

*Stadtbahn Kiel*

*Ausschreibung der Leistungen für die Inbetriebnahmestufe 1*

## ***Leistung Los 2 Anlage 25***

*Technische Anlagen*

***DVI.SB 2130.2***

### ***Spezifische Leistungsbeschreibung Los 2***

Dieses Dokument ist insbesondere in Verbindung mit folgenden Anlagen zu betrachten:

Anlage 23 – Leistungsbeschreibung Rahmen

Anlage 27 – HOAI-Leistungsbilder

## Inhalt

1	Los 2 Technische Anlagen .....	2
1.1	Einleitung .....	2
1.2	Allgemeingültige Planungs- / und Rahmenbedingungen .....	3
2	Leistungspaket: Traktionsstromversorgung .....	4
2.1	Einordnung .....	4
2.2	Projektspezifische Umfangsbeschreibung .....	5
2.3	Objekt Ingenieurbauwerk (GUw) .....	6
2.3.2	Leistungsumfang Genehmigungsplanung .....	7
2.4	Fachplanung Tragwerksplanung (GUw) .....	7
2.4.1	Leistungsumfang Grundlagenermittlung .....	7
2.4.2	Leistungsumfang Vorplanung .....	7
2.4.3	Leistungsumfang Entwurfsplanung .....	7
2.4.4	Leistungsumfang Genehmigungsplanung .....	8
2.5	Fachplanung Technische Ausrüstung (GUw) .....	8
2.5.1	Leistungsumfang Entwurfsplanung .....	8
2.5.2	Leistungsumfang Genehmigungsplanung .....	9
3	Leistungspaket: Fahrleitungsanlage .....	10
3.1	Einordnung .....	10
3.2	Projektspezifische Umfangsbeschreibung .....	10
3.3	Fachplanung Technische Ausrüstung (Fahrleitungsanlage) .....	12
3.3.1	Leistungsumfang Entwurfsplanung .....	12
3.3.2	Leistungsumfang Genehmigungsplanung .....	16
4	Leistungspaket: Leit- und Sicherungstechnik .....	17
4.1	Einordnung .....	17
4.2	Projektspezifische Umfangsbeschreibung .....	18
4.3	Fachplanung Technische Ausrüstung LST .....	20
4.3.1	Leistungsumfang Entwurfsplanung .....	20
4.3.2	Leistungsumfang Genehmigungsplanung .....	24
5	Leistungspaket: Signalanlagen und verkehrstechnische Untersuchungen .....	25
5.1	Einordnung .....	25
5.2	Projektspezifische Umfangsbeschreibung .....	26
5.3	Fachplanung Technische Ausrüstung Signalanlagen und VTU .....	27
5.3.1	Leistungsumfang Entwurfsplanung .....	28
5.3.2	Leistungsumfang Genehmigungsplanung .....	29
6	Leistungspaket: Betriebsmodellierung (Stadtbahn) .....	30
6.1	Einordnung .....	30
6.2	Zusätzliche Leistung Betriebsmodellierung .....	30
7	Zusätzliche Leistungen .....	32
8	Objekte, Fachplanungen und Grundlagen der Honorarermittlung .....	33
	Abkürzungsverzeichnis .....	35

# 1 Los 2 Technische Anlagen

**DVI.SB: Infrastruktur (2) – IBS1 (1) – LPH3,4 (30) - . - TA (2)**

**DVI.SB 2130.2**

## 1.1 Einleitung

Das Los „Technische Anlagen“ gliedert sich in insgesamt fünf Leistungspakete. Diese umfassen die Traktionsstromversorgung, die Fahrleitungsanlagen, die Leit- und Sicherungstechnik, die Signalanlagen sowie das Betriebskonzept. In Abbildung 1 ist die Clusterung dargestellt sowie beispielhaft inhaltliche Unterthemen (nicht abschließend).

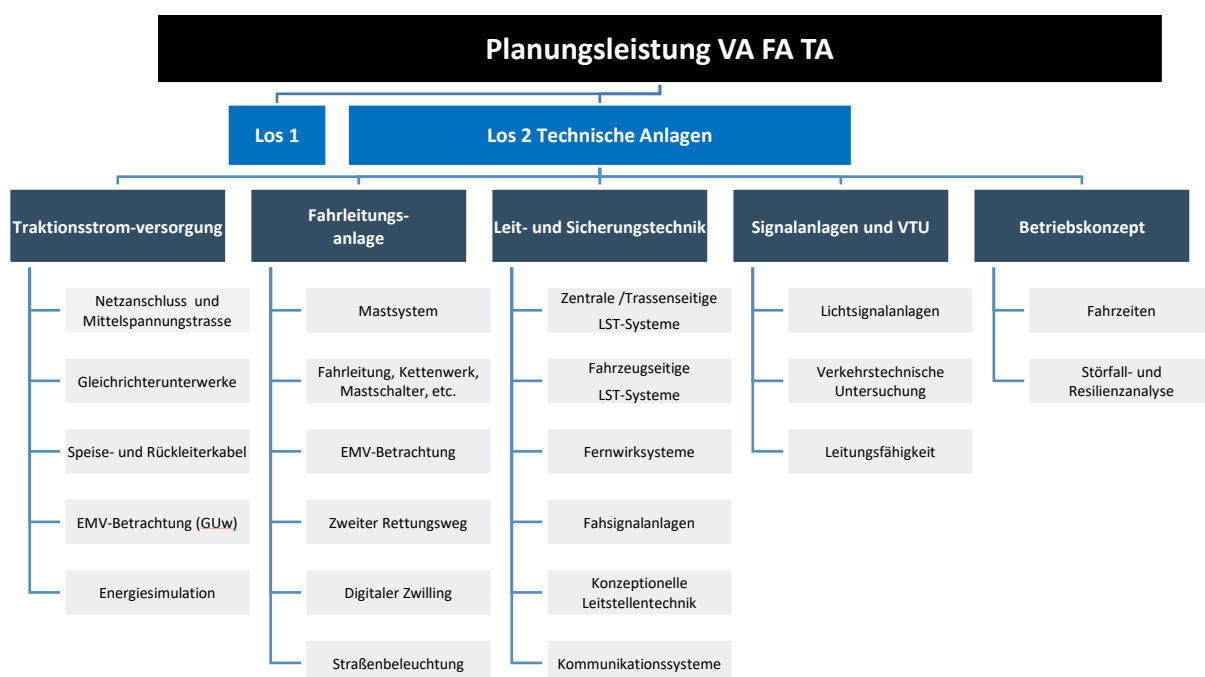


Abbildung 1: Clusterung Los 2 Technische Anlagen

Der Leistungsumfang der ersten beiden Pakete – „Traktionsstromversorgung“ und „Fahrleitungsanlagen“ – beinhaltet sämtliche Planungsleistungen von der Schnittstelle des Netzanschlusspunktes, über die Energieeinspeisung in die Oberleitung, bis zur Schnittstelle des Stromabnehmers der Fahrzeuge (Pantograph). Darüber hinaus ist in diesem Zusammenhang die Straßenbeleuchtung zu betrachten, um ggf. Synergieeffekte durch die gemeinsame Nutzung der Fahrleitungsmasten zu berücksichtigen (gleiches gilt für die Mastnutzung bei den Signalanlagen).

Das dritte Leistungspaket „Leit- und Sicherungstechnik (LST)“ umfasst alle grundlegenden Planungsarbeiten, die für die initiale Umsetzung eines Straßenbahnsystems erforderlich sind. Da in Kiel kein bestehendes Straßenbahnsystem vorhanden ist, kann die Planung größtenteils ohne Einschränkungen durch vorhandene Bestandsanlagen erfolgen (Abstimmung mit KVG und Verkehrsleitsystem der LHK). Ein besonderer Schwerpunkt liegt hierbei auf der Systemauslegung für einen potenziellen automatisierten Betrieb gemäß GoA2 (Grade of Automation 2).

Unter dem Leistungspaket „Signalanlagen“ werden sowohl alle Lichtsignalanlagen gemäß StVO als auch die Ermittlung von Signalzeitplänen sowie die Kapazitätsermittlung und Bewertung der Qualität des Verkehrsablaufes (VTU) zusammengefasst.

Das letzte Leistungspaket, „Betriebskonzept“, dient insbesondere der Ermittlung von Fahrzeiten (Stadtbahn), dem notwendigen Fahrzeugeinsatz sowie der Abschätzung der Auswirkungen bei möglichen Störszenarien.

Angaben zum räumlichen Umgriff der ca. 12,5 km langen Trasse der Inbetriebnahmestufe 1, den gewählten Planfeststellungsabschnitten sowie den weiteren Streckenabschnitten sind in der übergeordneten Unterlage Leistungsbeschreibung Rahmen (siehe Anlage 23) beschrieben.

Ziel ist die Erstellung einer vollständig abgestimmten, genehmigungsfähigen Entwurfs- und Genehmigungsplanung der Stadtbahn Kiel für die IBS1 einschließlich aller erforderlichen konzeptionellen, elektrotechnischen, mechanischen, statischen und städtebaulichen Planungen.

## 1.2 Allgemeingültige Planungs- und Rahmenbedingungen

**Grundlagen:** Als Basis für den\*die Planer\*in stehen Ergebnisse aus den Leistungsphase 1 und 2 zur Verfügung. Neben den Planungsunterlagen zur Trasse sind für den hier beschriebenen Bereich der technischen Anlagen folgende Unterlagen aus der Vorplanung relevant. Diese werden den Bietern zur Angebotsphase zur Verfügung gestellt:

- Energieversorgung
- Unterwerksstandorte
- EMV
- Leittechnik Sicherungstechnik Signalisierung
- Lagepläne Oberleitungsanlage

**Generelle Mitwirkung:** Die Mitwirkung bei Behördengesprächen, der Technischen Aufsichtsbehörde (TAB) sowie die Unterstützung im Genehmigungsverfahren sind in den Planungsleistungen zu berücksichtigen auch wenn diese im Folgenden nicht explizit genannt wird. Gleiches gilt für die Abstimmung mit angrenzenden Gewerken wie u.a. Gleisbau, Stromversorgung, Straßenplanung, Verkehrsanlagen, Freianlagen und Signaltechnik. Alle Abstimmungen sind in geeigneter Weise zu protokollieren.

**Anschlussfähigkeit:** Bei allen Planungsschritten ist die Kompatibilität zu zukünftigen Streckenerweiterungen zu berücksichtigen, insbesondere zur Fahrleitungsanlage an den Knotenpunkten der IBS2 und IBS3 sowie dem möglichen Streckenausbau im Kieler Süden. Soweit notwendig und sinnvoll, sind Anlagen und Anlagenelemente für IBS2 und IBS3 vorzuplanen (z. B. GUW-Dimensionierung, Fahrleitungsanlage in den Anknüpfungsknoten von IBS 2 und IBS 3).

**Förderfähigkeit der Anlagen und Planungsleistungen:** Bei allen Planungsschritten hat der\*die Auftragnehmer\*in möglichst die Förderfähigkeit der technischen Anlagen nach GVFG zu berücksichtigen. Dabei ist darzustellen, welche Bereiche förderfähig sind und welche nicht. Für nicht förderfähige Bereiche hat der\*die Auftragnehmer\*in geeignete alternative Förderprogramme oder Finanzierungsmöglichkeiten zu recherchieren und vorzuschlagen.

# Traktionsstromversorgung

## 2 Leistungspaket 10: Traktionsstromversorgung

### 2.1 Einordnung

**Gegenstand des Leistungspakets** ist die Erbringung sämtlicher Planungsleistungen für die Traktionsenergie der Stadtbahntrasse IBS1. Der Leistungsumfang umfasst mindestens alle zur ordnungsgemäßen Entwurfs- und Genehmigungsplanung erforderlichen fachlichen Abstimmungen, Planunterlagen, Berechnungen, technischen Nachweise und ggf. Gutachten sowie die vollständige Koordination aller planungsrelevanten Schnittstellen.

Gegenstand der Planung ist die vollständige elektrotechnische, mechanische und statisch-konstruktive Auslegung der Gleichrichterunterwerke (Anzahl aus der Vorplanung: 11 Stück) einschließlich der Fundamente und Bauformen, sowie die Planung von Schutz-, Erdungs- und Potentialausgleichskonzepten unter Berücksichtigung der technischen, betrieblichen und konstruktiven Anschlussfähigkeit der IBS 2 und IBS 3. Die genauen Standorte der Unterwerke sind den Unterlagen zur Vorplanung zu entnehmen, die den Bietern zur Angebotsphase zur Verfügung gestellt werden.

