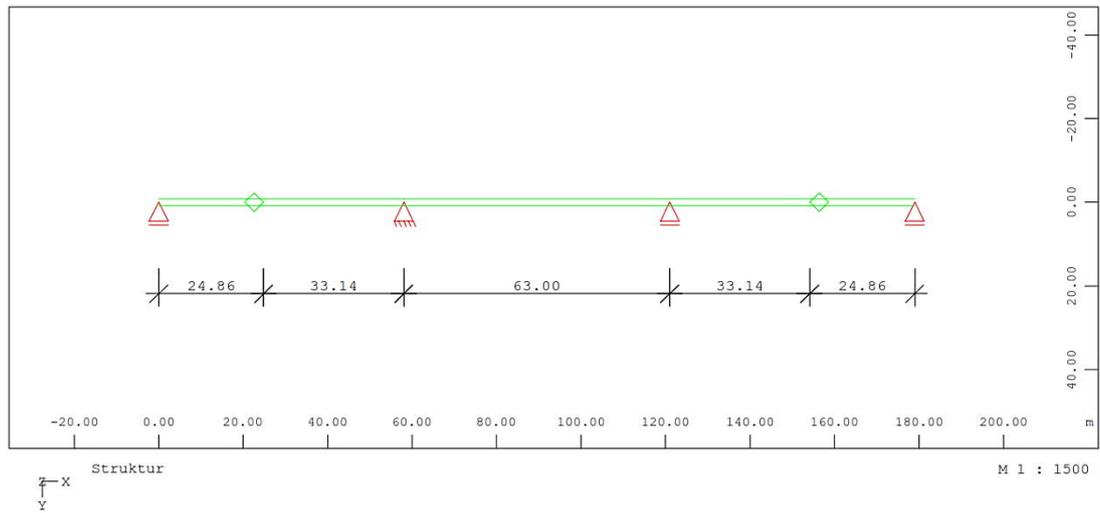
M _k	=	3445	kNm	(siehe Seite 30)
M _{Ed}	=	4650,75	kNm	(γ _G = 1,35)
<u>Werkstoff</u>		S 235		
f _y	=	235	MN/m ²	
Y _{M0}	=	1,0		
W _{eff,min}	=	157752	cm ³	
M _{c,Rd}	=	W _{eff,min} * f _y / Y _{M0}		
M _{c,Rd}	=	37,07	MN	
M _{Ed} /M _{c,Rd}	=	0,13	< 1	

