

---

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Überblick zum Entwurf und der Gestaltungsidee.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Tragwerk und Konstruktion .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Ausstattung.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Zugänglichkeit der Konstruktionsteile .....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Herstellungsverfahren mit Bauphasen, -behelfen.....</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>Auswirkungen auf die Verkehrsanlage .....</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>Bauzeitliche Verkehrsführung .....</b>	<b>10</b>
<b>8</b>	<b>Auswirkungen bezüglich der ökologischen Belange.....</b>	<b>11</b>
<b>9</b>	<b>Bauzeit.....</b>	<b>15</b>
<b>10</b>	<b>Herstellungskosten .....</b>	<b>15</b>

## 1 Überblick zum Entwurf und der Gestaltungsidee

Die bestehende Norderelbbrücke im Zuge der BAB A1 erfreut sich wegen ihrer Zeichenhaftigkeit und wegen ihrer noblen Zurückhaltung öffentlicher Wertschätzung als Ingenieur-Kunstbauwerk.

In der Stadt der vielen Brücken unterscheiden sich die Hafen- und Elbbrücken von den städtischen Brücken durch ihre faszinierende, pure Ingenieurästhetik, die die unterschiedlichsten Zweckbestimmungen und Konstruktionsweisen selbsterklärend darstellen.

Dieser reizvolle und unmittelbare ästhetische Kontrast zwischen maritimer Hafenindustrie samt Schiffen, Docks, Kränen und Brücken in der Elbniederung zur bewohnten Stadt macht die Hafenstadt Hamburg für alle Besucher zu einer weltweit einzigartigen Attraktion.

Die Identifikation mit der Bestandsbrücke – entworfen um 1960 durch Helmut Homberg mit den Architekten Jux und Freese – war Anlass, den Neubau als „Evolution“ zu begreifen, die den neuen Anforderungen des 8-streifigen Ausbaus und den veränderten Randbedingungen gerecht wird, und gleichzeitig die Qualität des „*Genius Loci*“ weiterführt.

Der Entwurf der neuen und doppelt so breiten Norderelbbrücke für die BAB A1 orientiert sich an dieser puren Ingenieurästhetik, die den Hafen auszeichnet und greift damit auch als Referenz die Botschaft der zu ersetzenden Brücke auf und steigert zugleich deren gezielte Wirkung als Landmarke für die Elbüberquerung.

Die Vermehrung auf acht tragende Pylonen und deren Höhe schafft eine markante, weithin sichtbare Portalsituation. Aus der Autobahnperspektive erzeugt sie ein gestaffeltes Doppelportal, aus der Flussperspektive flankieren die gereihten Pylonen das Fahrwasser.

Die Querung für Fußgänger und Radfahrer wurde losgelöst von den eigentlichen Fahrspuren der BAB außerhalb der Seilebene gelegt, um einerseits den Abstand zum Kraftfahrzeugverkehr zu erhöhen und andererseits ungehinderten Blick auf die Flusslandschaft mit Verweilqualität zu schaffen. Über eine integrierte Handlaufbeleuchtung ist dieser Bereich auch bei Nacht sicher zu benutzen, sodass der Neubau auch als Bestandteil des Naherholungsgebietes mit dem flussbegleitenden Fahrrad – und Wanderweg gesehen wird.

Die gesamte Komposition als doppelte Schrägseilbrücke mit unterschiedlichen Spannweiten und Pylonhöhen ist zugleich die logische konstruktive Antwort auf die Besonderheiten des zu überquerenden Standortes.

Das Alleinstellungsmerkmal der unterschiedlich hohen Pylone ergibt sich aus den Randbedingungen mit unterschiedlich weiten Seitenfeldern, sodass die asymmetrische Geländesituation der beiden Uferseiten sich in der Gestaltung der Brücke widerspiegelt.

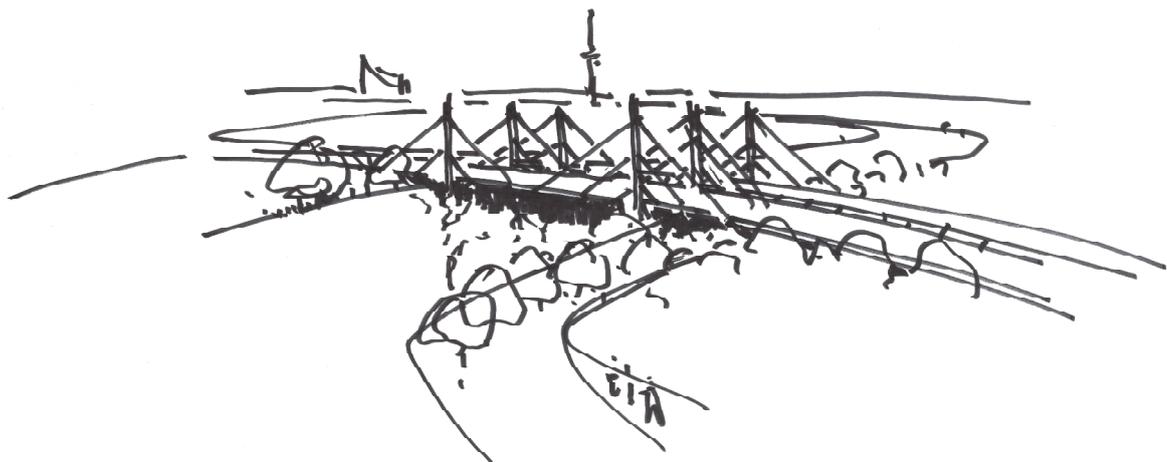
Der Neubau schafft dadurch eine ebenso plausible wie selbstverständliche Eigenständigkeit in der Familie der Hamburger Brücken – als wichtigen Beitrag zur ingenieurtechnischen Baukultur.

Alle Bauteile sollen in hell-silberner Eisenglimmer-Beschichtung (DB 701) ausgeführt werden, um dem Neubau ein filigranes Erscheinungsbild zu geben, das sich im Verlauf der Tages- und Jahreszeiten die Farbe der unterschiedlichen natürlichen Belichtung annimmt.