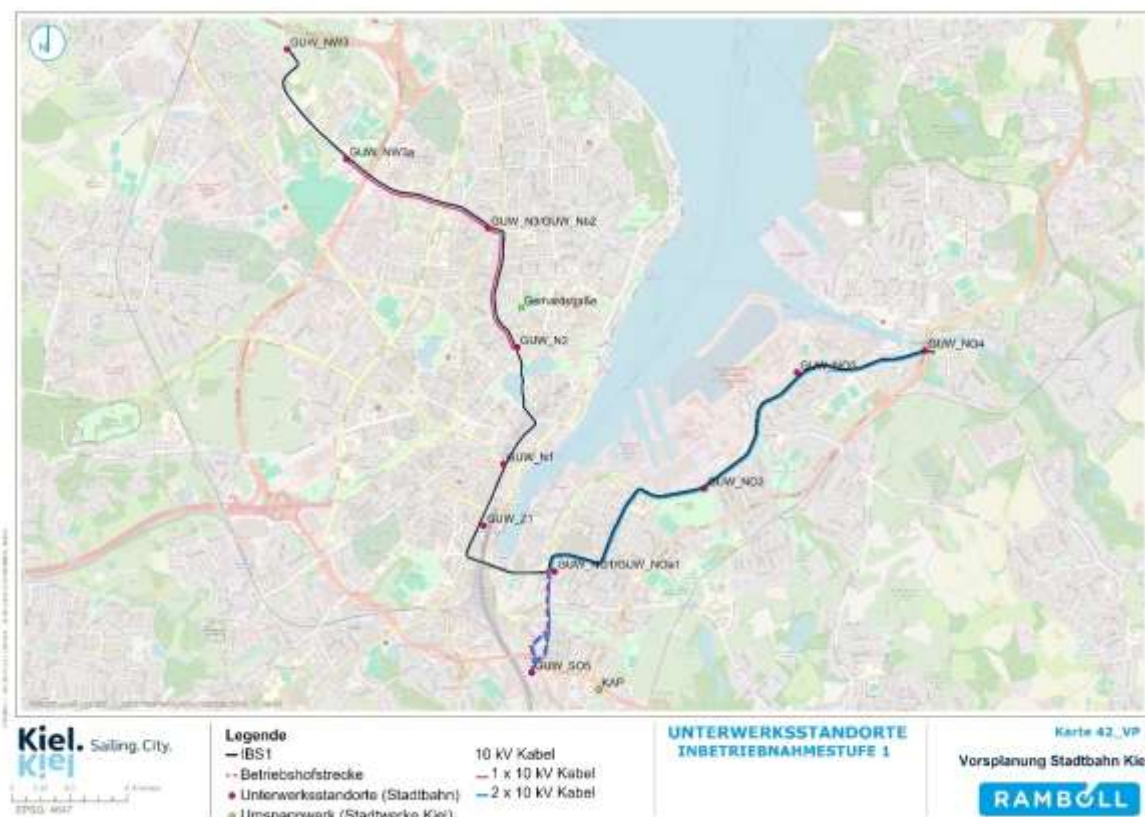


Abbildung 2: Unterwerksstandorte

Betriebshof und Strecke sind elektrisch unabhängig voneinander zu planen. Im Rahmen der Vorplanung sind eines der Gleichrichterunterwerk (GUW) nicht entlang der Trasse, sondern auf dem Betriebshofgelände vorgesehen (Abbildung 2 GUW\_SO3). Die Integration des Unterwerkes ist mit der Betriebshofplanung abzustimmen. Die weiteren Unterwerke entlang der Trasse sind mit der Verkehrsanlagenplanung abzustimmen.

## 2.2 Projektspezifische Umfangbeschreibung

Die nachfolgende Beschreibung dient als Konkretisierung der HOAI-Leistung.

### Netzanschluss (10-kV-Ebene)

- Technische Auslegung
  - Abstimmung mit dem zuständigen Netzbetreiber
  - Festlegung der Netzanschlusspunkte
  - Erstellen der Antragsunterlagen für die Beantragung der Netzanschlüsse
  - Planung der 10-kV-Netzanbindung
- Analyse / Nachweise
  - Kurzschlussleistungsberechnungen (Netzanschlusspunkt)
  - Bewertung von Rückwirkungen auf das öffentliche Netz

### Mittelspannungstrasse (AC-Seite)

- ca. 15km Kabellänge (Grundlage Vorplanung)
- Trassen- und Kabelplanung
  - Planung der 10-kV-Kabeltrassen zwischen Netzanschluss und Unterwerken
  - Festlegung von Trassenverlauf, Verlegeart und Kabeltypen
  - Koordination mit anderen Leitungsträgern und der Unterirdischen Infrastruktur (UI)
- Technische Auslegung
  - Dimensionierung der Mittelspannungskabel
  - Festlegung von Kabelschutz- und Erdungskonzepten

### Gleichrichterunterwerke (GUW)

- 11 Gleichrichterunterwerke entlang der IBS 1 (Grundlage Vorplanung)
- Technische Auslegung
  - Optimierung der Standorte der Unterwerke
  - Auslegung und Dimensionierung (inkl. Berücksichtigung IBS2 / IBS3) von:
    - Mittelspannungsschaltanlagen
    - Transformatoren (inkl. Eigenbedarf)
    - Gleichrichtern
    - Gleichspannungsschaltanlagen (inkl. Abgangsfelder)
    - Schutz- und Leittechnik (Relais, Leistungsschalter)
    - Leitungsquerschnitten
    - Fernwirkeinrichtungen
    - usw.
  - Festlegung automatisierter Kurzschluss- und Erdungsschalter
  - Festlegung der Schutzkonzepte (Netzschutz, Selektivität, Mitnahme)
  - Klärung zur Rückspeisefähigkeit sowie die technische und wirtschaftliche Bewertung von alternativen wie Speicherunterwerken
  - SCADA- / Leittechnik-Anbindung
  - Definition von Systemen zur Energieabrechnung
  - Erstellung einer Funktionsbeschreibung
  - Stromlaufpläne
- Bauliche Auslegung
  - Bauform und Gebäudekonzept
  - Fundament- und Aufstellkonzept

- Integration in das bauliche und städtebauliche Umfeld
- Zeichnerische Darstellung (Außen und Innen), min. digitales 3D Modell Außendarstellung
- Entwicklung einer einheitlichen Bezeichnungsstruktur, Aufstellen von Bauwerksverzeichnissen (Bauwerksbuch)

Die Bauform der Unterwerke soll grundsätzlich einheitlich sein, um Bau- und Herstellungskosten zu reduzieren. Im Rahmen der Vorplanung sind mehrere Standorte definiert, welche ggf. von dem zu definierenden Standard abweichen. So besteht die Idee z.B. das Unterwerk im Bereich des Alexandraplatzes in Kombination mit einer Mobilitätsstation zu denken, um das System städtebaulich in das Umfeld einzubinden. Am Hauptbahnhof sowie am Ziegelteich besteht ggf. ebenfalls die Notwendigkeit von einem einheitlichen Muster zu Gunsten einer besseren städtebaulichen Integration abzuweichen (Schnittstelle Verkehrs- und Freianlagenplanung – Los 1).

- Analyse / Berechnungen
  - Lastfluss- und Leistungsbedarfsberechnungen
  - Kurzschlussstromberechnung und Lastfluss- / Netzberechnung

### **Einspeisung in die Oberleitung / Trasse (DC-Seite)**

- Technische Auslegung
  - Festlegung der DC-Einspeisepunkte
  - Auslegung der DC-Einspeise- und Rückleitungssysteme
  - Einbeziehung der Einspeisung in das EMV-Konzept der Oberleitung
- Trassen- und Kabelplanung
  - Planung der DC-Einspeise- und Rückleitungskabel
  - Festlegung von Verlegearten und Schutzmaßnahmen
- Rückstromführung und Erdung
  - Bewertung des Rückstromflusses über Schienen und Rückleiter
  - Erdungsplanung für Gleisabschnitte
  - Isolation zu benachbarten metallischen Systemen

## **2.3 Objekt Ingenieurbauwerk (GUw)**

Im Zuge der bisherigen Planungsphase wurden die Standorte definiert, erste skizzenhafte Entwürfe zur baulichen Ausprägung der Unterwerke entwickelt sowie eine grundlegende Funktionsbeschreibung erarbeitet.

Die Leistungen für die *Ingenieurbauwerke* orientieren sich in Anlehnung an HOAI § 43.

Hinweis: Die Auftraggeberin geht davon aus, dass die Leistungen der Objektplanung für die 11 Unterwerke in weiten Teilen vergleichbar sind. Vor diesem Hintergrund ist bei der Honorarermittlung ein Wiederholungsfaktor anzusetzen.

### **2.3.1.1 Grundleistungen**

Es werden alle Positionen der Grundleistungen aus Anlage 27 (HOAI - Anlage 12 zu § 43 Absatz 4, § 48 Absatz 5) abgerufen.

### **2.3.1.2 Besondere Leistungen**

#### **a) Städtebauliche und gestalterische Integration von Unterwerken (optional)**

Diese besondere Leistung gilt für die Unterwerke die sich in städtebaulich sensiblen Bereichen befinden. Im Rahmen der Vorplanung wurden drei Standorte ermittelt:

- Hauptbahnhof (siehe Abbildung 2: GUW\_N1)
- Alexandraplatz (siehe Abbildung 2: GUW\_N3/GUW\_Nb2)
- Ziegelteich (siehe Abbildung 2: GUW\_Z1)

Im Rahmen der Entwurfsplanung sind über die Grundleistungen hinausgehende Leistungen zur architektonischen, funktionalen und städtebaulichen Integration dieser Unterwerke in kombinierte Bauwerke (z. B. Mobilitätsstationen) zu erbringen.

Dies umfasst insbesondere:

- Entwicklung von Konzepten zur Integration der Unterwerke in kombinierte Bauwerke unter Berücksichtigung funktionaler, technischer und gestalterischer Anforderungen
- Abstimmung der Bauwerksgestaltung mit dem städtebaulichen Umfeld, insbesondere hinsichtlich Kubatur, Materialität, Fassadengestaltung und Einbindung in Freiräume
- Variantenuntersuchungen zur Anordnung und baulichen Integration (z. B. unterirdisch, teilintegriert, Hochbauintegration)
- Enge Abstimmung und Koordination mit der Verkehrs- und Freianlagenplanung (Los 1) sowie weiteren Fachplanungen
- Erstellung ergänzender Unterlagen zur Beurteilung der städtebaulichen Wirkung (z. B. Visualisierungen, Lage- und Gestaltungspläne)

## 2.3.2 Leistungsumfang Genehmigungsplanung

### 2.3.2.1 Grundleistungen

Es werden alle Positionen der Grundleistungen aus Anlage 27 (HOAI - Anlage 12 zu § 43 Absatz 4, § 48 Absatz 5) abgerufen.

## 2.4 Fachplanung Tragwerksplanung (GUw)

Im Rahmen der bisherigen Planungen wurden bislang keine Tragwerkberechnungen zu den Unterwerken durchgeführt. Die Leistungen für die *Fachplanung Tragwerksplanung* orientieren sich in Anlehnung an HOAI § 51.

Hinweis: Die Auftraggeberin geht davon aus, dass die Fachplanungen für die 11 Unterwerke in weiten Teilen vergleichbar sind. Vor diesem Hintergrund ist bei der Honorarermittlung ein Wiederholungsfaktor anzusetzen.

### 2.4.1 Leistungsumfang Grundlagenermittlung

#### 2.4.1.1 Grundleistungen

Es werden alle Positionen der Grundleistungen aus Anlage 27 (HOAI - Anlage 14 zu § 51 Absatz 5, § 52 Absatz 2) abgerufen.

### 2.4.2 Leistungsumfang Vorplanung

#### 2.4.2.1 Grundleistungen

Es werden alle Positionen der Grundleistungen aus Anlage 27 (HOAI - Anlage 14 zu § 51 Absatz 5, § 52 Absatz 2) abgerufen.

## 2.4.3 Leistungsumfang Entwurfsplanung

### 2.4.3.1 Grundleistungen

Es werden alle Positionen der Grundleistungen aus Anlage 27 (HOAI - Anlage 14 zu § 51 Absatz 5, § 52 Absatz 2) abgerufen.

### 2.4.3.2 Besondere Leistungen

- a) **Vorgezogene, prüfbare und für die Ausführung geeignete Berechnung wesentlich tragender Teile**
- b) **Vorgezogene, prüfbare und für die Ausführung geeignete Berechnung der Gründung**

## 2.4.4 Leistungsumfang Genehmigungsplanung

### 2.4.4.1 Grundleistungen

Es werden alle Positionen der Grundleistungen aus Anlage 27 (HOAI - Anlage 14 zu § 51 Absatz 5, § 52 Absatz 2) abgerufen.

## 2.5 Fachplanung Technische Ausrüstung (GUw)

Die Leistungsphasen 1 und 2 wurden bereits erbracht, von dem\*der Planer\*in sind diese auf Vollständigkeit, Plausibilität und technische Umsetzbarkeit zu überprüfen (siehe zusätzliche Leistungen).

Die Leistungen für die *Technische Ausrüstung* orientieren sich in Anlehnung an HOAI § 53 (2) die Anlagengruppe 4. Starkstromanlagen und nach HOAI § 55.

Hinweis: Die Auftraggeberin geht davon aus, dass die Fachplanungen für die 11 Unterwerke in weiten Teilen vergleichbar sind. Vor diesem Hintergrund ist bei der Honorarermittlung ein Wiederholungsfaktor anzusetzen.

## 2.5.1 Leistungsumfang Entwurfsplanung

### 2.5.1.1 Grundleistungen

Es werden alle Positionen der Grundleistungen aus Anlage 27 (HOAI - Anlage 15 zu § 55 Absatz 3, § 56 Absatz 3) abgerufen.