A.2.3 BA 3

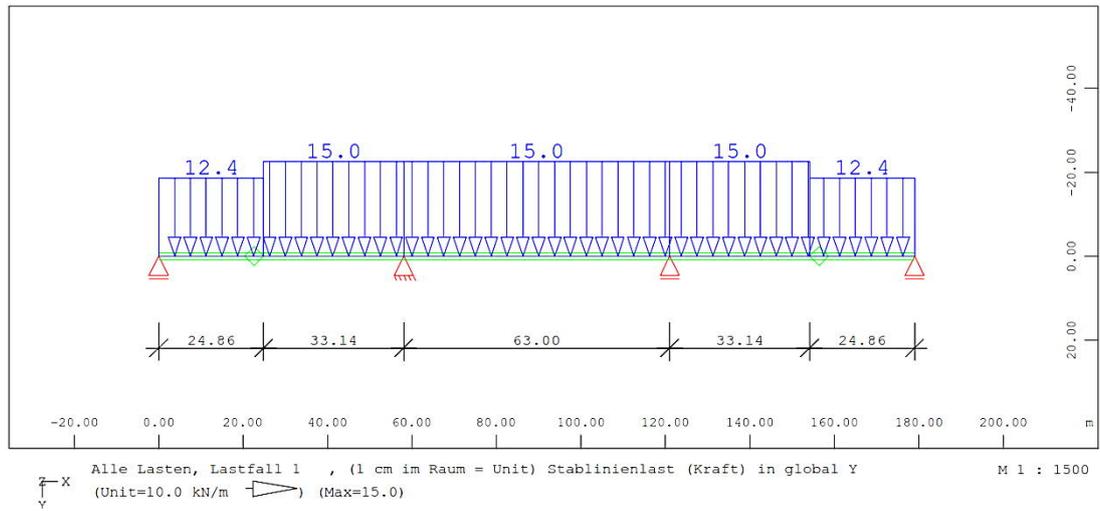
Maßgebende Bemessungsschnittstellen



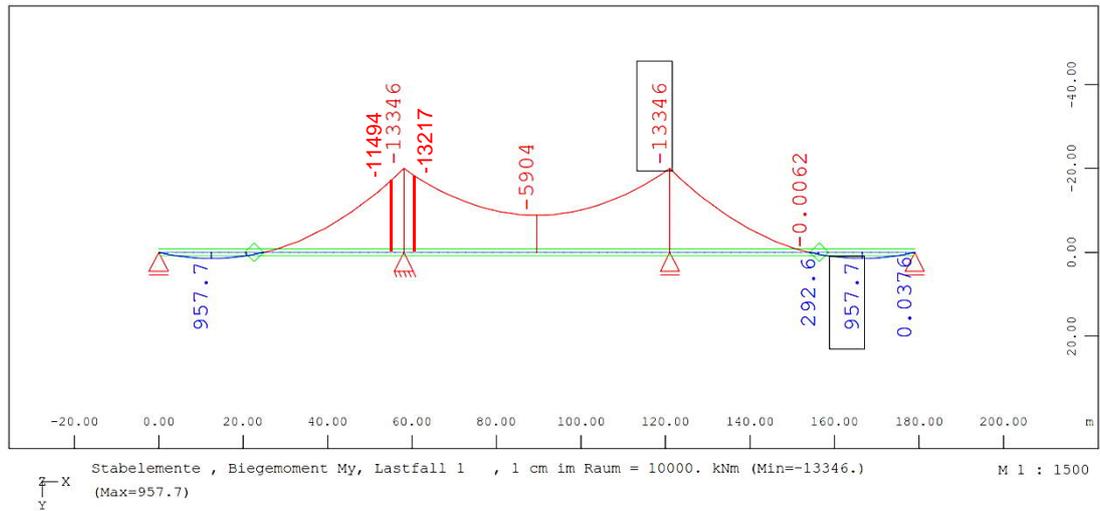
Statisches System



Lasten



Schnittgrößen



Nachweis in Feldmitte

Querschnitt	QS	43		(siehe [1], Seite A3/17-85)
Steg				
c	=	1767	mm	
t	=	14	mm	
Gurt 1				
b	=	600	mm	
t	=	40	mm	
Gurt 2				
b	=	570	mm	
t	=	30	mm	
Steg				
b	=	1767	mm	
t	=	14	mm	
A	=	1069,38	cm ²	
I _y	=	7,58E+06	cm ⁴	
Z _o	=	-95,35	cm	
Z _u	=	95,35	cm	
minW _{y,eff}	=	I _{y,eff} / Z _o		
	=	-79444	cm ³	
maxW _{y,eff}	=	I _{y,eff} / Z _u		
	=	79444	cm ³	
<u>Nachweis Biegebeanspruchung</u>				
M _k	=	5904	kNm	(siehe Seite 35)
M _{Ed}	=	7970,4	kNm	(γ _G = 1,35)
f _y	=	235	MN/m ²	
Y _{M0}	=	1,0		
W _{eff,min}	=	79444	cm ³	
M _{c,Rd}	=	W _{eff,min} * f _y / Y _{M0}		
M _{c,Rd}	=	18,67	MN	
M _{Ed} /M _{c,Rd}	=	0,43	< 1	