Am Pylonfuß und den unteren Verankerungspunkten der Schrägseile werden sparsame und wartungsarme LED-Leuchten integriert, um die konstruktive Gestalt der Brücke auch bei Nacht wahrnehmbar zu gestalten. Auch hierzu bietet die monochrome hell-silberne Beschichtung den optimalen – weil kunstlichtreflektierenden – Hintergrund.

Auch während des Zwischenbauzustandes bilden die bestehende Brücke und das erste Teilbauwerk des Neubaus ein stimmiges Gesamtbild durch das einheitliche Konstruktionsprinzip.

Die Konstruktionsgestalt ermöglicht eine großzügige Einheitlichkeit bei der Überquerung der Fluss-, Straßen- und Landschaftsflächen. Sie vereint optimierte Konstruktion und Bauweise mit der metaphorischen Deutung des „*Genius Loci*“, der bereits heute, als auch in Zukunft das Logo des Landesbetriebes LSBG prägt.



## 2 Tragwerk und Konstruktion

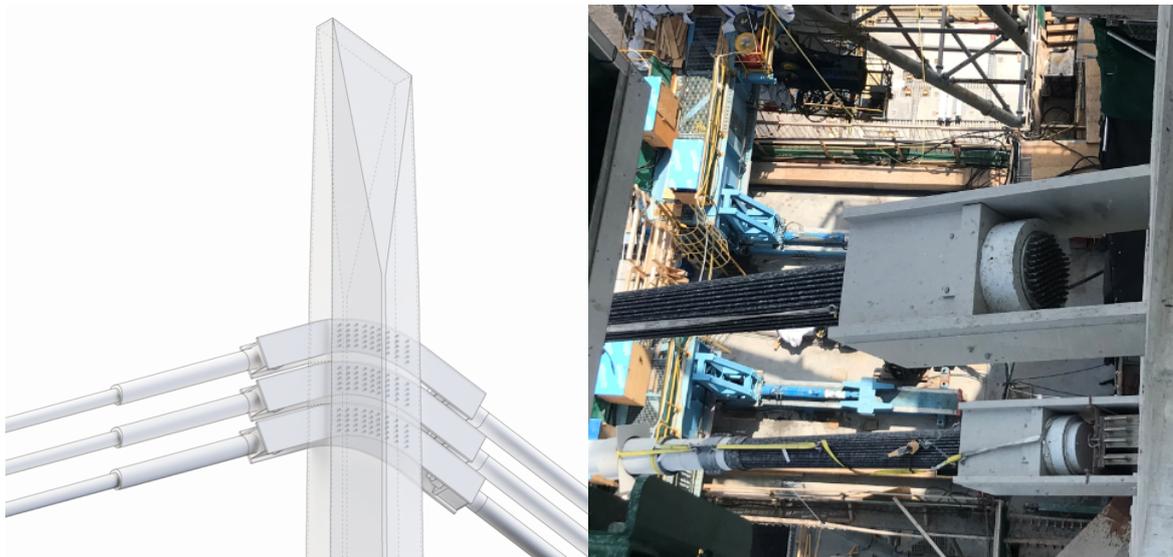
### 2.1 Überbau mit Lagerung

Jede der ca. 26 m breiten Richtungsfahrbahnen wird durch eine Schrägseilbrücke mit zwei unterschiedlich hohen Pylonen von 40 m bzw. 27 m Höhe über der Fahrbahn getragen. Bei der oberen Seilebene werden jeweils Seiltripel, bei den darunterliegenden ebenen Seilpaare verwendet. Der hohe Pylon erhält dabei drei Seilebenen, der niedrigere Pylon lediglich zwei Seilebenen. Hierdurch wird gewährleistet, dass nirgendwo Litzenbündel mit mehr als 91 Litzen erforderlich werden, so dass der Rahmen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen der Kabel nicht verlassen wird. Die Konstruktion ist derart redundant ausgelegt, dass der Ausfall eines Seilbündels nicht zum Versagen des Tragwerks führt und ein planmäßiger Austausch möglich ist.

Die Pylone weisen einen achteckigen Querschnitt mit über die Höhe unterschiedlichen Abmessungen auf. Der achteckige Querschnitt ist als Stahl-Verbund-Querschnitt ausgebildet, was einen optimalen und wirtschaftlichen Lastabtrag gewährleistet.

Die sich nach oben verjüngenden Pylone sind minimal nach außen geneigt, um die beiden Pylone an der Mittelachse der 8-streifigen Fahrbahn als einen „homogenen“ Pylon wahrzunehmen – lediglich getrennt durch eine schmale parallele Bauteilfuge. Die Fuge zwischen den beiden Überbauten sorgt als Lichtspalt außerdem für eine angemessene Belichtung unterhalb der nunmehr doppelt breiten Brücke.

Auf eine Zugänglichkeit der Pylone wurde bewusst verzichtet, damit die Außenabmessungen der sehr niedrigen Pylone nicht zu voluminös und plump wirken. Daher wurde hier eine, bei extradrosed Brücken übliche jedoch für Schrägkabelbrücken durchaus innovative, Variante mit außenliegenden Verankerungen und nicht begehbarem Pylon gewählt.



*Außenliegende Verankerung der Litzenbündelseile*

Die Pylone und der Überbauquerschnitt sind monolithisch verbunden; Lager sowie Pressstellplätze werden zwischen den Pylonen und den Pylonpfeilern vorgesehen.

Um eine möglichst wirtschaftliche Konstruktion zu realisieren, wird eine Kombination aus orthotroper Fahrbahnplatte (Hauptfeld und Teil Seitenfelder) und konventioneller Ver-

bundplatte (Seitenfelder) gewählt. Das leichte orthotrope Stahldeck in Verbindung mit massiven Stahlbeton-Endquerträgern sorgt dafür, dass weder im Endzustand noch im Bauzustand abhebende Kräfte an den Widerlagern auftreten. So können aufwendige Druck-Zug-Lager entfallen.