### 2.5.1.2 Besondere Leistungen

#### a) **Energiesimulation**

Im Rahmen der Planung ist für die Unterwerksdimensionierung eine Energiesimulation durchzuführen. Als Annahme für den Energiebedarf der Fahrzeuge sind die Erkenntnisse aus dem Betriebskonzept (siehe Leistungspaket Betriebsmodellierung) heranzuziehen sowie realistische Annahmen zu treffen.

Der\*Die Auftragnehmer\*in erbringt mindestens folgende Leistungen:

### 1) Modellierung

- Dynamische Simulation des Energieflusses auf Basis des Betriebskonzeptes
- Abbildung von Netzanschlusspunkte, Unterwerke, Einspeisepunkte und Fahrleitungsanlage

### 2) Leistungs- und Energieanalyse

- Ermittlung von Leistungs- und Energieprofilen
- Lastflussberechnungen (Spitzenlasten, Spannungslagen, Netzbelastungen, etc.)
- Bestimmung des ortsbezogenen Energieverbrauchs je Fahrzeug sowie je Linie und Gesamtnetz
- Datenermittlung für die Auslegung der Anlagendimensionierung (Anschlussleitung, Transformator, ggf. Leistungsquerschnitten)
- Untersuchung von Überlastfällen oder Engpässen.
- Berechnung/Dimensionierung fahrzeugseitiger Energiespeicher, die über die Oberleitung geladen werden und den Betrieb auf oberleitungsfreien Streckenabschnitten ermöglichen

### 3) Störfall- und Resilienzanalyse

- Simulation mindestens zweier abgestimmter Störszenarien

### 4) Dimensionierungsnachweis

- Ermittlung erforderlicher Leistungsreserven
- Kurzschlussstromberechnung
- Identifikation kritischer Betriebszustände
- Ableitung genehmigungsrelevanter Anforderungen

### 5) Dokumentation

- Entwurfsbericht
- Übergabe der Modell- und Auswertedaten
- Mitwirkung bei Abstimmungen mit Behörden

## b) EMV-Bewertung

Es ist eine EMV-Bewertung der Unterwerke und Standorte durchzuführen. Dabei sind mögliche Störungen qualitativ zu analysieren und geeignete Maßnahmen zu ergreifen, um sicherzustellen, dass die geltenden Grenzwerte für das Umfeld eingehalten werden.

## 2.5.2 Leistungsumfang Genehmigungsplanung

### 2.5.2.1 Grundleistungen

Es werden alle Positionen der Grundleistungen aus Anlage 27 (HOAI - Anlage 15 zu § 55 Absatz 3, § 56 Absatz 3) abgerufen.

# Fahrleitungstechnik

## 3 Leistungspaket 11: Fahrleitungsanlage

### 3.1 Einordnung

**Gegenstand des Leistungspaketes** ist die Erbringung sämtlicher Planungsleistungen für die Fahrleitungsanlage (Oberleitung) der Stadtbahntrasse IBS1. Der Leistungsumfang umfasst mindestens alle zur ordnungsgemäßen Entwurfs- und Genehmigungsplanung erforderlichen fachlichen Abstimmungen, Planunterlagen, Berechnungen, technischen Nachweise und ggf. Gutachten sowie die vollständige Koordination aller planungsrelevanten Schnittstellen.

Gegenstand der Planung ist die vollständige elektrotechnische, mechanische und statisch-konstruktive Auslegung der Fahrleitungsanlage (Länge 12,5km) einschließlich der zugehörigen Maste, Kettenwerke, Fundamente, Speiseabschnitte sowie die Planung von Schutz-, Erdungs- und Potentialausgleichskonzepten unter Berücksichtigung der technischen, betrieblichen und konstruktiven Anschlussfähigkeit an die weiteren Infrastruktur-Bauabschnitte IBS 2 und IBS 3. Der Planungsumgriff beinhaltet den gesamten Trassenbereich und endet an den Übergabestationen auf dem Betriebshof (Ein-/Ausfahrtsbereich der Stadtbahn). Im Rahmen der Entwurfsplanung ist festzulegen, wo exakt die elektrische Grenze zwischen Betriebshof und Trasse liegt.

### 3.2 Projektspezifische Umfangbeschreibung

Die nachfolgende Beschreibung dient als Konkretisierung der HOAI-Leistung.

#### **Oberleitungsplanung & Systemauslegung**

- Länge der zu planenden Oberleitungstrasse ca. 12,5km (Grundlage Vorplanung)
- Durchgehende Oberleitungsplanung für die gesamte Trasse, einschließlich:
  - Fortschreibung der Festlegung der Maststandorte inklusive der Konfliktprüfungen mit der Unterirdische Infrastruktur (Schnittstelle Unterirdische Infrastruktur)
  - Entwicklung einer einheitlichen Bezeichnungsstruktur (Mastnummerierung, Sondermaste, etc.), Aufstellen von Bauwerksverzeichnissen (logisch zusammenhängende Bauwerksbücher)
  - Zeichnerische Darstellung der Oberleitung inklusive Schnittdarstellungen
  - Definition der Nachspannlängen, Einspeisepunkte, Speiseabschnitte und der räumlichen Lage der Oberleitung. (Schnittstelle Traktionsstromversorgung)
- Berücksichtigung der Erweiterungs- und Anschlussfähigkeit an die kommenden Bauabschnitte IBS2 und IBS3, insbesondere an den Knotenpunkten:
  - Schwentinebrücke (Trassenfortführung IBS3)
  - Karlstal / Elisabethstraße (Abzweig Elmsenhagen, IBS3)
  - Asmusstraße / Sörensenstraße (Anbindung Betriebshof Diedrichstraße)
  - Ziegelteich / Sophienblatt (Kreuzung Aufstiegsbauwerk; Einbeziehung des Bauwerksbereichs in die Oberleitungsplanung)
  - Holtenauer Straße / Beselerallee (Weiterführung IBS2 Richtung Wik)
  - Bremerskamp (Trassenfortführung nach Suchsdorf, IBS3)

- Mögliche Anbindung UKSH (Abhängig von einer derzeit laufenden Trassenstudie)
- Festlegung der Standardquerschnitte und Mastbauarten, einschließlich Mehrfachnutzung für Lichtsignalanlagen und Beleuchtung.
- Technische und wirtschaftliche Bewertung von Mastschaltersystemen (manuell/automatisch) bei Einspeisung, Querkopplungen und Erdung.
- Fortschreibung aller relevanten Fahrleitungsparameter (Materialien, Abmessungen, Systemkomponenten, Anbauteile, etc.).
- Berücksichtigung der bestehenden und im Rahmen zu entwickelnden Konzepten zu den städtebaulichen Aspekten hinsichtlich der Oberleitungsausführung (Hochkette, Einfachfahrleitung) sowie Mastdesign und Mastpositionierung (siehe hierzu Leistungsbereich Verkehrs- und Freianlagenplanung Los 1).
- Erstellung der notwendigen Lagepläne und regelmäßigen Querschnittszeichnungen
- Konzepte für die Speisung und Schaltung der Fahrleitungsanlage inkl. Steuereinheiten entlang der Strecke sowie Steuerung aus der Leitstelle

Die Trasse ist im Rahmen der Entwurfsplanung vollständig und durchgängig mit einer Fahrleitungsanlage zu planen. Die in der Vorplanung identifizierten potenziell oberleitungsfreien Abschnitte (EMV-Betrachtung) sind detailliert zu prüfen und mögliche technische Lösungen zur Realisierung einer durchgehenden Oberleitungsführung zu bewerten. Als Rückfallebenen sind mindestens folgende Entwurfsvarianten für die kritischen Bereiche in Absprache zu bewerten und auszuarbeiten:

- Durchgehende Oberleitung mit spannungsfreien geschalteten Bereichen.
- Kombination aus spannungsfrei geschalteten Bereichen und oberleitungsfreien Bereichen.

Hierbei sind rechnerisch und/oder mittels Simulation die erforderlichen Batteriespeicherkapazitäten der Fahrzeuge zu ermitteln, die notwendig sind, um Lücken in der Traktionsenergieversorgung via Oberleitung zuverlässig zu kompensieren. Die Ermittlung hat unter Berücksichtigung relevanter Betriebszustände, Lastfälle und Randbedingungen zu erfolgen und dient als Grundlage für die Bewertung der technischen und betrieblichen Umsetzbarkeit entsprechender Fahrzeug- und Energieversorgungskonzepte. Siehe hierzu den Punkt in den besonderen Leistungen.

### **Mechanische & statische Auslegung**

- Konzept zur Mastgründung und Vorbemessung der Fundamente für unterschiedliche Mastdimensionen und Bodenbeschaffenheiten ggf. unter Grundlage der Baugrunduntersuchung (Baugrunduntersuchungen sind nicht Bestandteil dieser Ausschreibung)
- Alternative Gründungsverfahren für unterschiedliche Bodenverhältnisse und Einbaupositionen
- Musterstatiken für alle relevanten Mastvarianten
- Mechanische und statische Nachweise unter allen relevanten Lastfällen (Wind, Eis, etc.) für:
  - Fundamente
  - Oberleitungsmaste sowie Anbauteile
  - Wandanker
  - Abspannungen
  - Seilsysteme (Kettenwerk)
- Berücksichtigung der Mehrfachnutzung von Masten (z. B. Ausleger für Beleuchtung oder Lichtsignalanlagen).
- Aufstellen von Vergleichsrechnungen für eventuell notwendige Wandanker
- Konzept zur Reduktion der Lärm- & Vibrationsemissionen während Einbau und Montage

### Elektrotechnische Auslegung

- Elektrische Auslegung der Fahrleitungsanlage (Tragseil, Fahrdraht, Hänger, Isolatoren, Stromtragfähigkeit, dynamische Eigenschaften, Systemlasten).
- Erarbeitung eines Blitzschutzkonzeptes
- Ausstellen eines Erdungs- und Potenzialausgleichskonzeptes
- Erarbeitung eines Konzeptes zur Vermeidung elektrochemischer Korrosion (Streustromkorrosion).
- Definition von Streckentrennern (Isolationsstößen), Speiseabschnitten sowie Berücksichtigung der Erweiterungsfähigkeit (IBS2/IBS3, Betriebshof).
- Definition der Einspeisepunkte, Mastschalter, ggf. Erdungsstellen (automatische Erdungssysteme)
- Fortschreibung der EMV-Bewertung der Oberleitung (Siehe hierzu den Punkt in den besonderen Leistungen).

### Straßenbeleuchtung entlang der Strecke

- Auswahl geeigneter Leuchtenstandorte und Maste
- Berücksichtigung der Platzverhältnisse Konfliktprüfung mit Sicherheitsabständen im Straßenraum sowie mit der Unterirdischen Infrastruktur
- Prüfung der Nutzung von Synergieeffekten (Mastverfachnutzung: Oberleitung, Straßenbeleuchtung, ggf. LSA)
- Integration in das Gesamtkonzept der öffentlichen Beleuchtung
- Leerrohrtrassen für die Straßenbeleuchtung entlang der Trasse

## 3.3 Fachplanung Technische Ausrüstung (Fahrleitungsanlage)

Die Leistungsphasen 1 und 2 wurden bereits erbracht, von dem\*der Planer\*in sind diese auf Vollständigkeit, Plausibilität und technische Umsetzbarkeit zu überprüfen (siehe zusätzliche Leistungen).

Die Leistungen für die *Technische Ausrüstung* orientieren sich in Anlehnung an HOAI § 53 (2) die Anlagengruppe 4. Starkstromanlagen und nach HOAI § 55. Es handelt sich um die Fachplanung für das Objekt Schiene (siehe Leistungsbeschreibung Los1)

Hinweis: Die Auftraggeberin geht davon aus, dass das Mastsystem für die Oberleitung Teil der Fachplanung Technische Ausrüstung ist. Weiter geht die Auftraggeberin davon aus, dass kein gesondertes Leistungsbild Fachplanung Tragwerksplanung für das Mastsystem erforderlich ist, da es sich nicht bei den Mastanlagen nicht um ein Gebäude oder um Ingenieurbauwerke handelt.

### 3.3.1 Leistungsumfang Entwurfsplanung

#### 3.3.1.1 Grundleistungen

Es werden alle Positionen der Grundleistungen aus Anlage 27 (HOAI - Anlage 15 zu § 55 Absatz 3, § 56 Absatz 3) abgerufen.

#### 3.3.1.2 Besondere Leistungen

##### a) Detaillierte EMV-Untersuchung:

**Ziel der Maßnahmen** ist neben der Fortschreibung der EMV-Betrachtung die Vermeidung oberleitungsfreier Bereiche, sodass eine Reduzierung bzw. vollständige Vermeidung des Einsatzes von Traktionsbatterien möglich ist. Wie auch die Sicherstellung eines durchgängigen, elektromagnetisch verträglichen Stadtbahnbetriebes.

Die EMV-Betrachtung dient der frühzeitigen Identifikation und fachtechnischen Bewertung potenzieller elektromagnetischer Einwirkungen auf das Umfeld. Ziel ist es, in enger Abstimmung mit den relevanten Stakeholdern geeignete technische und betriebliche Maßnahmen zu entwickeln, um eine durchgängige Elektrifizierung der Stadtbahn mittels Oberleitungsanlage – ohne Einsatz fahrzeugseitiger Energiespeichersysteme – zu ermöglichen.