Nachweis in Stutzbereich

Querschnitt	QS	31		(siehe [1], Seite A3/17-63)
Querschnittsklasse				
Steg				
c	=	3756	mm	
t	=	14	mm	
Gurt 1				
b	=	600	mm	
t	=	40	mm	
Gurt 2				
b	=	570	mm	
t	=	48	mm	
Steg				
b	=	3756	mm	
t	=	14	mm	
A	=	1553,04	cm ²	
I _y	=	4,41E+07	cm ⁴	
z _o	=	-196,60	cm	
z _u	=	196,60	cm	
minW _{y,eff}	=	I _{y,eff} / z _o		
	=	-224364	cm ³	
maxW _{y,eff}	=	I _{y,eff} / z _u		
	=	224364	cm ³	

Nachweis Biegebeanspruchung

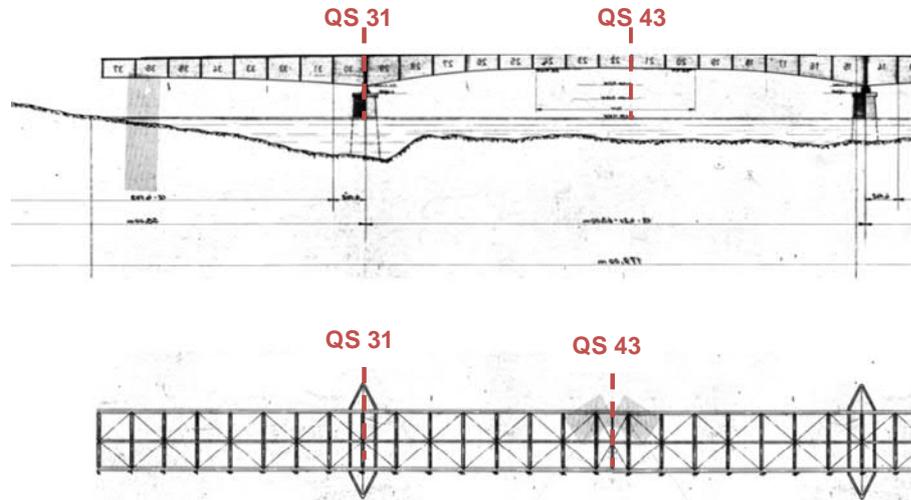
M _k	=	13346	kNm	(siehe Seite 35)
M _{Ed}	=	18017,1	kNm	(Y _G = 1,35)
f _y	=	235	MN/m ²	
Y _{M0}	=	1,0		
W _{eff,min}	=	224364	cm ³	
M _{c,Rd}	=	W _{eff,min} * f _y / Y _{M0}		
M _{c,Rd}	=	52,73	MN	
M _{Ed} /M _{c,Rd}	=	0,34	< 1	

Querschnitt	QS	30		
<u>Nachweis Biegebeanspruchung</u>				
M_k	=	11494	kNm	(siehe Seite 35)
M_{Ed}	=	15516,9	kNm	($\gamma_G = 1,35$)
f_y	=	235	MN/m ²	
Y_{M0}	=	1,0		
W_y	=	195178	cm ³	(siehe [1], Seite A3/17-61)
$M_{c,Rd}$	=	$W_{eff,min} * f_y / Y_{M0}$		
$M_{c,Rd}$	=	45,87	MN	
$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	=	0,34	< 1	

Querschnitt	QS	32		
<u>Nachweis Biegebeanspruchung</u>				
M_k	=	13217	kNm	(siehe Seite 35)
M_{Ed}	=	17842,95	kNm	($\gamma_G = 1,35$)
f_y	=	235	MN/m ²	
Y_{M0}	=	1,0		
W_y	=	177092	cm ³	(siehe [1], Seite A3/17-65)
$M_{c,Rd}$	=	$W_{eff,min} * f_y / Y_{M0}$		
$M_{c,Rd}$	=	41,62	MN	
$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	=	0,43	< 1	