Als Form wurden stromlinienförmige Hohlkästen mit innenliegenden Schotten (die als Querträger wirken) gewählt. Diese Ausbildung reduziert und glättet die außenliegenden Flächen was einen positiven Einfluss auf den Instandhaltungsaufwand und die damit verbundenen Kosten hat. Das Bauwerk entspricht somit der essentiellen Forderung nach zwei vollkommen getrennten Überbauten, lässt sich querverschieben und passt sich mit den unterschiedlichen Stützweiten der Seitenfelder optimal in das vorgegebene Längsprofil ein.

Auf der Südseite befindet sich ein kombinierter Geh- und Radweg welcher außerhalb der Seilebene liegt und somit räumlich deutlich von dem Fahrbahnbereich getrennt ist. Er wird über Konsolen mit dem südlichen Teilbauwerk verbunden.

## **2.2 Unterbauten mit Gründung**

Die Form des Querschnittes der Pylone wird unterhalb des Lagers in Stahlbeton weitergeführt, die Pfeiler eines Überbaus sind jedoch mittels einer Scheibe verbunden, um größeren Widerstand gegen Schiffsanprall zu realisieren, den Pfeileraufstau zu vermindern und Treibgutansammlungen zu vermeiden. Hier hat auch die polygonale Form der Pfeiler einen positiven Einfluss.

Wie bei dem Bestandsbauwerk erfolgt die Gründung der Pylonpfeiler als Flachgründung und die Widerlager werden auf Großbohrpfählen gegründet.

## **3 Ausstattung**

Sämtliche Ausstattungsmerkmale des Brückenbauwerkes entsprechen dem aktuellen Stand der RE-ING, ZTV-ING sowie der RiZ-ING.

### **3.1 Passive Schutzeinrichtungen**

Als Absturzsicherung ist auf beiden Kappen nach der RPS 2009 mindestens ein Schutzsystem der Aufhaltestufe H2, Wirkungsbereich W4 erforderlich.

Die Schrägseile liegen außerhalb des eigentlichen Überbaus und werde somit sowohl durch die passiven Schutzeinrichtungen als auch durch die räumliche Trennung geschützt.

### **3.2 Geländer**

Auf dem kombinierten Geh- und Radweg werden gemäß ERA beidseitig 1,30 m hohe Geländer mit Drahtseil im Handlauf und an den Notgehwegen 1,10 m hohe Geländer gemäß RiZ-ING vorgesehen.

### 3.3 Beleuchtung / Stromversorgung

Die Innenräume der begehbaren Widerlager und die Überbauhohlkästen werden mit elektrischen Anlagen und Erdungen gemäß RiZ-ING (Elt 3, Blatt 1/2) ausgestattet. Auf dem kombinierten Geh- und Radweg wird eine Handlaufbeleuchtung vorgesehen. Eine Fahrbahnbeleuchtung auf der Brücke ist derzeit nicht vorgesehen, kann jedoch problemlos später ergänzt werden.

### 3.4 Beschilderung

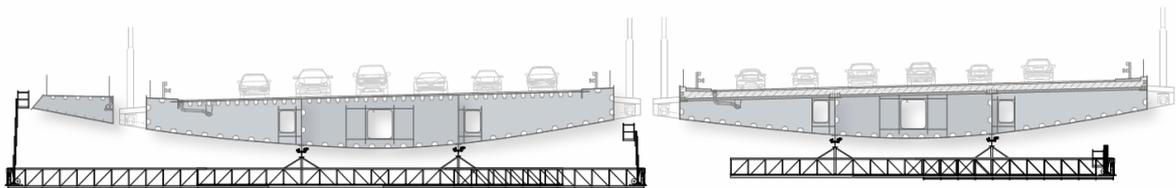
Die neuen Verkehrszeichenbrücken befinden sich im Bereich der Anschlussdämme und haben somit keinen direkten Einfluss auf die Brückenkonstruktion. Dies gilt auch für die Bauzustände.

Die Brücke wird mit Schifffahrtszeichen innerhalb der Durchfahrtsöffnung gekennzeichnet. Radarechos sind aufgrund der Querschnittsform nicht zu erwarten

## 4 Zugänglichkeit der Konstruktionsteile

### 4.1 Überbau

Die Hohlkästen sind begehrbar und können daher von Innen besichtigt werden. Auf diese Weise können sämtliche Schweißnähte sowie Steifen begutachtet werden. Zusätzlich sind beide Überbauten mit Brückenuntersichtgeräten ausgestattet, von denen aus auch die unteren Außenflächen des Überbaus sowie die unteren Seilverankerungen besichtigt werden können.



*Brückenuntersichtgerät*

### 4.2 Pylon und Seile

Wie bereits in Abschnitt 2.1 erläutert, wurde auf begehbare Pylone verzichtet, was die Kosten für Ausstattung und Instandhaltung signifikant verringert. Die geringen Pylonhöhen von ca. 40 m und ca. 27 m über der Fahrbahn sorgen dafür, dass alle Schrägkabel und Pylone vollständig von allen Seiten mittels Hubsteiger besichtigt werden können. Der Abstand der Kabelpaare ist ausreichend groß, so dass der Korb des Hubsteigers mit entsprechendem Sicherheitsabstand zwischen zwei Seilpaaren durchgeführt werden kann. Alternativ kann auch ein ablassbarer Fahrkorb an der Pylonspitze montiert werden. Die Seile können zusätzlich auch mit einem Seilbesichtigungsgerät mit Kamera und/oder für magnetinduktive Messungen befahren werden.

## **5 Herstellungsverfahren mit Bauphasen, -behelfen**

### **5.1 Bauphasen**

Für die Herstellung kommt ein bei Schrägkabelbrücken bewährtes Verfahren mit einer Kombination aus Taktschieben und Freivorbau zum Einsatz. Ziel war eine Herstellung ohne Beeinträchtigung des Autobahnverkehrs und die Vermeidung von zusätzlichen Hafenerkehrern durch Transporte über Wasser. Der detaillierte Bauablauf für eines der beiden Teilbauwerke findet sich in Abschnitt f. dargestellt.

Im ersten Schritt werden die Unterbauten sowie die erforderlichen Hilfsstützen in den Seitenfeldern erstellt. Darauffolgend kann dann der Stahlbau von beiden Seiten her auf den Vormontageplätzen hergestellt werden.