Sofern eine durchgängige Oberleitungslösung aus technischen, genehmigungsrechtlichen oder umgebungsbedingten Gründen nicht realisierbar ist, sind die Randbedingungen so zu optimieren, dass die erforderliche Systemgröße etwaiger fahrzeugseitiger Akkusysteme auf das technisch und wirtschaftlich notwendige Minimum begrenzt wird.

Die folgenden Punkte dienen als Orientierung und als Kalkulationsgrundlage, der\*die Bieter kann sofern zweckmäßig von diesem Vorschlag abweichen.

- 1) **EMV-Simulation der Oberleitungsanlage:** Durchführung einer rechnergestützten EMV-Simulation der zu planenden Oberleitungsanlage zur Bewertung elektromagnetischer Einwirkungen auf benachbarte Anlagen und Systeme, insbesondere im Bereich sensibler Nutzungen (z. B. Forschungs- und medizinische Einrichtungen). Dabei sind relevante Betriebs- und Lastzustände (z. B. Anfahrvorgänge, Mehrzugbetrieb) sowie einschlägige normative und regulatorische Vorgaben zu berücksichtigen.  
Hinweise: Aus der Vorplanung liegt eine Liste mit sensiblen Anlagen vor, sowie erste Grundideen zur Kompensation mögliche EMV-Auswirkungen.
- 2) **Stakeholderdialoge:** Im Rahmen der EMV-Betrachtung sind mindestens vier strukturierte Stakeholderdialoge vorzubereiten und durchzuführen. Ziel der Dialoge ist es das betroffene Umfeld einzubinden, EMV-relevante Fragestellungen transparent darzustellen, und gemeinsam mit den Stakeholdern tragfähige Lösungen zur Realisierung einer durchgängigen Elektrifizierung via Oberleitung zu erarbeiten. Die Dialoge sind fachlich vorzubereiten, zu moderieren und in geeigneter Form zu dokumentieren.
- 3) **Bestandssichernde EMV-Messungen:** Durchführung bestandssichernder EMV-Messungen an mindestens zehn repräsentativen Bereichen entlang der geplanten Strecke. Je Messbereich sind die relevanter EMV-Kenngrößen (z. B. magnetische und elektrische Felder, Störströme) zu erfassen. Hierbei sind typische Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen.
- 4) **Auswertung und Bewertung:** Fachliche Auswertung und Gegenüberstellung der Ergebnisse aus EMV-Simulationen und Messungen. Bewertung der EMV-Situation im Bestand sowie perspektivisch bei Betrieb eines oberleitungsgebundenen ÖPNV-Systems.
- 5) **Ableitung und Bewertung von Kompensationsmaßnahmen:** Auf Grundlage der durchgeführten EMV-Simulationen und bestandssichernden EMV-Messungen sind geeignete EMV-Kompensations- und Minderungsmaßnahmen abzuleiten, zu beschreiben und fachlich zu bewerten. Die Maßnahmen sind hinsichtlich ihrer EMV-Wirksamkeit, ihrer technischen und betrieblichen Umsetzbarkeit qualitativ zu bewerten.
- 6) **Rückspiegeln der Erkenntnisse in die Entwurfsplanung der Fahrleitungsanlage**
- 7) **Dokumentation** Erstellung eines zusammenfassenden EMV-Berichts mit Beschreibung der Methodik, Darstellung der Simulationen und Messergebnisse, fachlicher Bewertung, Darstellung der abgestimmten und empfohlenen Maßnahmen als Grundlage für weitere Planungs-, Genehmigungs- und Entscheidungsprozesse.

## b) Zweiter Rettungsweg

**Ziel der Maßnahmen** ist die Sicherstellung, dass für alle Bestandsgebäude entlang der Trasse ein funktionsfähiger zweiter Rettungsweg vorhanden ist und – sofern kein baulicher

Rettungsweg besteht – dieser über die Feuerwehr durch nachgewiesene Aufstellflächen gewährleistet wird.

Der\*Die Auftragnehmer\*in erbringt mindestens folgende Leistungen:

- 1) **Einholen und Prüfen der Bestandssituation**
  - Prüfung sämtlicher Bestandsgebäude entlang der Trasse hinsichtlich des Vorhandenseins eines zweiten baulichen Rettungsweges gemäß geltender Landesbauordnung.
  - Feststellung, für welche Nutzungseinheiten kein zweiter baulicher Rettungsweg vorhanden ist.
- 2) **Bewertung des zweiten Rettungsweges über die Feuerwehr**
  - Ermittlung, inwieweit für die betroffenen Bereiche der zweite Rettungsweg über Rettungsgeräte der Feuerwehr (z. B. Drehleiter) sichergestellt werden muss bzw. kann.
- 3) **Prüfung der Erforderlichkeit von Feuerwehraufstellflächen**
  - Prüfung, wo entlang der Trasse Feuerwehraufstellflächen erforderlich sind, um den zweiten Rettungsweg für die betroffenen Bestandsgebäude sicherzustellen.
- 4) **Zeichnerischer Nachweis**
  - Erstellung eines zeichnerischen Nachweises der dann erforderlichen Feuerwehraufstellflächen für Drehleiterfahrzeuge entlang der gesamten Trasse.
  - Der Nachweis umfasst:
    - maßstäbliche Draufsichten (Lagepläne) mit Darstellung von Anfahrtswegen, Aufstell- und Bewegungsflächen,
    - Schnittdarstellungen in ausreichender Anzahl, aus denen die Erreichbarkeit der relevanten Geschosse, Fenster und Rettungsöffnungen eindeutig hervorgeht.
  - Die Darstellungen sind in Abstimmung mit den zuständigen Rettungskräften zu erstellen.
- 5) **Alternativfindung und Kalkulation**

Sofern Maßnahmen im Zusammenhang mit der Stadtbahn dazu führen, dass der zweite Rettungsweg auch unter Einsatz von Geräten der Feuerwehr nicht mehr sichergestellt werden kann, sind für die betroffenen Bereiche geeignete Alternativlösungen mit der Auftraggeber\*in abzustimmen. Diese sind sowohl in technischer als auch in wirtschaftlicher (z.B. Baukosten für eine gesonderte Rettungsleiter am Bauwerk) Hinsicht zu bewerten.
- 6) **Nachweisführung**
  - Nachweis, dass für alle Bereiche ohne zweiten baulichen Rettungsweg ein funktionierender zweiter Rettungsweg über die Feuerwehr sichergestellt ist.

### c) **Konzept Rettungsgerät (optional)**

**Ziel der Maßnahmen** ist die Erstellung eines ersten Grobkonzepts zu den erforderlichen technischen Einsatzmitteln für Rettungskräfte, insbesondere für die Feuerwehr, bei Einsätzen im Bereich von Stadtbahnanlagen mit Oberleitungsanlagen. Dabei ist fachlich darzustellen, welche Geräte durch die Feuerwehr vorzuhalten sind beziehungsweise gegebenenfalls neu zu beschaffen wären, um Rettungseinsätze unter oder in unmittelbarer Nähe der Fahrleitungsanlage sicher und effektiv durchführen zu können.

Der Umfang der Maßnahme bezieht sich in dieser Planungsphase auf zwei halbtägige Workshops, die mit den Rettungskräften durchzuführen sind, sowie auf die Dokumentation der Ergebnisse in Form eines Berichtes.

#### **d) Städtebaulich-gestalterische Integration der Oberleitungsanlage (optional)**

Im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung sind über die Grundleistungen hinausgehende Leistungen zur städtebaulichen und gestalterischen Integration der Oberleitungsanlage zu erbringen. Diese umfassen insbesondere:

- Analyse und Bewertung der städtebaulichen Situation sowie sensibler Bereiche (z. B. historisch geprägte Stadträume, Sichtachsen, Platzräume)
- Entwicklung von Gestaltungskonzepten für Maste, Ausleger und Aufhängungssysteme unter Berücksichtigung architektonischer und gestalterischer Anforderungen
- Variantenuntersuchungen zur Minimierung visueller Beeinträchtigungen (z. B. alternative Mastanordnungen, Fassadenbefestigungen, reduzierte Querspannweiten)
- Abstimmung mit zuständigen Behörden, Stadtplanungsämtern, Denkmalpflege und weiteren Trägern öffentlicher Belange
- Erstellung ergänzender Unterlagen (Visualisierungen, 3D-Modelle, Gestaltungsskizzen) zur Beurteilung der Einbindung in das Stadtbild
- Integration der Ergebnisse in die Entwurfs- und Genehmigungsunterlagen

#### **e) Erstellung digitalen Modell der Fahrleitungsanlage (optional)**

Die optionale Leistung dient der schrittweisen Entwicklung eines digitalen Modells als Grundlage für zukünftige BIM-Anwendungen (auch abseits der Stadtbahnplanung). Die im Planungsprozess erzeugten CAD-Daten sind so aufzubereiten, dass sie später auch gewerkeübergreifend in BIM-Prozessen weiterverwendet werden können. Eine Planung nach der BIM-Methodik ist nicht Bestandteil der Ausschreibung.

In der Kiel bestehen derzeit keine verbindlichen BIM-Vorgaben (z. B. AIA, BAP) und kein zentrales BIM-Management. Die konkrete Ausgestaltung des digitalen Modells erfolgt projektbegleitend in Abstimmung mit dem Auftraggeber. Die hier getroffenen Annahmen zu Modelltiefe und Attributierung dienen der Kalkulation und können im Projektverlauf angepasst werden.

Ein digitales Geländemodell (DGM) wird durch den Auftraggeber bereitgestellt. Diese ist zu übernehmen, auf Plausibilität und Eignung zu prüfen und dann projektbezogen weiterzuverwenden. Eine Neuvermessung oder grundlegende Neuerstellung des DGM ist nicht Bestandteil der Leistung.

Modellumfang Technische Anlagen:

- Fahrleitungsanlagen (Mastsysteme, Ausleger, Fahrdracht, Abspannungen, Trennstellen)
- Beleuchtungsanlagen (Masten)

Das digitale Modell ist mit einem Detaillierungsgrad von mindestens LOD 300 zu erstellen.

Die Modellierung hat zu erfolgen:

- lage- und höhenkorrekt (georeferenziert)
- maßstäblich
- objektorientiert (bauteilbezogen)

Für die modellierten Objekte sind mindestens folgende Attribute zu hinterlegen:

- Bauteilbezeichnung / Name
- Geometrische Abmessungen (Länge, Breite, Höhe)

- Material
- Bauteilkategorie / Funktion

Eine vollständige betriebliche oder ausführungsbezogene Attributierung ist nicht geschuldet.

Die Daten sind in einem offenen und weiterverarbeitbaren Format bereitzustellen (IFC (Industry Foundation Classes), Version 4.x oder höher). Zusätzlich können native Planungsformate übergeben werden. Die Modelle sind einheitlich zu strukturieren, eindeutig zu benennen und gewerkeweise nachvollziehbar zu gliedern

Nicht Bestandteil dieser Leistung sind:

- Ausführungsmodelle (LOD 400 oder höher)
- Bestandsmodelle im Sinne eines As-Built-Modells
- vollständige Kollisionsprüfungen aller Gewerke
- vollständige BIM-Prozessimplementierung (z. B. BAP, CDE-Betrieb)

### 3.3.2 Leistungsumfang Genehmigungsplanung

#### 3.3.2.1 Grundleistungen

Es werden alle Positionen der Grundleistungen aus Anlage 27 (HOAI - Anlage 15 zu § 55 Absatz 3, § 56 Absatz 3) abgerufen.

## Leit-/ Sicherungstechnik

### 4 Leistungspaket 12: Leit- und Sicherungstechnik

#### 4.1 Einordnung

Gegenstand dieses Leistungspakets ist die Erbringung sämtlicher Planungsleistungen für die Leit- und Sicherungstechnik (LST) der Stadtbahn Kiel die bis zur Genehmigungsplanung erforderlich sind. Die Leistungen umfassen mindestens alle für die Entwurfs- und Genehmigungsplanung erforderlichen Planungen zur funktionellen, elektrotechnischen und systemtechnischen Beschreibung der LST.

Das LST-System ist so auszulegen, dass die Umsetzung eines teilautomatisierten Betriebs (GoA2) als Zielzustand ermöglicht wird. Im Rahmen der Entwurfsplanung ist dabei zu klären in welchem Umfang (z.B. nur besonderer Bahnkörper) dies bei der Genehmigungsplanung berücksichtigt werden kann. Mindestzustand im Hinblick auf die Genehmigungsplanung ist die Sicherstellung des regelkonformen Betriebs gemäß BOStrab („manuelles Fahren auf Sicht“).