A.2.4 BA 4

Maßgebende Bemessungsschnittstellen



Ermittlung der Schnittgrößen

Vor dem Kappen der Kragarme

Statisches System: Einfeldträger mit Auskrägung

L_{Kr}	=	33,14	m			
L_M	=	63	m			
g	=	15	kN/m	je Hauptträger		
$M_{k,St}$	=	$- g * L_{Kr}^2 / 2$				
	=	$- 15 \text{ kN/m} * (33,14 \text{ m})^2 / 2$				
	=	-8236,947	kN			
$M_{k,max}$	=	$- g * L_{Kr}^2 / 2 + g * L_M^2 / 8$				
	=	$- 15 \text{ kN/m} * (33,14 \text{ m})^2 / 2 + 15 \text{ kN/m} * (63 \text{ m})^2 / 8$				
	=	-795,1	kN			

Nach dem Kappen der Kragarme

Statisches System: Einfeldträger

L_M	=	63	m			
g	=	15	kN/m	je Hauptträger		
$M_{k,max}$	=	$g * L_M^2 / 8$				
	=	$15 \text{ kN/m} * (63 \text{ m})^2 / 8$				
	=	7441,9	kN			

Nachweis in Stutzbereich

Querschnitt	QS	31		(siehe [1], Seite A3/17-63)
<u>Nachweis Biegebeanspruchung</u>				
M_k	=	8236,9	kNm	(BA 4, Stutzbereich)
M_{Ed}	=	11120	kNm	($\gamma_G = 1,35$)
f_y	=	235	MN/m ²	
Y_{M0}	=	1,0		
$W_{eff,min}$	=	224364	cm ³	(siehe Seite 37)
$M_{c,Rd}$	=	$W_{eff,min} * f_y / Y_{M0}$		
$M_{c,Rd}$	=	52,73	MN	
$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	=	0,21	< 1	

Nachweis in Feldmitte

Querschnitt	QS	43		(siehe [1], Seite A3/17-85)
<u>Nachweis Biegebeanspruchung</u>				
M_k	=	7441,9	kNm	(BA 4, Feldmitte)
M_{Ed}	=	10047	kNm	($\gamma_G = 1,35$)
f_y	=	235	MN/m ²	
Y_{M0}	=	1,0		
$W_{eff,min}$	=	79444,15	cm ³	(siehe Seite 36)
$M_{c,Rd}$	=	$W_{eff,min} * f_y / Y_{M0}$		
$M_{c,Rd}$	=	18,67	MN	
$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	=	0,54	< 1	

A.2.5 BA 5

Beim Ausschwimmen des Mittelfeldes stellt sich als statisches System ein Einfeldträger mit Kragarmen ein.

g	=	15,0	kN/m	je Hauptträger	
L	=	63,0	m		
L _{Kr}	=	15,0	m		
L _{Mitte}	=	33,0	m		
M _{St}	=	$-g \cdot L_{Kr}^2 / 2$			
	=	-1687,5	kNm		
M _{feld}	=	$-g \cdot L_{Kr}^2 / 2 + g \cdot L_M^2 / 8$			
	=	354,4	kNm		
Gewicht der Kontruktion					
G	=	$g_i \cdot L$			
	=	30 kN/m * 63 m			
	=	1890	kN		
	=	1890 * 0,102 t/kN			
	=	192,78	t		

Der Nachweis wird vereinfacht und auf der sicheren Seite liegend mit den Querschnittswerte für QS 43 geführt.