Die vormontierten Stahlbauteile werden bis über die Pylone hinausgeschoben, um Eingriffe in das Deichvorland zu minimieren. Aufgrund der schwerer ausgebildeten Seitenfelder kann der Lagesicherheitsnachweis auch in diesem Zustand erbracht werden.

Nach dem Einschieben erfolgt die Konstruktion der Pylone. Die Pylone werden als Stahlverbundquerschnitt abschnittsweise hergestellt, so dass keine aufwendigen Kletterschalungen erforderlich sind. Dies sorgt auch dafür, dass planmäßig keines der Teilbauwerke querverschoben werden muss, da eine Herstellung der beiden zentralen Pylone zwischen den Teilbauwerken mit sehr geringem Abstand untereinander möglich ist.

Nach Herstellung der Seitenfelder und der ersten Teilbereiche im Hauptfeld mittels Taktschieben findet eine klassische Herstellung des Hauptfeldes im Freivorbau statt. Die Segmentlängen liegen hier bei 8,0 m (Bereich mit Seilverankerung), 12,0 m (Regelbereich) und ca. 21,0 m (letztes Element welches mit 2 Kränen gehoben werden kann). Um Transporte im Hafenstraßennetz zu vermeiden werden die Segmente über die Norderelbe angedient.

Nach Lückenschluss wird die Fahrbahnplatte betoniert und es kann mit dem Endausbau begonnen werden.

### **5.2 Baubehelfe**

Es werden in den Seitenfeldern Vormontageplätze sowie jeweils in einer Achse Hilfsstützen benötigt. Die ebenfalls erforderlichen Vorbauschnäbel und Derrickkrane können beim zweiten Teilbauwerk wiederverwendet werden.

Zur Herstellung der Fundamente und Pfeiler sind Verbauten erforderlich, zum Aufrichten der Pylone Mobilkräne.

## 6 Auswirkungen auf die Verkehrsanlage

Die Streckenführung der A1 ist weitgehend durch den bestehenden Verlauf der BAB vorgegeben – daran orientiert sich auch dieser Entwurf.

Die Auflagerachsen des Brückenneubaus wurden entsprechend den Vorgaben umgesetzt, um die Eingriffe in die Landschaftsbereiche so gering wie möglich zu halten.

### 6.1 Achse

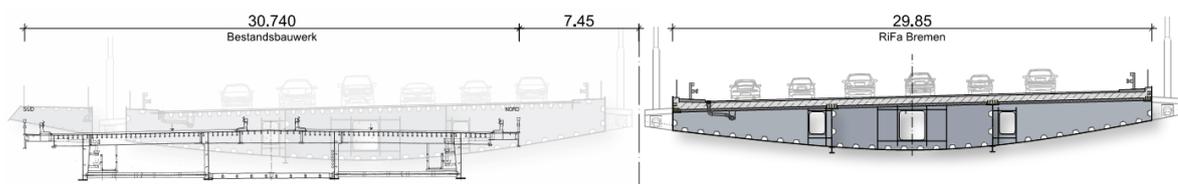
Das südliche Teilbauwerk (RF Lübeck) orientiert sich mit der Außenkante (Radweg) an der Außenkante des bestehenden Bauwerks, um Eingriffe in das angrenzende FFH-Gebiet zu vermeiden. Die Radwegrampen können im Anschluss an das Bauwerk auf dem bestehenden Dammkörper geführt werden. Der Abstand von 4,15 m zwischen äußerem Fahrbahnrand und Radweg kann für Schutz- und Gestaltungsmaßnahmen verwendet werden

Der Abstand zwischen den inneren Fahrbahnrandern der beiden neuen Teilbauwerke beträgt 8,30 m. Somit ergibt sich ein Abstand der neuen Hauptachse zum südlichen Fahrbahnrand der Bestandsbrücke von 38,55 m.

Die Abweichung zur Achse der Vorplanung beträgt 6,23 m nach Norden, der nördliche Rand des Brückenbauwerks liegt gegenüber der Vorplanung 11,45 m weiter nördlich.

Der Anpassungsbereich der Achse der Vorplanung beträgt ca. 1.765 m (Stat. 149+803 – Stat. 151+567,50).

In Bauphase 1 ist durch die gewählte Lage ausreichend Raum zwischen der Bestandsbrücke und dem neuen nördlichen Überbau vorhanden, um diesen ungehindert herstellen zu können.



*Lage Bestand und Neubau im Vergleich*

Auf der Nord-Westseite ist die Anpassung der Hauptdeichlinie und der trassenbegleitenden Gräben erforderlich. Die Abfangung der A1 erfolgt über Stützwände. Eine Erhaltung der trassenbegleitenden Gräben ist auch bei Anhalten des südlichen Fahrbahnrandes im Bereich der Brücke nicht möglich, auch daher wurde hier die Priorität bei der Lagebestimmung der Brücke auf die Vermeidung des Eingriffs in das südliche FFH-Gebiet gelegt.

Auf der Ostseite wurde die neue Hauptachse mit richtliniengerechten Übergangsbögen  $A=500$  mit dem Radius  $R=1450$  m aus der Vorplanung neu trassiert bei gleichzeitiger Aufweitung des Mittelstreifens von 4 m auf 8,30 m am Widerlager.

---

Im Bereich der Aufweitung des Mittelstreifens wurden die Trassierungselemente der verzogenen Fahrbahnränder kontrolliert:

- Innerer Fahrbahnrand RF Bremen
- Äußerer Fahrstreifenrand RF Lübeck

Die Trassierung der Fahrbahnränder ergibt ein RAA-konformes Verhältnis der Elementfolge „Radius-Übergangsbogen“.

Auf der Westseite erfolgt aus Gründen einer klaren Linienführung die Rückverziehung der Mittelstreifenbreite von 8,30 m auf 4,00 m im Zuge des Übergangsbogens zum Radius  $R = 600$  m. Eine frühzeitige Rückverziehung des Mittelstreifens auf 4 m im Anschluss an das Brückenbauwerk ist aus Gründen der Verkehrssicherheit nicht sinnvoll. Die Verbreiterung des Mittelstreifens und die späte Verziehung kann für die erforderliche Haltesichtweite in der Kurve von Vorteil sein, ggf. ist eine Aufweitung des Querschnitts in Richtung Bremen im Bereich des Radius  $R=600$  m zur Einhaltung der Haltesichtweite ohnehin erforderlich.