Das Leistungspaket umfasst weiter die Ansteuerung der Signalisierung, die Fernwirkeinrichtungen, die Fahrwegsteuerungen und die Kommunikationswege sowie im Zuge des teilautomatisierten Betriebes auch Zugsicherungs- und Zugbeeinflussungssysteme. Dabei sind u.a. folgende Schnittstellen zwingend zu berücksichtigen:

- Signalisierung für Individualverkehr (Lichtsignalanlagen)
- ÖPNV-Bevorrechtigung und Verkehrsmodellierung
- Kommunikation, ITCS-System der KVG

Der Bereich LST beziehen dabei sich nicht ausschließlich auf die zu errichtende Trasse, sondern umfasst weiter die Leitstelle sowie die Fahrzeuganforderungen und gegebenenfalls themenbezogen den Betriebshof. Da in Kiel insgesamt ein neues Stadtbahnssystem implementiert wird, bestehen – mit Ausnahme der Kommunikationsschnittstelle zum Busbetrieb – keine einschränkenden Randbedingungen. Fehlende Informationen sind im Zuge der Planung durch sachgerechte, mit der Auftraggeberin abgestimmte Annahmen zu berücksichtigen.

Eine bekannte aber noch nicht im Detail definierte Schnittstelle bildet der zukünftige Betriebshof der Kieler Stadtbahn. Hier sollen die Fahrbewegungen außerhalb der Werkstätten autonom (GoA 4) erfolgen, wobei als Rückfallebene das klassische „Fahren auf Sicht“ (GoA 0/1) mit Fahrpersonal auch hier uneingeschränkt möglich bleiben soll.

Konkrete Anforderungen an die Fahrzeuge sind zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht festgelegt. Die Ausstattung der Fahrzeuge mit Fahrerassistenzsystemen, wie beispielsweise Fahrstandsignalisierung, Kollisionswarn- und Notbremssystemen, Systemen zur Signal- und Geschwindigkeitsüberwachung und weiteren Systeme für Automatic Train Operation (ATO) Anwendungen sind im Rahmen der Entwurfsplanung in Absprache mit der Auftraggeberin zu diskutieren.

## 4.2 Projektspezifische Umfangsbeschreibung

Die nachfolgende Beschreibung dient als Konkretisierung der HOAI-Leistung.

### Systemfunktionen und Betriebsanforderungen (LST-Gesamtsystem)

Der\*Die Auftragnehmer\*in ermittelt und beschreibt alle funktionalen Anforderungen der LST. Die Dokumentation umfasst:

- Funktionsbeschreibungen
- Ablauf-, Funktions- und Abhängigkeitsdiagramme
- Übersichts-, Signal- und Leitungspläne

Zu berücksichtigen sind folgende Betriebsmodelle:

- Klassischer Betrieb nach BOStrab („Fahren auf Sicht“, GoA0/1), ohne Zugsicherungs-/Zugbeeinflussungssysteme
- Teilautomatisierter Betrieb (GoA2), mit Zugsicherungs-/Zugbeeinflussungssysteme

### Streckenbezogene LST-Objekte

Funktional zu planen und darzustellen sind u.a.:

- Signalanlagen: Standorte, Signalbilder, Freigaberegeln, Abhängigkeiten zu Weichen und Fahrzeugortung, Verhalten bei Störungen, Lagepläne
- Fahrsignalanlagen: Abläufe, Störfall- und Rückfallkonzepte an Konfliktpunkten wie Endhaltestellen
- Fernwirkrichtungen und Weichenanlagen: Steuerung, Endlagenüberwachung, Rückmeldung an Leitstelle, Redundanz
- Sicherungseinrichtungen: Lage, Auslösebedingungen, Auswirkungen auf Betrieb, Rücksetzung, Störfallkonzepte
- Streckenseitige Fahrzeugortung: Balisen, RFID, virtuelle Marker; Genauigkeit, Plausibilisierung, Abhängigkeiten
- Kommunikationsschnittstellen zwischen Signalanlagen, Weichen, Fahrzeugen, Leitstelle, etc.
- Zugsicherungs- und -beeinflussungssysteme (Schlagworte: ATO - Automatic Train Operation, ATP - Automatic Train Protection, ATS- Automatics train Supervision)

Für alle Objekte sind Abhängigkeitsdiagramme, Funktions- und Ablaufpläne, Notfall- und Rückfallstrategien und Redundanzkonzepte zu erstellen.

### Fahrzeugseitige Komponenten und Schnittstellen

Für das Stadtbahnssystem Kiel liegt derzeit kein abschließend definiertes Fahrzeugkonzept vor. Der\*Die Auftragnehmer\*in hat jedoch die funktionalen Anforderungen hinsichtlich der LST an die Fahrzeuge zu definieren, die als Grundlage für die spätere Beschaffung der Fahrzeuge dienen.

- Ortungskomponenten: Funktional beschreiben, Genauigkeit und Zusammenspiel mit Streckensystemen
- Fahrerassistenz- und Überwachungsfunktionen sowie Führerstandanzeigen (Driver Machine Interface, DMI)
- Schnittstellen LST – Fahrzeug: Datenflüsse, Reaktionszeiten, Sicherheitsanforderungen, Verhalten bei Ausfällen, technologieoffen
- Störfall- und Notfallkonzepte: Reaktion bei Ausfall von Signalen, Ortung, Kommunikation
- Zugsicherungs- und -beeinflussungssysteme (Schlagworte: ATC - Automatic Train Control, ATO - Automatic Train Operation, ATP - Automatic Train Protection, ATS- Automatic Train Supervision)

Alle Anforderungen sind in einem Anforderungskatalog zu dokumentieren.

### Zentrale/betriebliche LST-Systeme

- Beschreibung der Prozessleittechnik

- Sicherheitsgerechte Steuer- und Überwachungssysteme: redundanzgerecht, fail-safe, Störfall- und Rückfallkonzepte
- Konzept zur Integration von SCADA-Systemen zur Betriebssteuerung (z. B. Mitnahmen, Speiseabschnitte, Weichenheizung, Haltestellentechnik, Gleichrichterunterwerke)

### **Teilautomatisierter Betrieb**

- Potenzialanalyse für den teilautomatisierten Betrieb (GoA2) – Streckeneignung
- Bewertung der technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit
- Abwägung zwischen Investitions- und Betriebskosten
- Identifikation direkt umsetzbarer Maßnahmen sowie ggf. perspektivische Erweiterungen
- Erstellung eines Betriebskonzeptes

### **Berücksichtigung der Schnittstellen zu angrenzenden Systemen**

- Betriebsleitsysteme (ITCS/RBL)
- Priorisierungen (ÖPNV, Rettungskräfte)
- Lichtsignalanlagen (LSA)
- Erweiterte Systeme wie Fahrgastinformationssysteme (DFI)
- Weitere trassenseitige Einrichtungen (z. B. Kurvenschmieranlagen)

### **Übergang Strecke – Betriebshof**

Der Übergang zwischen „Strecken-LST“ und „Betriebshof-LST“ ist funktional, betrieblich und sicherheitstechnisch zu beschreiben, inkl. der Fahrzeugübergabestelle und dem Betriebszustandswechsel.

### **Sicherheits- und Redundanzkonzepte**

- Redundanzgerechte Systemarchitekturen
- Planung doppelter Steuer- und Überwachungssysteme
- Redundante Kommunikations- und Energieversorgung
- Abgesicherte Schnittstellen Strecke – Fahrzeug – Leitstelle
- Störfall-, Notbetriebs- und Rückfallstrategien
- Maßnahmen zu den Bereichen Cybersecurity und Kritische Infrastruktur

### **Betriebsfunk und drahtlose Übertragungssysteme**

- Planung und Entwurf der Betriebsfunkanlagen zur Sicherstellung der durchgehenden Kommunikationsfähigkeit zwischen Fahrpersonal, Leitstelle und weiteren Betriebsstellen
- Planung und Entwurf der Kommunikation zwischen den technischen Anlagen (z.B. LST, LSA, Fahrzeug, Leitstelle, FIS, etc.) und deren Redundanz
- Festlegung der Funktechnologien (z. B. 5G, WLAN, Campusnetze) unter anderem auch für die ausreichende Netzabdeckung in Fahrzeugen, an Haltestellen und den Streckenabschnitten.
- Planung und Auslegung des funkbasierten Kommunikationsnetzes inkl. Access-Point-Positionsplanung, Funkabdeckungsnachweisen, Definition von Übertragungsparametern (Datenrate, Latenz, Paketverlustrate) sowie Redundanzkonzepten.

### Kabelgebundene Kommunikationstechnik

- Planung eines (oder mehrerer) Glasfaserrings für Datenkommunikation im Stadtbahnnetz mit Fernwirkereinrichtungen, Signalanlagen, Leitstelle usw.
- Planung von Leerrohrsystemen entlang der Trasse für zukünftige Erweiterungen
- Konzeption und Einbindung von technischen Einrichtungen an allen Haltestellen (Musterhaltestellen) wie z.B. Notrufeinrichtungen
- Grundkonzept für Kameraüberwachung an Haltestellen und weiteren betrieblich relevanten Stellen unter Berücksichtigung datenschutzrechtlicher Anforderungen
- Erstellung eines Kommunikations- und Netzkonzepts einschließlich aller Übertragungsmedien (Glasfaser, Kupfer, Funk)
- Dimensionierung der Kommunikationswege unter Berücksichtigung von Bandbreitenanforderungen, Redundanzen und Ausfallsicherheit

### Fahrgastinformation

- Konzepterstellung für eine Echtzeit-Fahrgastinformationssystem mit dynamischer Steuerung und zentralem Monitoring
  - Planung dynamischer Fahrgastanzeigen (DFI) an Haltestellen und in Fahrzeugen mit Echtzeitdaten zu Ankunfts- und Abfahrtszeiten (ohne Designleistungen)
  - Klärung der Integration der Fahrgastinformationssysteme in das ITCS der KVG
- Konzept zur Integration von ITCS, Fahrplan- und Fahrpersonalsystemen

## 4.3 Fachplanung Technische Ausrüstung LST

Die Leistungsphasen 1 und 2 wurden bereits erbracht, von dem\*der Planer\*in sind diese auf Vollständigkeit, Plausibilität und technische Umsetzbarkeit zu überprüfen (siehe zusätzliche Leistungen).

Die Leistungen für die *Technische Ausrüstung* orientieren sich in Anlehnung an HOAI § 53 (2) die Anlagengruppe 5. Fernmelde- und informationstechnische und nach HOAI § 55. Es handelt sich um die Fachplanung für das Objekt Schiene (siehe Leistungsbeschreibung Los 1, Anlage 24)

### 4.3.1 Leistungsumfang Entwurfsplanung

#### 4.3.1.1 Grundleistungen

Es werden alle Positionen der Grundleistungen aus Anlage 27 (HOAI - Anlage 15 zu § 55 Absatz 3, § 56 Absatz 3) abgerufen.

#### 4.3.1.2 Besondere Leistungen

##### a) Automatisierter Betrieb CBTC/ATO-Anwendung

Wie beschrieben ist das LST-System ist so auszulegen, dass die Umsetzung eines teilautomatisierten Betriebs (GoA2) als Zielzustand ermöglicht wird. Gleichzeitig ist sicherzustellen, dass ein regelkonformer Betrieb gemäß BOSTrab („manuelles Fahren auf Sicht“) jederzeit uneingeschränkt möglich bleibt. Diese Planungsleistung wird nach Auffassung der Auftraggeberin nicht vollumfänglich durch die Grundleistungen der HOAI abgedeckt. Daher sind zu diesem Themenkomplex hier Mindestleistungen als Bausteine für die Realisierung des teilautomatisierten Betriebs aufgeführt:

## **Systemdefinition, Betriebs- und Sicherheitskonzept (GoA2)**

- Definition der funktionalen Anforderungen an ein GoA2 Stadtbahnsystem auch unter Berücksichtigung eines nur stufenweisen Ausbaus (z.B. zunächst Fahrerassistentenfunktionen, später teil- oder vollautomatisierter Betrieb),
- Beschreibung der notwendigen Hardwarekomponenten, insbesondere:
  - streckenseitige Ausrüstung
  - fahrzeugseitige Komponenten
  - zentrale Leitsysteme
- Entwicklung eines Betriebskonzepts für den teilautomatisierten Betrieb (GoA2) einschließlich aller relevanten Betriebsarten (Normalbetrieb, manueller Betrieb, Störfall- und degradierte Betriebsarten)
- Beschreibung der Übergänge zwischen automatischem und manuellem Betrieb
- Sicherstellung der BOStrab-Konformität in allen Betriebszuständen
- Entwicklung eines Sicherheitskonzepts gemäß einschlägigen Normen
- Definition von Sicherheitsanforderungsstufen (SIL), Strukturierung eines genehmigungsfähigen Safety Case

## **Herstellerdialoge**

CBTC-Anwendungen (Communication-Based Train Control) sind teilweise als proprietäre Gesamtsysteme konzipiert. Hersteller und Systemanbieter verfolgen unterschiedliche Systemarchitekturen, Migrationsstrategien und Schnittstellenphilosophien. Vor diesem Hintergrund ist ein strukturierter Herstellerdiallog zu führen, um mögliche Herausforderungen bei der Umsetzung frühzeitig zu identifizieren.

## **Potenzial- / Betriebsanalyse**

- Streckenabschnittsbezogene Analyse, ob ein Betrieb nach GoA 2 auf der gesamten IBS 1 Strecke oder nur auf Teilabschnitten technisch, betrieblich, rechtlich umsetzbar ist.
- Erweiterung der Analyse auf die Streckenabschnitte IBS2 und IBS3
- Analyse der Auswirkungen der vorgesehenen CBTC-/ATO-Funktionen auf einen Mischbetrieb mit einem konventionellen System.