Nachweis Biegebeanspruchung					
M _k	=	1687,5	kNm		
M _{Ed}	=	2278	kNm	(γ _G = 1,35)	
f _y	=	235	MN/m ²		
Y _{M0}	=	1,0			
W _{eff,min}	=	79444,15	cm ³	(Querschnitt QS 43, siehe Seite 36)	
M _{c,Rd}	=	$W_{eff,min} \cdot f_y / Y_{M0}$			
M _{c,Rd}	=	18,67	MN		
M _{Ed} /M _{c,Rd}	=	0,12	< 1		

A3 Schwimmpontons

A3.1 Ponton für Abbruchgut (BA 1)

Gewählt: 15 x Modular Ponton 6' - 20' Standard von Baars

Breite: $5 * 2,44 \text{ m} = 12,20 \text{ m}$

Länge: $3 * 6,10 \text{ m} = 18,30 \text{ m}$

Höhe: 1,83 m

Traglast: 6 t/m²

A3.2 Ponton (BA 4)

Ponton			
10	x	Modular Ponton 6' - 40' Standard, baars	
G ₁	=	109,20	t
L	=	24,38	m
B	=	12,20	m
H	=	1,83	m
Last			
P	=	33,14 m * 30 kN/m	
	=	994,20	kN
	=	101,40	t
Hilfskonstruktuon auf dem Ponton		Traggerüst	
G ₂	=	5,00	t (Annahme)
γ _{Wasser}		10,00	kN/m ³
F _G	=	G ₁ + G ₂ + P	
	=	109,2 t + 5 t + 101,4 t	
	=	215,60	t
F _A	=	V _A * γ _W	Auftriebskraft
	=	l * b * t * γ _W	
Tiefgang			
F _G	=	F _A	
t	=	F _G / (L * B * γ _W)	
	=	215,6 t / (24,38 m * 12,2 m * 10 kN/m ³ * 0,102 t/kN)	
	=	0,71	m
f	=	1,12	m Höhe über Wasserlinie

Schwimmstabilität				
s_G	=	$h/2$		Abstand Massenschwerpunkt bezogen
	=	0,915	m	auf die Unterkante der Konstruktion
s_A	=	$t/2$		Abstand Auftriebsschwerpunkt bezogen
	=	0,36	m	auf die Unterkante der Konstruktion
s	=	$ s_G - s_A $		
	=	0,56	m	
V_A	=	$B * L * t$		Auftriebsvolumen
	=	211,37	m ³	
I_{x-x}	=	$B * L^3 / 12$		Flächenträgheitsmoment
	=	14732,61	m ⁴	um die Kippachse x-x
I_{y-y}	=	$B^3 * L / 12$		Flächenträgheitsmoment
	=	3689,200	m ⁴	um die Kippachse y-y
$h_{m,x-x}$	=	$I_{x-x} / V_A - s$		Metazentrische Höhe für
	=	$14732,61 / 211,37 - 0,56$		die Kippachse x-x
	=	69,14	>	0
$h_{m,y-y}$	=	$I_{y-y} / V_A - s$		Metazentrische Höhe für
	=	$3689,2 / 211,37 - 0,56$		die Kippachse y-y
	=	16,89	>	0

A3.3 Ponton (BA 5)

Ponton			
24	x	Combifloats C - Tri, Wittmann Ponton	
G ₁	=	232,80	t
L	=	54,90	m
B	=	12,20	m
H	=	1,52	m
Last			
P	=	0,5* 63 m * 30 kN/m	
	=	945,00	kN
	=	96,39	t
Hilfskonstruktuon auf dem Ponton			Traggerüst
G ₂	=	5,00	t (Annahme)
γ _{Wasser}		10,00	kN/m ³
F _G	=	G ₁ + G ₂ + P	
	=	232,8 t + 5 t+ 96,39 t	
	=	334,19	t
F _A	=	V _A * γ _W	Auftriebskraft
	=	l * b * t * γ _W	
Tiefgang			
F _G	=	F _A	
t	=	F _G / (L * B * γ _W)	
	=	334,19 t / (54,9 m * 12,2 m * 10 kN/m ³ * 0,102 t/kN)	
	=	0,49	m
f	=	1,03	m Höhe über Wasserlinie