Durch eine stetige Linienführung wird eine Überlagerung der Fahraufgaben Spurhaltung und Orientierung (Wegweisung) vermieden.

Eine Rückverziehung des Mittelstreifens auf 4 m verringert nicht die erforderlichen baulichen Maßnahmen auf der Nord-Westseite.

Die Prüfung der Trassierung der Fahrbahnränder ergibt auch auf der Westseite ein RAA-konformes Verhältnis der Elementfolge „Radius-Übergangsbogen“.

## **6.2     Gradiente**

Die Lage der Gradientenbezugslinie im Querschnitt ist aus den Vorplanungsunterlagen nicht ersichtlich. Für die Untersuchung der Gradiente wird die Gradiente in der Mitte der 4 durchgehenden Fahrbahnen (zwischen dem 2. und 3. Fahrstreifen angenommen).

Im Querschnitt ergibt sich unter Berücksichtigung der Gradientenlage ein Abstand der Fb-OK bis zur Konstruktionsunterkante (KuK) von 3,51 m.

Die geplante Brückenkonstruktion benötigt einen horizontalen Abstand der inneren Fahrbahnränder zueinander. Die Längsneigungen der Gradiente lassen keine richtlinienkonforme Verwindung der RF Bremen zu. Daher erhalten die Querneigungen der beiden Teilbauwerke dieselbe Querneigungsrichtung. Querrinnen oder Schrägverwindungen im Verwindungsbereich würden zusätzliche Bau- und Unterhaltungskosten verursachen. Die Gradiente des nördlichen Teilbauwerks (RF Bremen) liegt 0,38 m höher als die der RF Lübeck parallel zur Gradiente des südlichen Teilbauwerks (RF Lübeck).

Das Brückenbauwerk liegt in einer Kuppe. Die Gradiente der Vorplanung weist im Anschluss an das Brückenbauwerk Tangentenlängen von ca. 1680 m auf der Ostseite und ca. 850 m auf der Westseite auf. Die Gradienten der Richtungsfahrbahnen müssen für das Brückenbauwerk gegenüber der Gradiente der Vorplanung angehoben werden. Die Rückführung auf die Gradiente der Vorplanung erfolgt im Anschluss an die Widerlager

durch Ausrundungen mit Tangentenlängen von 150 m bzw. mit 120 m auf der Westseite. Die Tangentenlänge von 120 m ist bei EKA 1A bei Aus- und Umbau zulässig.

Die Anhebung der Gradienten im Bereich des Brückenbauwerks im Vergleich zur Vorplanung beträgt

- auf der RF Lübeck 0,20 m
- auf der RF Bremen 0,57 m

Der Anpassungsbereich der Gradienten zur Gradienten der Vorplanung beträgt 1.611 m von Station 149+684 – 151+295.

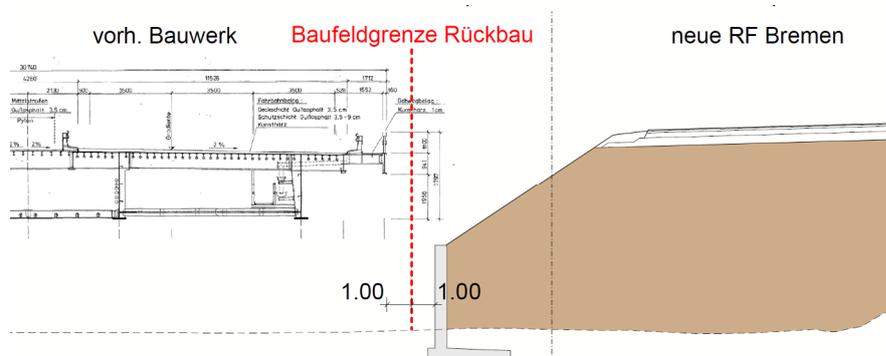
Im Bereich der Überleitung auf den Bestand auf der Westseite sind die Gradienten wieder identisch mit der Gradienten der Vorplanung. Der Querschnitt der neuen RF Bremen liegt hier ca. 40 cm über dem Bestand. Im Bereich der geplanten Stützwände erfolgt der Ausbau mit den geplanten Höhen des Endausbaus der A 1. Für den Anschluss an den Bestand ist der Dammkörper westlich der Stützwand für die provisorische Verkehrsführung abzusenken und im Zuge des Ausbaus der A1 auf die geplante neue Höhe zu setzen.

Die Gradientenänderung gegenüber der Vorplanung ermöglicht weiterhin den Anschluss der neuen RF Bremen an den Bestand für die prov. Verkehrsführung nach Fertigstellung des ersten Bauwerks (siehe. Schnitte in den Lageplänen zur Verkehrsführung)

### 6.3 Besonderheiten im Querschnitt bei Herstellung der 1. Brücke einschl. Verkehrsanlage der RF Bremen

Das künftige Brückenbauwerk wird auf der Ostseite gegenüber dem bestehenden Bauwerk bis zur Hauptdeichlinie eingekürzt. Der anschließende Bereich bis zum östlichen Bestandswiderlager wird als Dammkörper hergestellt mit einem überschütteten Rahmenbauwerk für den „Moorfleeter bzw. Kaltehofe“-Hauptdeich.

Der diesem Bereich beim Bau des ersten Bauwerks der Norderelbbrücke in Richtung Bremen erforderliche Dammkörper wird auf der Südseite zum bestehenden Bauwerks mit Stützelementen abgefangen, um den Bereich unter dem bestehenden Bauwerk für den Rückbau frei zu halten.