## **Fachliche Abstimmung und normativer Rahmen**

- Abstimmung mit relevanten fachlichen und institutionellen Gremien, insbesondere dem Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) und anderen relevanten Stakeholdern unter Einbindung der LHK.
- Es sind Workshops zur Themenvermittlung vorzubereiten und durchzuführen; Bedarf und Umfang sind im Projektverlauf zu identifizieren. Kalkulatorisch ist von mindestens fünf ganztägigen Workshops vor Ort (Kiel) mit der TAB sowie weiteren Ämtern und Behörden auszugehen.

## **Kosten- Nutzenbewertung**

- Im Rahmen der Kosten-Nutzenbewertung ist eine kompakte, aber belastbare Gegenüberstellung der Investitions-, Betriebs- und Instandhaltungskosten (CAPEX/OPEX) mit den erwarteten Nutzenpotenzialen zu erstellen.

## **Rechtliche Einordnung und Haftung/Versicherung**

- Analyse der nationalen und europäischen Rechtslage zu automatisierten Systemen im öffentlichen Verkehr, einschließlich Straßenverkehrsrecht, Eisenbahn-/Straßenbahnrecht, Produkthaftung und Datenschutz
- Prüfung bestehender Zulassungs- und Betriebsvorschriften (BoStrab, StVO, TAB) hinsichtlich automatisierter Fahrfunktionen und Integration in den Regelbetrieb.
- Ermittlung von Haftungsrisiken und -verantwortlichkeiten bei Betriebsstörungen oder Unfällen
- Bewertung der Verantwortlichkeiten zwischen Betreiber\*in, Hersteller\*in, Softwareanbieter\*in und ggf. Drittparteien

### **Konzept für Zulassungspfade**

- Erstellung eines Konzepts für die Zulassung unter Berücksichtigung von BoStrab, möglichen TAB-Anforderungen, Sicherheitslinien und entsprechenden Regelwerken.
- Darstellung eines realisierbaren Stufen-/Migrationskonzeptes für die Betriebsaufnahme (IBS1) und den späteren Ausbauphasen (IBS2 und IBS3).

### **Entscheidungsgrundlagen, Ausarbeitung der Pläne und Dokumentation**

- Zusammenfassung der Ergebnisse in einem schlüssigen Integrations- und Entwicklungskonzept
- Darstellung von Varianten und Entwicklungspfaden einschließlich einer qualitativen Bewertung von Chancen, Risiken und Schnittstellen,
- Bereitstellung einer belastbaren Entscheidungsgrundlage für weiterführende Planungs- und Vergabeschritte.

Die beschriebenen Leistungen sind als integraler Bestandteil der Planung zu verstehen und in einer Tiefe zu erarbeiten, die eine belastbare Entwurfsplanung sicherstellt. Ziel ist es, eine Planungsgrundlage zu schaffen, die in der nachfolgenden Phase zu einer erfolgreichen Genehmigung eines Betriebes nach GoA2 führt.

Sofern zweckmäßig, ist es dem\*der Bieter\*in freigestellt, im Rahmen der Angebotserstellung von den beschriebenen Leistungsbausteinen abzuweichen und einen fachlich gleichwertigen oder verbesserten Alternativvorschlag vorzulegen.

## **b) Leitstellen- und Bedienkonzept für die Kieler Stadtbahn (optional)**

Der\*Die Auftragnehmer\*in hat ein integriertes Leitstellen- und Bedienkonzept zu entwickeln, das den sicheren und planmäßigen Betrieb der Kieler Stadtbahn gewährleistet. Hierbei sind wiederum die automatisierten oder teilautomatisierten Betriebsformen mitzudenken. Ziel ist die konzeptionelle Auslegung einer zentralen Leitstelle, die sowohl für Stadtbahn als auch Busbetrieb genutzt werden kann. Dabei sind Haupt- und Ersatzleitstelle, die Betriebsüberwachung, Steuerung und Alarmierung zu berücksichtigen. Zudem sind ggf. zusätzliche Systemoperatoren (Arbeitsplätze) für eine spätere automatisierte Betriebsform mitzudenken. Die örtliche Einbindung, bauliche Umsetzung oder architektonische Planung sind nicht Bestandteil der Ausschreibung. Die Ermittlung der Anforderungen für den Busbetrieb sind ebenfalls nicht Bestandteil der Ausschreibung und werden bei Bedarf gestellt, Synergieeffekt sind jedoch aufzuzeigen.

### **1) Funktionale Definition (konzeptionell)**

Der\*Die Auftragnehmer\*in hat alle zentralen Leitstellenfunktionen und Betriebsabläufe konzeptionell zu definieren:

- Aufgaben und Verantwortlichkeiten: Festlegung, welche Aufgaben zentral gesteuert werden (Fahrwegfreigabe, Weichensteuerung, Störfallmanagement) und welche dezentral verbleiben.
- Betriebsabläufe: Beschreibung der Standard- und Notfallprozesse für Haupt- und Ersatzleitstelle, inklusive Übergabe zwischen Leitstellen, Koordination mit Betriebshöfen und Verkehrsmanagement.
- Schnittstellen: Definition der funktionalen und technischen Schnittstellen zu LST-, Kommunikations- und Leitsystemen (Fahrzeuge, Strecke, Infrastruktur, Verkehrsleitstellen).

### **2) Anforderungen an technische Komponenten (konzeptionell)**

Der\*Die Auftragnehmer\*in legt konzeptionell fest, welche Hardware, Software und Arbeitsplätze benötigt werden, um die Leitstellenfunktionen zu erfüllen:

- Bedien- und Visualisierungssysteme: Leitstellendisplays, Monitore zur Fahrweg- und Signalüberwachung, Arbeitsplätze für Bediener, Operator- und Supervisor-Funktionen.
- Anzeigetechnik: Statusanzeigen, Alarmvisualisierung, Ereignisprotokollierung, Priorisierung kritischer Meldungen.
- Betriebsüberwachung: Echtzeitdarstellung von Fahrplan, Fahrzeugpositionen, Signal- und Weichenstatus, Infrastrukturzuständen und Störungen.
- Ereignis- und Störmeldemanagement: Alarmierung, automatische Protokollierung, Dokumentation von Störfällen, Rückmeldungen an Personal, Eskalations- und Handlungslogik.
- Datenanbindung: Konzeptionelle Definition der Kommunikationswege (Funk, Glasfaser) zwischen Leitstelle, Fahrzeugen, Unterwerken und Betriebshöfen; Sicherheits- und Redundanzanforderungen für Datenverbindungen.
- Sicherungs- und Steuerungsfunktionen: Definition der Steuerungslogik für Signale, Weichen, Übergabepunkte, inklusive Notfall- und Teilausfallmodi.
- Personalbedarf und Aufgabenprofil: Anzahl Bediener, Supervisoren, Schichten, Aufgaben bei Normalbetrieb, Störfällen und Notbetrieb.

Die aufgeführten Punkte dienen als Orientierung sowie als Kalkulationsgrundlage, der\*die Bieter\*in kann im Rahmen der Angebotserstellung sofern zweckmäßig von diesem Vorschlag abweichen.

### c) Cybersecurity-Konzept

Erstellung eines Cybersecurity-Konzeptes für das Stadtbahnprojekt unter Berücksichtigung der normativen Anforderungen sowie der projektspezifischen Randbedingungen und Schnittstellen.

Der\*Die Auftragnehmer\*in erbringt mindestens folgende Leistungen:

#### 1) Risiko- und Bedrohungsanalyse

Identifikation, Analyse und Bewertung relevanter Cyber-Bedrohungen, Schwachstellen und Risiken.

#### 2) Definition von Schutzzielen und Sicherheitsniveaus

Festlegung von Schutzzielen (Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit) sowie Ableitung angemessener Sicherheitsniveaus.

#### 1) Schnittstellenanalyse

Bewertung von Schnittstellen zu bestehenden Systemen und externen Netzen (insb. KVG, LHK) und Definition entsprechender Sicherheitsanforderungen. Abstimmung des Cybersecurity-Konzeptes mit den relevanten Projektbeteiligten, insbesondere der LHK.

#### 2) Maßnahmenkonzept

Entwicklung und Beschreibung geeigneter

- organisatorischer,
- technischer und
- prozessualer Maßnahmen zur Gewährleistung der Cybersecurity.

Dokumentierte Risiko- und Bedrohungsanalyse, Maßnahmenkatalog inklusive Priorisierung, Cybersecurity-Bewertungsbericht sowie Präsentation der Ergebnisse.

#### d) KRITIS-Relevanz (optional)

Bewertung der Kritikalität der geplanten Stadtbahninfrastruktur im Hinblick auf eine Einstufung als Kritische Infrastruktur gemäß entsprechenden Richtlinien, Normen und Gesetzen.

Der\*Die Auftragnehmer\*in erbringt mindestens folgende Leistungen:

**1) Bewertung der KRITIS-Relevanz**

Analyse der Bedeutung für die öffentliche Daseinsvorsorge sowie der Auswirkungen eines Ausfalls. Einstufung des Gesamtsystems sowie einzelner Anlagen und Komponenten.

**2) Identifikation kritischer Komponenten**

Ermittlung besonders schutzwürdiger Anlagen und Systeme, insbesondere:

- Leitstellen und Betriebsleitsysteme
  - Energieversorgungsanlagen
  - Zugsicherungs-, Automatisierungs- und Kommunikationssysteme
- einschließlich qualitativer Bewertung der Schutzbedarfe (Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit).

**3) Auswirkungen und Empfehlungen**

Darstellung der Konsequenzen einer KRITIS-Einstufung auf Planung, Technik und Genehmigung. Ableitung von Handlungsempfehlungen und ggf. weiterem Untersuchungsbedarf für die weitere Planung. Dokumentierte Risiko- und Bedrohungsanalyse, Maßnahmenkatalog inklusive Priorisierung, KRITIS-Bewertungsbericht sowie Präsentation der Ergebnisse.

### 4.3.2 Leistungsumfang Genehmigungsplanung

#### 4.3.2.1 Grundleistungen

Es werden alle Positionen der Grundleistungen aus Anlage 27 (HOAI - Anlage 15 zu § 55 Absatz 3, § 56 Absatz 3) abgerufen.

## Signalanlagen und VTU

### 5 Leistungspaket 13: Signalanlagen und verkehrstechnische Untersuchungen

#### 5.1 Einordnung

**Gegenstand des Leistungspakets** ist die Erbringung sämtlicher Planungsleistungen für die Signalanlagen. Die Leistungen umfassen mindestens alle für die Entwurfs- und Genehmigungsplanung erforderlichen Planungen zur verkehrstechnischen, funktionalen und technischen Ausgestaltung der Signalanlagen nach StVO, RiLSA, BoStrab, den einschlägigen VDE-Vorschriften, dem Kieler Leitfaden (derzeit in der Erstellung durch die LHK) sowie den weiteren Standards der Landeshauptstadt Kiel. Zum Umfang gehören insbesondere die Erstellung von Signal- und Ablaufplänen, Signalzeitenplänen, Detektions- und Vorrangkonzepten, Konflikt- und Phasendiagrammen, Kabel- und Verrohrungsplänen, die Planung der Steuergeräte- und Maststandorte sowie alle erforderlichen Abstimmungen und Schnittstellenkoordinationen.