Schwimmstabilität			
s_G	=	$h/2$	Abstand Massenschwerpunkt bezogen auf die Unterkante der Konstruktion
	=	0,76 m	
s_A	=	$t/2$	Abstand Auftriebsschwerpunkt bezogen auf die Unterkante der Konstruktion
	=	0,24 m	
s	=	$ s_G - s_A $	
	=	0,52 m	
V_A	=	$B * L * t$	Auftriebsvolumen
	=	327,64 m ³	
I_{x-x}	=	$B * L^3 / 12$	Flächenträgheitsmoment um die Kippachse x-x
	=	168226,97 m ⁴	
I_{y-y}	=	$B^3 * L / 12$	Flächenträgheitsmoment um die Kippachse y-y
	=	8307,500 m ⁴	
$h_{m,x-x}$	=	$I_{x-x} / V_A - s$	Metazentrische Höhe für die Kippachse x-x
	=	$168226,97 / 327,64 - 0,5$	
	=	512,93 > 0	
$h_{m,y-y}$	=	$I_{y-y} / V_A - s$	Metazentrische Höhe für die Kippachse y-y
	=	$8307,5 / 327,64 - 0,52$	
	=	24,84 > 0	

A3.4 Datenblätter Schwimmpontons

- Modular Ponton 6' - 20' Standard von Fa. Baars

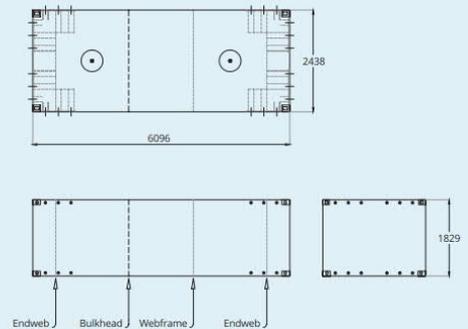
Modular Pontoon 6' - 20' Standard

Main Specifications

Length	6.10 m (20')
Breadth	2.44 m (8')
Depth	1.83 m (6')
Deck load	6 tonnes/m ²
Number of water-tight compartments	2
Weight	6.170 kg

Classification

Class society	DNV-GL or Bureau Veritas
Class notation	Inland waters, sheltered area, coastal area



- Modular Ponton 6' - 40' Standard von Fa. baars

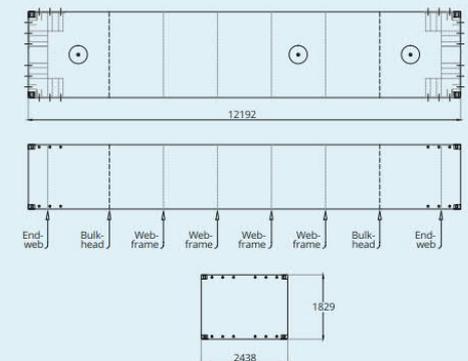
Modular Pontoon 6' - 40' Standard

Main Specifications

Length	12.19 m (40')
Breadth	2.44 m (8')
Depth	1.83 m (6')
Deck load	6 tonnes/m ²
Number of water-tight compartments	3
Weight	10.920 kg

Classification

Class society	DNV-GL or Bureau Veritas
Class notation	Inland waters, sheltered area, coastal area