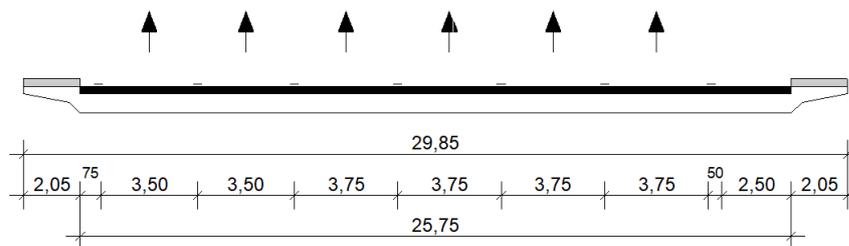
*Baufeldgrenze zwischen bestehendem Bauwerk und neuem Autobahndamm*

## 7 Bauzeitliche Verkehrsführung

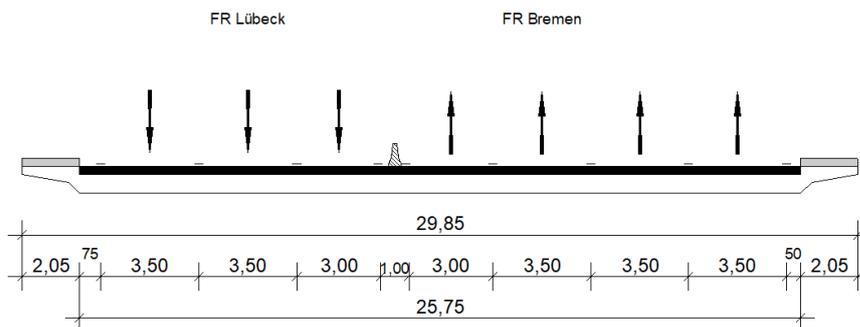
### 7.1 Prov. Verkehrsführung nach Herstellung des Teilbauwerks RF Bremen

Reduzierungen von Fahrstreifenbreiten innerhalb der Behelfsverkehrsführung sind aus Sicherheitsgründen zu vermeiden. Daher ist die Geometrie der prov. Markierung abhängig von der Geometrie der Ein- und Ausfahrten der benachbarten Knoten.

Die gewählten Fahrstreifenbreiten entsprechen den Vorgaben der RSA (Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen), Teil D 2.3.2.



Querschnittsaufteilung Endzustand RF Bremen



Provisorische Verkehrsführung auf dem neuen nördlichen Bauwerk (Bauzustand)

Die Fahrstreifenbreiten im Zuge der prov. Verkehrsführung ermöglichen die Anlage von 4 Fahrstreifen in Richtung Bremen. Damit entfallen die Ein- und Ausfahrtstreifen der benachbarten Knoten. Auf der Westseite im Bereich des AK HH-Süd wird die südliche Rampe vor der prov. Verkehrsführung auf einen Fahrstreifen reduziert. Somit gibt es im Bereich der prov. Verkehrsführung keine Ein- und Ausfädelvorgänge in Verschwenkungsbereichen der Fahrstreifen, was sich positiv auf die Verkehrssicherheit auswirkt.

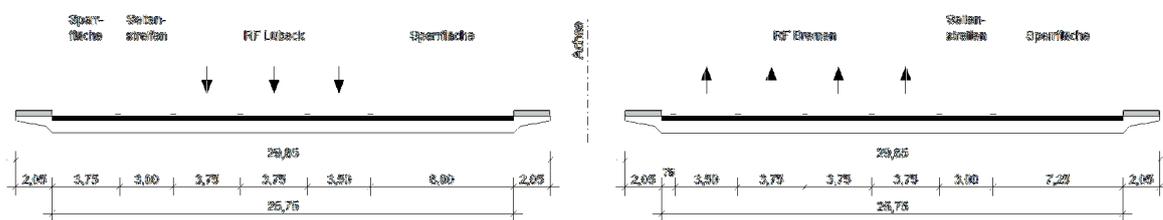
Im Zuge der RF Bremen werden 2 neue Verkehrszeichenbrücken errichtet. Diese enthalten die wegweisende Beschilderung für beide Richtungen. Eine frühzeitige Vorsortierung der Verkehrsströme der Richtungstrennung im AK HH-Süd und der Ausfahrt im AD HH-Südost auf die A 25 ist erforderlich, da im Bereich der Rückverziehung auf den Bestand keine Fahrstreifenwechsel mehr möglich sind.

## 7.2 Verkehrsführung nach Herstellung des 2. Teilbauwerks RF Lübeck mit Anschluss an den Bestand

Die Fahrstreifenaufteilung und deren Anordnung auf den Bauwerken sind abhängig von der Fahrstreifenanordnung auf der Ost bzw. Westseite.

Die Führung des Verkehrs auf dem Bauwerk der RF Bremen erfolgt auf der linken Seite, um das Rückverzeihungsmaß auf den Bestand zu minimieren.

Die Führung des Verkehrs auf dem Bauwerk der RF Lübeck richtet sich nach der Einfahrt der Rampe aus dem AK HH-Süd: um den Einfahrstreifen aus Verkehrssicherheitsgründen nicht im Bereich der Fahrbahnverziehung enden zu lassen, wird der Einfahrstreifen im Bereich des westlichen Widerlagers eingezogen. Daraus ergibt sich die geometrische Anordnung der drei Fahrstreifen in Richtung Lübeck auf dem Brückenbauwerk



*Fahrstreifenaufteilung auf den Brückenbauwerken*

Die Verziehungen auf der Westseite sind abhängig von dem Abstand zwischen den bestehenden VZB und den neuen Brückenbauwerken der Elbequerung und des Bauwerks „Obergeorgswerder Hauptdeich“.

Die Führung des neuen Radweges erfolgt auf dem bestehenden Dammkörper, auf der Ostseite in endgültiger, auf der Westseite in Provisorischer Lage unter Berücksichtigung einer erforderlichen Breite der Schutzeinrichtung zu den Radwegen.

## 8 Auswirkungen bezüglich der ökologischen Belange

Die Konstruktion erlaubt den geforderten Querverschub der getrennten Brückenteile, auch, wenn dieser, aus heutiger Sicht, bei unserem Entwurf nicht erforderlich ist, um ggf. denkbaren ökonomischen und ökologischen Belangen in vollem Umfang zu entsprechen. Hierzu gehören insbesondere die Bauzeitreduzierung und der reduzierte Eingriff in die anschließenden Landschaftsbereiche.