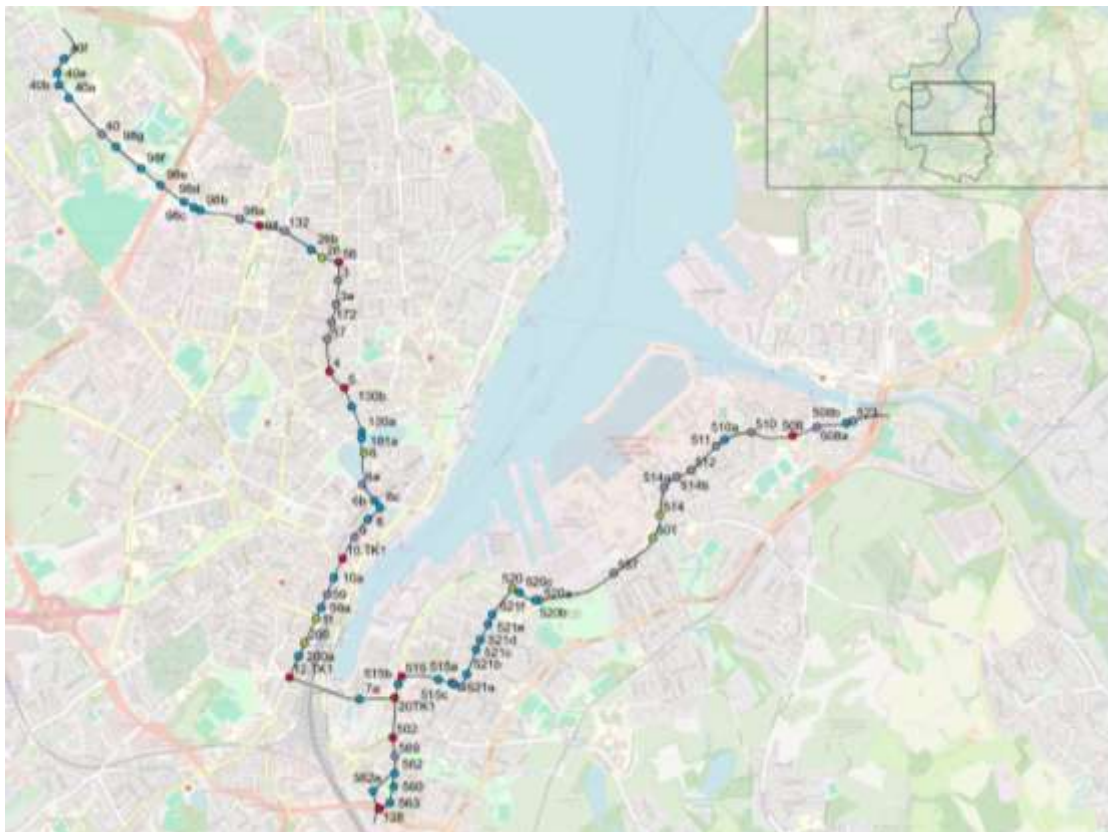


Abbildung 3: Übersicht LSA Anlagen entlang der IBS1

Ziel des Leistungspakets ist es, die Signalanlagen so zu planen, dass ein sicherer, leistungsfähiger und regelkonformer Betrieb des Stadtbahn- und Individualverkehrs unter Berücksichtigung des Fuß- und Radverkehrs gewährleistet ist. Die Planung hat alle

notwendigen Voraussetzungen für die Genehmigungsfähigkeit der Anlagen zu schaffen, einschließlich der Erstellung prüffähiger Pläne, technischer Nachweise und Untersuchungen. Darüber hinaus sind die technischen Grundlagen für die Anbindung an die Leit- und Sicherungstechnik, die Integration in städtische Verkehrssysteme sowie die langfristige Funktionsfähigkeit und Erweiterbarkeit der Signalanlagen zu berücksichtigen.

Im Rahmen der Stadtbahnplanung ist das Konzept der Fahrstandsignalisierung unter Nutzung von On-Board-Units (OBU) in den Stadtbahnfahrzeugen im Zuge der Entwurfsplanung konzeptionell zu betrachten und fachlich zu bewerten.

VISUM Modell: Im Rahmen einer laufenden Dienstleistung wird ein in Visum hinterlegtes KielRegionModell der KielRegion derzeit (Stand 19.03.2026) weiterentwickelt, kleinräumig kalibriert und auf IBS 1 zugeschnitten.

VISSIM Modell: Für die Werftstraße von der Kreuzung Elisabethstraße bis Kreuzung Wischhofstraße wird (Stand 19.03.2026) ein VISSIM-Modell erarbeitet. Zudem sind weitere 12 Lichtsignalanlagen entlang der IBS 1 in VISSIM simuliert worden. Die Ergebnisse sind im Rahmen der Entwurfsplanung fortzuschreiben.

## 5.2 Projektspezifische Umfangsbeschreibung

Die nachfolgende Beschreibung dient als Konkretisierung der HOAI-Leistung.

### Grundlagen & Konzepte

Der\*Die Auftragnehmer\*in hat die Entwurfsplanung für die Signalanlagen zu erarbeiten. Hierunter fallen mindestens folgende Punkte:

- Planung der Lichtsignalanlagen, insbesondere unter Beachtung:
  - der StVO, RiLSA,
  - der BoStrab
  - der einschlägigen VDE-Vorschriften,
  - des jeweils gültigen Kieler Leitfadens (in Erstellung durch die LHK),
  - sowie weiterer städtischer und betrieblicher Vorgaben,
- Anforderungen aus dem Bestand, dem Stadtbahn- und Individualverkehr sowie aus dem Fuß- und Radverkehr sind zu berücksichtigen,
- Definition der Schnittstelle für die Ansteuerung der Signale, zur Leit- und Sicherungstechnik (LST) sowie zu weiteren Verkehrssystemen.

Der\*Die Auftragnehmer\*in hat insbesondere die Kompatibilität mit dem bestehenden Kieler LSA-System zu prüfen und darzustellen.

### LSA und Festzeitsteuerungen

- Je Knoten ist ein Programm für folgende Zeitbereiche zu erstellen:
  - Morgenverkehr (6–9 Uhr)
  - Tagesverkehr (9–15 Uhr)
  - Nachmittagsverkehr (15–19 Uhr)
  - Abendverkehr (19–6 Uhr)
- Die jeweiligen Spitzenverkehre sind in LISA+ zu hinterlegen.
- *Es sind 39 bestehende LSA sowie min. 5 Anlagen neben der Strecke zu berücksichtigen.*
- Die Bestandsunterlagen werden zur Verfügung gestellt.
- *Für ca. 41 zusätzliche Anlagen sind neue Unterlagen in LISA zu erstellen (Neubauten).*
- Grundlage der Berechnungen ist der Leitfaden der LH-Kiel zur Erstellung von LSA.

### **Verfahrens- und Ablaufplanung Verkehrstechnische Untersuchungen (VTU)**

Der\*Die Auftragnehmer\*in hat die vollständige Verfahrens- und Ablaufplanung der Signalanlagen im Rahmen der Entwurfsplanung zu erstellen.

Dies umfasst insbesondere:

- die Erstellung sämtlicher Entwurfsunterlagen, bestehend aus:
  - Signallageplänen,
  - Entwerfen des Signalprogramms (Festzeit) gemäß RiLSA (4 Programme)
  - Konfliktgruppenmatrizen,
- die Definition von Phasenprogrammen und Programmabläufen einschließlich Sonder- und Übergangsprogrammen
- die Festlegung der Übergabepunkte zur LST, zur Stadtbahnpriorisierung und Vorranglogik,

### **Verkehrstechnische Untersuchungen**

Der\*Die Auftragnehmer\*in für alle zu planenden LSA eine Festzeitsteuerungen in LISA+ und damit die Nachweise nach HBS zu erbringen. Gegebenenfalls sind VISSIM-Simulationen zu erstellen.

- Kapazitätsermittlung und Bewertung der Qualität des Verkehrsablaufes (HBS/VTU) für alle Knoten entlang der IBS1 (siehe Abbildung 3) sowie für die im Rahmen von Los 1 Verkehrsanlagenplanung beschrieben erweiterten Bereiche.
- Es ist für die gesamte Strecke eine Koordinierung der Anlagen nachzuweisen. Dabei kann die Strecke in sinnvolle Abschnitte unterteilt werden.
- Rahmenbedingungen wie Koordinierte Grüne Welle, Feuerwehrbevorzugung, ÖPNV-Bevorzugung, Radverkehrsfluss sind bei der Auslegung zu berücksichtigen.
- Ergibt sich aus den Bewertungen nach HBS durch die Erstellung der VTU das Erfordernis einer Detailuntersuchung (z.B. Vissim) sind diese zu erstellen.
- Abstimmung mit Stadtbahnbetriebsmodell (Fahrzeiten, Umläufe, Taktung)

### **Infrastruktur- und Tiefbauplanung**

Der\*Die Auftragnehmer\*in hat die Infrastruktur- und Tiefbauplanung für die Signalanlagen zu erarbeiten.

Hierzu hat der Auftragnehmer insbesondere:

- Verrohrungspläne einschließlich:
  - Festlegung der Rohrtypen,
  - Definition der Verlegewege,
  - Anordnung von Abzweig- und Schachtbauwerken,
- die Planung der Kabeltrassen durchzuführen, einschließlich der Typisierung nach:
  - Kupfer- und Glasfaserkabeln,
- die Standort- und Fundamentplanung für folgende Komponenten zu erarbeiten:
  - Lichtsignalmasten,
  - Steuer- und Schaltgeräte,
  - Detektionseinheiten,
  - Einrichtungen der Energieversorgung,
- die Planung der Schalt- und Steuergeräte einschließlich Schaltschränken und der zugehörigen Steuerungslogik vorzunehmen.

## **5.3 Fachplanung Technische Ausrüstung Signalanlagen und VTU**

Die Leistungsphasen 1 und 2 wurden bereits erbracht, von dem\*der Planer\*in sind diese auf Vollständigkeit, Plausibilität und technische Umsetzbarkeit zu überprüfen (siehe zusätzliche Leistungen).

Die Leistungen für die *Technische Ausrüstung* orientieren sich in Anlehnung an HOAI § 53 (2) die Anlagengruppe 5. Fernmelde- und informationstechnische und nach HOAI § 55. Es handelt sich um die Fachplanung für das Objekt Straße (siehe Leistungsbeschreibung Los 1)

### 5.3.1 Leistungsumfang Entwurfsplanung

*Kalkulationshinweise zu den Lichtsignalanlagen und den verkehrstechnischen Untersuchungen. Derzeit sind 85 Anlagen (Verkehrsknoten) mit Festzeitsteuerung (je 4 Programme) zu planen, ca. weitere 17 Verkehrsknoten (inkl. Elisabethstraße) in VISSIM fortzuschreiben sowie mindestens 10 weitere Verkehrsknoten in Gänze neue in VISSIM zu erstellen.*

*Durch die Umfelderweiterung, die im Rahmen der Verkehrsanlagenplanung (Los 1) betrieben wird, kommen folgende Verkehrsknoten zu der genannten Summe hinzu:*

- Bereich Raiffeisenstraße (Los 1 TLP 3.4)
- Bereich Stresemannplatz (Los 1 TLP 3.8)
- Bereich Sörensenstraße (Los 1 TLP 5.1)
- Bereich Rathausstraße / Martensdamm / Bergstraße (Los 1 TLP 5.2)
- Bereich Ziegelteich (Los 1 TLP 5.3)

#### 5.3.1.1 Grundleistungen

Es werden alle Positionen der Grundleistungen aus Anlage 27 (HOAI - Anlage 15 zu § 55 Absatz 3, § 56 Absatz 3) abgerufen.

#### 5.3.1.2 Besondere Leistungen

##### a) **Besondere Verkehrliche Aufgaben**

Planung der signaltechnischen Anlagen, welche besondere verkehrliche bzw. betriebliche Aufgaben erfüllen, wie beispielsweise:

- Lichtsignalanlagen auf Koordinierungsstrecken
- Besondere und/oder bevorrechtigte Signalisierung von Fahrzeugen des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV)
- Besondere und/oder bevorrechtigte Signalisierung von Rettungs-/Einsatzfahrzeugen
- Ausarbeitung einer Detektions- und Anmeldestrategie unter Einsatz geeigneter Verfahren, z. B. OnBoard Units (Hierzu besteht bereits ein neues System in Kiel was derzeit in der Erprobungsphase ist. Die Kompatibilität ist zu überprüfen und Schnittstellen ggf. zu übernehmen).
- Anlagen der Bahnübergangs-Straßensicherung (BÜSTRA – straßenseitige Signalisierung)

##### b) **Leistungsnachweis via Simulation (VISSIM)**

Im Rahmen der Vorplanung wurden 17 Verkehrsknoten (inkl. Elisabethstraße) entlang der IBS 1 in VISSIM simuliert um deren Leistungsfähigkeit nachzuweisen. Für die Werftstraße von der Kreuzung Elisabethstraße bis Kreuzung Wischhofstraße werden (Stand 01.02.2026) weitere VISSIM-Modelle erarbeitet. Diese gilt es im Rahmen der weiteren Planung fortzuschreiben.

Zudem wird derzeit von *mindesten 10 weiteren Verkehrsknoten* ausgegangen, die in VISSIM abgebildet werden müssen, um die Leistungsfähigkeit nachzuweisen.

Die VISSIM-Modelle sind neben der Zusammenstellung der Simulationsergebnisse so zu dokumentieren und zu beschreiben, dass sie inhaltlich von Dritten fortgeführt werden können. Dies gilt insbesondere für die gewählten Straßennamen, Knotenbezeichnungen, Signalprogramme sowie spezifische Modellparameter wie

Fahrzeugtypen, Fahrverhalten, Netzstruktur und Verkehrsnachfrage. Die Dokumentation muss eine vollständige Nachvollziehbarkeit der Modellannahmen und Simulationsergebnisse gewährleisten und ist als Bestandteil der zu liefernden Unterlagen bereitzustellen.

**c) Erweiterung des Planungsumfangs der Grundleistungen (optional)**

Im Rahmen der Verkehrsplanung kann der Planungsumfang optional um weitere Teilbereiche erweitert werden. Diese Erweiterung betrifft folgende Abschnitte innerhalb von Los 1 der Verkehrsanlagenplanung:

- *Bereich Sophienblatt (Hummelwiese – Rondeel)* (Los 1, TLP 3.2)
- *Bereich Königsweg (Sachaustraße – Hummelwiese)* (Los 1, TLP 3.3)
- *Bereich Kaiserstraße* (Los 1, TLP 3.5/3.6)
- *Bereich Herzog-Friedrich-Straße* (Los 1, TLP 3.7)
- *Bereich Holstenbrücke* (Los 1 TLP 3.9)
- *Bereich Rathausstraße* (Los 1 TLP 3.10)

Im Falle der Ausübung dieser Option sind für die genannten Bereiche ergänzend zum Umfang der Grundleistungen auch hier eine verkehrstechnische Untersuchung (VTU) sowie die Planung der Lichtsignalanlagen (LSA) durchzuführen.