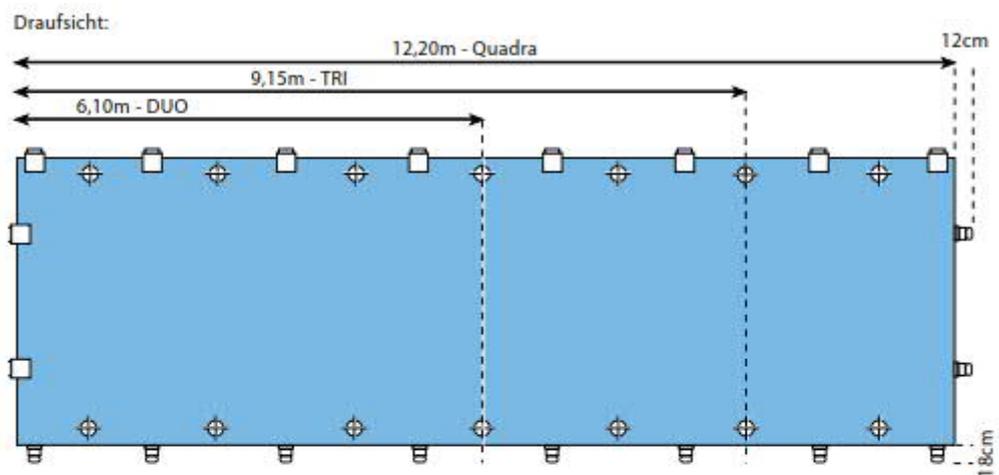
- Combifloats C – TRI von Fa. Wittmann Ponton



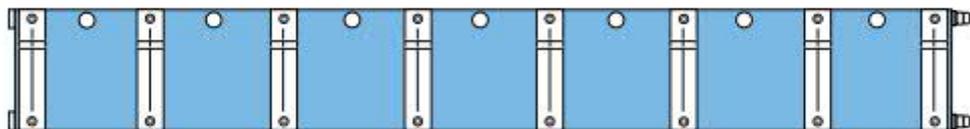
Informationsblatt - Pontons

Technische Details – Combifloats C – 5 (Flexifloats)

Bauskizze – Combifloats C – 5 (Quadra; Tri; Duo)



Seitenansicht:



Stirnseite (männlich)



Stirnseite (weiblich)



WITTMANN PONTON - Eine feste Basis.



Technische Details – Combifloats C – 5 (Flexifloats)

System	Combifloats C - 5 (Flexifloats)			
	Länge (m)	Breite (m)	Höhe (m)	Gewicht (t)
C-5 Quadra	12,20	3,05	1,52	13,10
C-5 Tri	9,15	3,05	1,52	9,70
C-5 Duo	6,10	3,05	1,52	6,90

	Zuladung (t)		Zuladung (t)		Zuladung (t)		Zuladung (t)	
	10,0		15,0		20,0		25,0	
	Eintauchtiefe	Freiboard	Eintauchtiefe	Freiboard	Eintauchtiefe	Freiboard	Eintauchtiefe	Freiboard
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
C-5 Quadra	0,63	0,89	0,76	0,76	0,90	0,62	1,03	0,49
C5-Tri	0,72	0,80	0,90	0,62	1,08	0,44	1,26	0,23
C5-Duo	0,90	0,62	1,17	0,35	-	-	-	-

Diese statische Berechnung
für das Projekt

Bauvorhaben: Ersatzneubau der Ledabrücke
bei der Stadt Leer im Zuge der B 70

Auftrag: 13987

Seiten: 1 bis 54

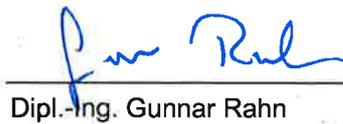
wurde aufgestellt von: WTM ENGINEERS GMBH
Beratende Ingenieure im Bauwesen

Johannisbollwerk 6-8
20459 Hamburg

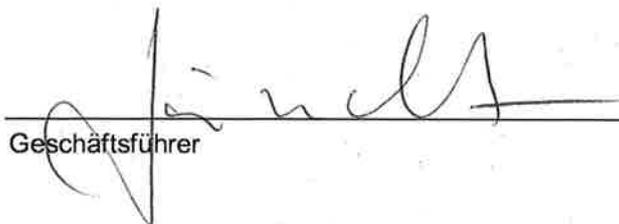
Bearbeiter:


M.Sc. Jeniffer Santodomingo

Projektleiter:


Dipl.-Ing. Gunnar Rahn




Geschäftsführer

Hamburg, den 22. Juni 2018