### 8.1 Schutzgebiete und wertvolle Bereiche

Das südlich der Brücke gelegene Schutzgebiet nach Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie Nr. DE 2526-306 „Hamburger Unterelbe“ umfasst das Naturschutzgebiet „Auenlandschaft Obere Tideelbe“, geschützt durch die Verordnung vom Februar 2010. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens wird eine FFH-Verträglichkeitsprüfung erforderlich werden.

Die Auenlandschaft Norderelbe ist Lebensraum für zahlreiche, zum Teil seltene Tier- und Pflanzenarten, darunter Sumpf-Wasserstern, Lanzettblättriger Froschlöffel, Schwanenblume, Sumpf-Greiskraut, Sumpfdotterblume und die nur an der Elbe vor-

kommende Wiebelschmiele (auch Sumpf-Schmiele) sowie Finte, Rapfen und zahlreiche weitere Fischarten, Seefrosch, Kleinspecht, Rohrweihe und Rauhaufledermaus. Eine Besonderheit ist der Schierlings-Wasserfenchel, der nur hier vorkommt. Im Uferbereich der Filterbecken hat sich eine Kormoranbrutkolonie, die einzige in Hamburg, angesiedelt. Außerdem kommen z. B. Pirol, Blaukehlchen, Beutelmeise und Eisvogel vor. Der Seeadler nutzt Teile des Naturschutzgebietes als Nahrungshabitat.

Das Naturschutzgebiet Holzhafen auf der rechten Elbseite nördlich der Brücke, geschützt durch die Verordnung vom März 2013, verfügt über ausgedehnte, tidebeeinflusste Wasser- und Wattflächen. Hier sind u. a. Pfeifente, Schnatterente und Spießente heimisch. Der Holzhafen stellt ein wichtiges Rastgebiet für Zugvögel wie Löffelente, Krickente und Brandgans sowie andere Wasser- und Watvögel dar. Gleichzeitig ist er wichtiges Nahrungs-, Laich- und Aufwuchsgebiet für Fische. Im Naturschutzgebiet kommen in Hamburg vom Aussterben bedrohter Pflanzenarten wie Lanzettblättriger Froschlöffel, Spreizendes Greiskraut und Schierlings-Wasserfenchel vor. In den Uferbereichen zwischen den Deichen erstrecken sich große Röhrichflächen und Auenwälder.

Der südliche Teil des Holzhafens ist bis an die Brückenzufahrt der A1 heran als Ausgleichsfläche auf dem rechten Elbufer zum Vorhaben U-131 - BAB A 1 Sechsstreifiger Ausbau, planfestgestellt in 2003 zur Entwicklung von Entwicklung von Watt- und Ästurflächen ausgewiesen.

Entlang der Elbufer befinden sich Biotop, wie z.B. Auwälder und Röhrichte, die nach § 30 BNatSchG besonders geschützt sind. Diese dürfen nicht beeinträchtigt bzw. zerstört werden. Sollte eine Inanspruchnahme unvermeidlich sein, sind hier Ausnahmeanträge zu stellen und besondere Ausgleichsmaßnahmen nachzuweisen.

## **8.2 Artenschutz**

Die Pylonen und die Seile zur Stabilisierung der Brückenteile können für Vogel, insbesondere Vögel, die die Elbe als Flugleitbahn nutzen, mit einem erhöhten Kollisionsrisiko verbunden sein. Es ist bekannt, dass Unterschiede zwischen einzelnen Arten bestehen und damit eine artspezifische Größe darstellen (BERNOTAT UND DIERSCHKE 2016). So gehören z.B. Greifvogelarten zu den gering gefährdeten Vogelarten. Als Brutvögel weisen Kormorane und Graureiher einen hohen Gewöhnungseffekt gegenüber Pylonen und Kabeltrossen auf. Während der Zugzeit sind jedoch Anflugopfer in einem geringen Ausmaß gefunden worden. Eine Kollisionsrate kann nicht bestimmt werden, da die Zahlen der ungehinderten Über-, Durch- und Unterflüge der Vögel nicht bekannt sind.

Insgesamt liegen für die Arten Weißwangengans, Blässgans, Kormoran, Graugans, Ringeltaube und Kiebitz die ermittelten Kollisionsraten teilweise sehr niedrig. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass diese Werte von der Höhe des Rastaufkommens, des Ausmaßes regelmäßiger Störungen und von der Zugintensität abhängen.

Da es sich bei den Tragseilen um lineare Objekte mit einem Durchmesser von mindestens 10 cm und mit einem Zwischenraumabstand von 8,0 bis 10,0 m handelt, ist das zu erwartende Kollisionsrisiko von Vögeln eher gering eingeschätzt. Dabei wirkt die aufgereihte Konstruktion von Pylonen und Seilen eingriffsmindernd.

Zahlreiche Fisch- und Rundmaularten sind für das südlich des Vorhabengebiets liegende FFH-Gebiet DE 2526-305 als Schutz- und Erhaltungsziele aufgeführt.

Für Fische und Rundmäuler können die Strompfeiler, deren Fundamente in Spundwandkästen in der Elbe gegründet werden und der damit einhergehenden Veränderung der Strömungsverhältnisse, bei Gründungsarbeiten entstehende Trübungen, Schallemissionen und Erschütterungen aus den Bauarbeiten, insbesondere zur Gründung der Bauwerke, Tag- und Nacharbeiten mit beleuchteter Baustelle zu Beeinträchtigungen, z.B. des Zugverhaltens im Stromverlauf der Norderelbe führen.

### **8.3 Landschaftsbild**

Das Landschaftsbild gehört zu den Gewässerensembles der Hamburger Landschaftsbildeinheiten. Es hat eine naturnahe Prägung auf der rechten Elbseite, die vor allem durch den Holzhafen und die südlich gelegene Halbinsel „Ruschort“ gegeben ist. Der Ruschort ist durch eine kleinräumige Mischung von Röhrichten und Auwaldflächen gestaltet.