## 5.3.2 Leistungsumfang Genehmigungsplanung

### 5.3.2.1 Grundleistungen

Es werden alle Positionen der Grundleistungen aus Anlage 27 (HOAI - Anlage 15 zu § 55 Absatz 3, § 56 Absatz 3) abgerufen.

# Betriebsmodellierung (Stadtbahn)

## 6 Leistungspaket 14: Betriebsmodellierung (Stadtbahn)

### 6.1 Einordnung

Gegenstand dieses Leistungspakets ist die Fortführung, Aktualisierung und Vertiefung der Erkenntnisse eines bestehenden Simulationsmodells (OpenTrack) zur betriebsfachlichen Bewertung des Stadtbahnbetriebs im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung für die IBS 1. Diese Leistung wird nicht von der HOAI abgedeckt und ist als zusätzliche Leistung zu werten.

Hierbei sind die konkreten Anpassungen, die im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung für die IBS 1 getätigt werden, im Modell zu berücksichtigen. Zudem sind mindestens im Modell die IBS 2 und IBS 3 auf dem aktuellen Stand der Vorplanung (Stand 30.02.2026) zu berücksichtigen. Ein bestehendes OpenTrack-Modell wird basierend auf der Vorplanung von der Auftraggeberin nach Auftragserteilung zur Verfügung gestellt.

Der\*Die Auftragnehmer\*in hat das Modell fachlich zu prüfen, auf den Planungsstand der Entwurfs- und Genehmigungsphase fortzuführen und zweckmäßig für die weiteren Planungsphasen zu vertiefen. Ziel ist es, nachvollziehbare und prüffähige Nachweise zur Leistungsfähigkeit und Stabilität des geplanten Stadtbahnbetriebs zu erbringen.

Darüber hinaus ist durch den\*die Auftragnehmer\*in ein Betriebskonzept zu erstellen, das die Betriebsabläufe, Kapazitäten, Taktungen und Ressourceneinsatzpläne des Stadtbahnbetriebs beschreibt und als Grundlage für die NKU-Berechnung dient, um die Förderwürdigkeit des Projektes nachzuweisen.

### 6.2 Zusätzliche Leistung Betriebsmodellierung

Im Rahmen der Planung ist das Betriebsmodell zur IBS 1 fortlaufend zu aktualisieren und an den jeweiligen Planungsstand anzupassen. Die Leistungen umfassen einschließlich Bewertung, Optimierung sowie Dokumentation und gliedern sich wie folgt auf:

#### 1) Modellfortschreibung und Validierung

- Fachliche Prüfung und Aktualisierung der Ergebnisse
- Abgleich mit Infrastruktur-, Fahrzeug- und Verkehrsplanung
- Dokumentation sämtlicher Modellannahmen

#### 2) Fahrplan- und Umlaufplanung

- Entwicklung von Linien-, Takt- und Fahrplankonzepten (Mo–So)
- Ermittlung realistischer Fahrzeiten unter Regel- und Störbedingungen
- Erstellung von Umlaufplänen und Ermittlung des Fahrzeugbedarfs inkl. Reserve
- Nachweis der betrieblichen Stabilität und Leistungsfähigkeit
- Berechnung der minimalen Zugfolgezeit
- Ermittlung von Ausrück- und Einrückzeiten für die Detailplanung des Betriebshofes.

3) **Betriebsbewertung und Optimierung**

- Identifikation betrieblicher Engpässe
- Entwicklung von Optimierungsmaßnahmen
- Abschätzung der Betriebskosten (Energie, Personal)
- Leistungs- und Energieberechnung von Zugfahrten

4) **Störfall- und Resilienzanalyse**

- Simulation mindestens zweier abgestimmter Störszenarien, Beispielvorschläge:
  - Kofferfund am Hauptbahnhof, Sperrung des Hauptbahnhofs und der angrenzenden Haltestelle für eine Stunde
  - Unfall in der Holtenauer Straße, Höhe Schauenburgerstraße
- Bewertung von Kehrkonzepten, Teilsperungen und SEV-Lösungen
- Nachweis geordneter Fahrgastbeförderung

5) **Dokumentation**

- Bericht zur Entwurfsplanung, ggf. Fortschreibung für die Genehmigungsplanung falls erforderlich.
- Dokumentation des Simulationsmodelles
- Übergabe der Modell- und Auswertedaten.

6) **Lieferung Daten für NKU-Bewertung (Förderung)**

Die LHK hat für die Entwurfs- und Genehmigungsplanung bereits ein Unternehmen mit der Durchführung der NKU-Bewertung beauftragt. Die hierfür erforderlichen Eingangsgrößen aus dem Betriebskonzept sind durch den\*die Bieter\*in bereitzustellen.

## Zusätzliche Leistungen

### 7 Zusätzliche Leistungen

Folgende Leistungen sind nicht Bestandteil der HOAI-Grundleistung und werden als zusätzliche Leistungen getrennt ausgewiesen.

#### a) Einarbeitung und Prüfung der bisherigen Planungsunterlagen (optional)

Prüfen und ggf. Weiterentwicklung der Unterlagen aus der Vorplanung zur IBS 1 für den Bereich der hier beschriebenen Leistungen. Dabei sind die Planungen der Vorplanung der IBS 1 auf Vollständigkeit, Plausibilität und technische Umsetzbarkeit zu überprüfen sowie ggf. weiterzuentwickeln.

#### b) Teilnahme und aktive Mitwirkung an Besprechungen

Im Rahmen des Planungsprozesses sind feste und individuelle Regeltermine zu leisten. Die dort genannten Zeitpunkte sind als vorläufig gesetzt anzusehen. Die Auftraggeberin geht davon aus, dass der erste Baustein *Projektleitungsrunde* in Art und Umfang nicht von der Grundleistung der HOAI abgedeckt wird. Diese sind vom Auftragnehmer\*in gesondert zu kalkulieren:

#### **Projektleitungsrunde**

Zeitpunkt:	Jeden Montag von 11:00 bis 13:00 Uhr
Präsenz/Hybrid:	2x pro Monat digital möglich
Teilnehmer*innen:	SPBG, DVI.SB, Projektsteuerung, <u>Auftragnehmer*in</u> ( <i>mind. Leitungsebene</i> )
Terminleitung	Projektsteuerung (Terminvorbereitung, Moderation und Protokollierung)
Zeitraum:	Gesamter Planungszeitraum der Gesamtvergabe siehe Anlage 14 Realisierungszeitplan
Ziel:	Strategische Themen (u. a. Vertragsrechtliches, Meilensteine, Risiken)

#### c) Aufarbeitung der Kostenberechnung

Der\*Die Auftragnehmer\*in verpflichtet sich, die Kostenpläne vollständig, prüffähig und nachvollziehbar aufzubereiten. Die Kosten sind nach Leistungspaketen, Gewerken sowie in mit der Auftraggeberin abzustimmenden Obergruppen zu strukturieren und in förderfähige sowie nicht förderfähige Anteile zu gliedern.

Die Gliederung erfolgt in Abstimmung mit der Auftraggeberin und gewährleistet eine einheitliche Struktur. Die Aufbereitung umfasst die Bereitstellung übersichtlicher Unterlagen, Tabellen und Darstellungen, aus denen Gesamtkosten und deren Zuordnung zu den Gewerken transparent hervorgehen und die als Grundlage für Projektentscheidungen, Controllingmaßnahmen und Förderanträge dienen.

## Grundlagen der Honorarermittlung

### 8 Objekte, Fachplanungen und Grundlagen der Honorarermittlung

Die Planungsleistungen richten sich nach der HOAI (2021). Besondere und zusätzliche Leistungen sind gesondert beschrieben. Zur Sicherstellung eines einheitlichen Leistungsverständnisses wurden die Leistungspakete eingeordnet und in der projektspezifischen Umfangbeschreibung konkretisiert.

#### Leistungspaket Traktionsstromversorgung

Leistungspaket: Funktionelektroverorgung			
Leistungsbilder	Leistungsphasen	Honorar-Zonen (Einschätzung AG)	Baukostenschätzung
11x Objektplanung Ingenieurbauwerke	3-4	IV	13.000.000€ für 11 Systeme
11x Fachplanung Tragwerksplanung	1-4	II	
11x Fachplanung Technische Ausrüstung (Anlagengruppe 4)	3-4	III	
+ besondere Leistungen			

#### Leistungspaket Fahrleitungsanlage

Leistungsbilder	Leistungsphasen	Honorar-Zonen (Einschätzung AG)	Baukostenschätzung
Fachplanung Technische Ausrüstung (Anlagengruppe 4)	3-4	II	8.200.000 €
+ besondere Leistungen			

#### Leistungspaket Leit- und Sicherungstechnik

Leistungsbilder	Leistungsphasen	Honorar-Zonen (Einschätzung AG)	Baukostenschätzung
Fachplanung Technische Ausrüstung (Anlagengruppe 5)	3-4	III	6.930.000 €
+ besondere Leistungen			

### Leistungspaket Signalanlagen und verkehrstechnische Untersuchungen

Leistungsbilder	Leistungs- phasen	Honorar- Zonen (Einschätzung AG)	Baukostenschätzung
Fachplanung Technische Ausrüstung (Anlagengruppe 5)	3-4	III	9.780.000 €
+ besondere Leistungen			

### Zusätzliche Leistungen außerhalb der HOAI

Zusätzliche Leistungen
Leistungspaket: Betriebsmodellierung

Einarbeitung und Prüfung der bisherigen Planungsunterlagen (optional)
Teilnahme und aktive Mitwirkung an Besprechungen
Aufarbeitung der Kostenberechnung

Die HOAI-Leistungsbilder insbesondere die Grundleistungen sind in der Anlage 27 gesondert zusammengefasst.

Für die Kalkulation der Planungsleistungen werden im Rahmen der Angebotsphase ergänzende Unterlagen aus der Vorplanung zur Verfügung gestellt:

- Anlage 40: Bericht Elektromagnetische Verträglichkeit sensitiver Installationen
- Anlage 41: Bericht Technische Anlagen – Signalisierung LPH 1+2 IBS 1
- Anlage 42: Bericht Technische Anlagen – Stromversorgung LPH 1+2 IBS1
- Anlage 43: Bericht Fahrzeit Stadtbahn und Leistungsfähigkeit Straße
- Anlage 54: Lagepläne Oberleitungsanlagen und Gleichrichterunterwerke
- Anlage 55: Unterwerkstandorte

Diese Anlagen sind nicht Bestandteil der ersten Phase und werden den Bewerber\*innen erst nach positiver Rückmeldung im Rahmen des Teilnahmewettbewerbs sowie nach Vorlage einer Verschwiegenheitserklärung zur Verfügung gestellt werden. Für den späteren Erhalt dieser Unterlagen in der Angebotsphase ist die Abgabe einer Verschwiegenheitserklärung bereits im Rahmen des Teilnahmewettbewerbs zweckmäßig.

## Abkürzungsverzeichnis

AC	Alternating Current (Wechselstrom)
AIA	Auftraggeber-Informationsanforderungen
ATO	Automatic Train Operation
BAP	BIM-Abwicklungsplan
BIM	Building Information Modeling
BoStrab	Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen
BÜSTRA	Bevorrechtigung von Straßenbahnen an Lichtsignalanlagen
CAD	Computer-Aided Design
CBTC	Communications-Based Train Control
CDE	Common Data Environment
DC	Direct Current (Gleichstrom)
DFI	Dynamische Fahrgastinformation
DGM	Digitales Geländemodell
DIN	Deutsches Institut für Normung
DMI	Driver Machine Interface
DVI.SB	Dezernat VI Stadtbahn
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
FA	Freianlagen
FIS	Fahrgastinformationssystem
GIS	Geoinformationssystem
GoA	Grade of Automation
GUw	Gleichrichterunterwerk
GVFG	Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz
HBS	Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
IBS	Inbetriebnahmestufe
IFC	Industry Foundation Classes
ITCS	Intermodal Transport Control System
KRITIS	Kritische Infrastrukturen
KVG	Kieler Verkehrsgesellschaft
LHK	Landeshauptstadt Kiel
LISA	Lichtsignalsteuerungsanlage
LOD	Level of Detail
LPH	Leistungsphase
LSA	Lichtsignalanlage
LST	Leit- und Sicherungstechnik

---

NKU	Nutzen-Kosten-Untersuchung
OBU	Onboard Unit
OLA	Oberleitungsanlage
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
RBL	Rechnergestütztes Betriebsleitsystem
RILSA	Richtlinien für Lichtsignalanlagen
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SIL	Safety Integrity Level
SPBG	Stadtbahn Planungs- und Baugesellschaft
StVO	Straßenverkehrs-Ordnung
TA	Technische Anlagen
TAB	Technische Aufsichtsbehörde
UI	Unterirdische Infrastruktur
UKSH	Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
VA	Verkehrsanlagen
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik
VDV	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
VISSIM	Verkehrsflusssimulationssoftware (PTV Vissim)
VISUM	Verkehrsplanungssoftware (PTV Visum)
VTU	Verkehrstechnische Untersuchung
WLAN	Wireless Local Area Network