Im Gegensatz dazu ein gewerblich-industriell geprägtes Landschaftsbild auf dem linken Elbufer. Hier sticht insbesondere das Schlackenlager, das bis an die Elbe heranreicht, hervor. Die alte, 6-spurige Norderelbbrücke stellt als quer zur Elbe stehendes Bauwerk bereits eine Zäsur dar, durch die das Landschaftsbild bereits beeinträchtigt wird.

Die neue 12-streifige Doppelbrücke wird die Zerschneidung des Landschaftsraumes erheblich verstärken. Aus dem Blickwinkel der Elbe wird dieser Eindruck durch den identischen Aufbau der beiden Brücken, so dass alle Bauteile hintereinander stehen und sich damit gegenseitig abdecken, erheblich gemindert.

### **8.4 Konflikte**

Mit dem Ersatzbauwerk für die Norderelbbrücke, das etwa die doppelten Ausmaße der bestehenden Brücke haben wird, werden erhebliche Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft verursacht. Die sind vor allem:

- Erweiterung der Brücke und der landseitigen Zufahrten von 6 Streifen auf 12 Streifen
- 4 Einzelpylone und 2 Zwillingspylone statt 2 Einzelpylonen
- Umfangreiche Flächen zur Baustelleneinrichtung, Vormontagen und zur Lagerung von Baustoffen im direkten Umfeld der Brücke. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Arbeiten unter Aufrechterhaltung des Verkehrs auf der A1 erfolgen sollen

Die Beeinträchtigungen können dabei auf folgende Schutzgüter erfolgen:

- Vogelwelt durch die Barrierewirkung und einem damit verbundenen, möglichen Kollisionsrisiko
- Aquatische Tierwelt durch Trübungen, Beleuchtung, Schallemissionen und Erschütterungen
- Zerstörung wertvoller Biotopstrukturen der Gewässerlandschaft
- Versiegelung und Durchmischung/Umlagerung von Boden an Land und im Wasser durch Einbau von Gründungen, Bau von Straßenflächen und Durchlässen, Befestigen von Flächen zur Baustelleneinrichtung

- Absenkung von Grundwasser, zusätzlichen Einträgen von Schadstoffen in offene Gewässer während der Bauphase und beim Betrieb der Brücke, insbesondere durch die mögliche Zunahme des Verkehrsaufkommens
- Vermehrte Emissionen von Luftschadstoffen durch den zunehmenden Verkehr
- Verstärkung der Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch die Vergrößerung der Brücke, der zusätzlich erforderlichen Pylonen und Seile und den erforderlichen Ausbau der Straßenanschlüsse

## **8.5 Eingriff und Ausgleich**

Mit Hilfe einer Flächenbilanz von Bestand und Planung kann eine Übersicht zur Eingriffsintensität gegeben werden. Dabei sind artenschutzrechtliche Konflikte, detaillierte Maßnahmen zur Vermeidung von Beeinträchtigungen und mögliche Ausgleichsmaßnahmen noch unberücksichtigt.

Für die Baustelleneinrichtung werden überwiegend Flächen in Anspruch genommen, die als Straßen- oder Wegefläche überbaut sind. Bei der Herstellung der südlichen Brücke liegen die Flächen der Baustelleneinrichtung im Bereich der vorhandenen Richtungsfahrbahn nach Lübeck. In dieser Bauphase muss auf der Westseite eine provisorische Höhenangleichung der Richtungsfahrbahn nach Bremen vorgenommen werden. Dafür ist ein naturfern ausgebauter Graben verrohrt werden. Die Flächen werden für den späteren Ausbau der A1 ohnehin zum Bau der neuen Fahrbahnen benötigt. Mit dieser Steuerung des Bauablaufs und dem sparsamen Verbrauch neuer Flächen zur Baustelleneinrichtung können erhebliche Beeinträchtigungen vermieden werden.

Es wurde eine Eingriffs-Ausgleichsbilanz Tiere und Pflanzen (TuP), Bewertung nach Staatsräte-Papier zur Anwendung der Eingriffsregelung in Hamburg, Stand Mai 1991, aufgestellt. Diese findet sich auf dem Umwelt-Konfliktplan (siehe Abschnitt g.).

Mit einer überschlägigen Gegenüberstellung von Bestand und Planung wurde ein Verlust an 221.870 Wertpunkten ermittelt. Bei einer durchschnittlichen Flächenaufwertung von 2 Wertpunkten pro m<sup>2</sup> entspricht das einem Kompensationsbedarf von ca. 22,2 ha. Dabei sind mögliche Kompensationsbedarfe, die aus artenschutzrechtlichen Regelungen und der erforderliche Ausgleich für beeinträchtigte, besonders geschützte Biotope noch nicht berücksichtigt.

Es ist davon auszugehen, dass mit der Umsetzung der Kompensationsmaßnahmen eine Neugestaltung des Landschaftsbildes an anderer Stelle einhergeht und damit Beeinträchtigungen ausgeglichen werden können.

## **9 Bauzeit**

Leitgedanke des Brückenneubaus ist die Minimierung der „konstruktiven Komplexität“ auf das tatsächlich Notwendige, um die Bauzeit zu reduzieren um wirtschaftlich angemessene Kosten für die Ausführung zu ermöglichen. Die Bauzeit pro Teilbauwerk beträgt ca. zwei Jahre, für den Abbruch wurde gemäß Wettbewerbsaufgabe eine Dauer von einem Jahr angenommen. Die Gesamtbauzeit beträgt somit ca. fünf Jahre. Die genauen Bauzeiten können dem Bauablaufplan (siehe Abschnitt f.) entnommen werden

## **10 Herstellungskosten**

Es ergeben sich gemäß Kostenschätzung Gesamtkosten in Höhe von ca. 111 Mio. € (brutto) was in etwa 5.200 € (brutto) pro Quadratmeter Brückenfläche entspricht. Eine detaillierte Übersicht findet sich in der beigelegten Kostenschätzung (c.).

Die Preise beziehen sich auf Ende 2018, bis Baubeginn ist mit einer jährlichen inflationsbedingten Steigerung zu rechnen, die aktuell bei ca. 4 % pro Jahr liegt (Baupreisindex).