

Statische Berechnung

Auftriebsnachweis Fahrleitungsmaste

Projekt-Nr.: 3250

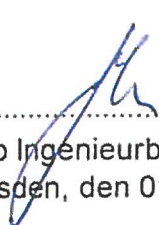
Bauvorhaben: Hochwasserschadenbeseitigung 2013

Wehlener Straße
01279 Dresden

Bauherr: Dresdner Verkehrsbetriebe AG
T45 / 5 z.H. Frau Kolpe
Hohenthalplatz 7
01067 Dresden
Tel.: 0351 / 857 2272
Fax: 0351 / 857 2101

Planung: Ingenieurbüro mgp
gille + partner GbR
Hübnerstraße 27
01187 Dresden
Tel.: 0351/47-888-0
Fax.: 0351/47-888-50
E-Mail: info@mgp-dresden.de

aufgestellt:


mgp Ingenieurbüro
Dresden, den 01.02.2018


qualifizierter Tragwerksplaner
(Dipl.-Ing. Ronny Hoffmann)


Tragwerksplaner
(Thomas Freyer, M.Sc.)

Baumaßnahme	Hochwasserschadenbeseitigung 2013 Wehlener Straße	Bauwerksnummer (ASB)
Straßenbauverwaltung	Dresdner Verkehrsbetriebe AG T45 / 5 z.H. Frau Kolpe	Datum 01.02.2018
Aufsteller:	Ingenieurbüro mgp	

Inhaltsverzeichnis

Position	Beschreibung	Seite
TB	Titelblatt	1
	Inhalt	2
1.	Vorbemerkungen	3
1.1	Vorhabensbeschreibung	3
1.2	Vorschriften	4
1.3	Aufbau Fahrleitungsmasten	5
1.4	Baugrund	6
1.5	Bemessungshochwasser	7
1.6	Verwendete EDV-Programme	7
2.	Nachweise gegen Aufschwimmen (GZT)	8

Bauteil:	Seite: 2 / 17
Kapitel/ Vorgang: Inhaltsverzeichnis	Archiv-Nr.
Programm	3250

Baumaßnahme	Hochwasserschadenbeseitigung 2013 Wehlener Straße	Bauwerksnummer (ASB)
Straßenbauverwaltung	Dresdner Verkehrsbetriebe AG T45 / 5 z.H. Frau Kolpe	Datum 01.02.2018
Aufsteller:	Ingenieurbüro mgp	

1. Vorbemerkungen

Pos. 1.1

Vorhabensbeschreibung

1.1.1 Allgemein

Im Zuge der Hochwasserschadenbeseitigung erfolgt die Sanierung des Verkehrszuges Wehlener Straße – Altolkewitz – Österreicher Straße als gemeinsame Baumaßnahme der Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) und dem Straßen- und Tiefbauamt Dresden (STA).

Die Baugrenzen für die komplexe Baumaßnahme sind im Westen die Schlömilchstraße und im Osten der Kreuzungsbereich Österreicher Straße – Altlaubegast – Leubener Straße.

Im relevanten Abschnitt des Hochwasserabflussbereiches zwischen ca. Bau-km 0+660 bis 0+900 befinden sich im Ist-Zustand 16 Masten. Die gleiche Anzahl wird wieder errichtet. Die Standorte für die Beleuchtungsmasten (Südseite) werden grundsätzlich mit den Fahrleitungsmasten kombiniert, um die Gesamtanzahl der benötigten Masten zu reduzieren. Die Standorte werden ungefähr beibehalten.

Da sich die Anzahl der Masten nicht erhöht, wird mit der Erneuerung im Zuge der Komplexbaumaßnahme der bisherige Abflussbereich bei Hochwasser nicht verändert.

Für alle Maststandorte sind nach einer Vorbemessung Gründungsrohre mit einer Tiefe von $\geq 5,00$ m vorgesehen. Die Elektroinstallation für die öffentliche Beleuchtung erfolgt hochwassersicher mit abschaltbaren Stromkreisen.

1.1.2 Aufgabenstellung

Für die maßgebenden Maste 32, 42, 54 und 57 sind die Nachweise des unverankerten Fahrleitungsmastes gegen Aufschwimmen im Hochwasserfall bei einem HQ100 zu führen.

Bauteil:	Vorhabensbeschreibung	Seite:	3 / 17
Kapitel/ Vorgang:	1.1	Archiv-Nr.	
Programm	mb BauStatik S011 2018.011		3250

Baumaßnahme	Hochwasserschadenbeseitigung 2013 Wehlener Straße	Bauwerksnummer (ASB)
Straßenbauverwaltung	Dresdner Verkehrsbetriebe AG T45 / 5 z.H. Frau Kolpe	Datum 01.02.2018
Aufsteller:	Ingenieurbüro mgp	

Pos. 1.2

Vorschriften

DIN EN 1990, Grundlagen der Tragwerksplanung - 12/2010

DIN EN 1991-7, Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
– Teil 1: Allgemeine Regeln - 12/2010

DIN EN 199.../NA, National festgelegte Parameter

DIN 1054, Baubrund - Sicherungsnachweise im Erd- und Grundbau
– Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1

DIN 4026, Rammpfähle; Herstellung, Bemessung und zulässige Belastung

DIN 4123, Ausschachtungen, Gründungen u. Unterfangungen i. Bereich best. Gebäude

DIN 4124, Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau

VDV 550, Oberleitungsanlagen für Straßen- und Stadtbahnen

VDV 551, Oberleitungsmaste und Mastgründungen

ZTV-ING, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für
Ingenieurbauwerke - 12/2013

EAB, Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" - 4. Auflage

Bauteil:	Vorschriften	Seite:	4 / 17
Kapitel/ Vorgang:	1.2	Archiv-Nr.	
Programm	mb BauStatik S011 2018.011		3250

Baumaßnahme	Hochwasserschadenbeseitigung 2013 Wehlener Straße	Bauwerksnummer (ASB)
Straßenbauverwaltung	Dresdner Verkehrsbetriebe AG T45 / 5 z.H. Frau Kolpe	Datum 01.02.2018
Aufsteller:	Ingenieurbüro mgp	

Pos. 1.3

Aufbau Fahrleitungsmasten

1.3.1 Maste

max. Ausbiegung: 1,5 % der Länge über Fundamentoberkante

Korrosionsschutz der Stahlmaste feuerverzinkt und zusätzlicher Bitumenanstrich von 0,05 m unter FOK bis 0,3 m über EOK

Konizität 1,5 %

Geradheit $L_{zul.} \leq 3 \text{ ‰}$ bezogen auf die Länge der Masten

Stahlachtkantmast, konisch

Neigung entgegen der resultierenden Hauptzugrichtung 1,5 %

Fahrleitungsmasten

Stahlachtkantmast, konisch

1.3.2 Mastgründungen

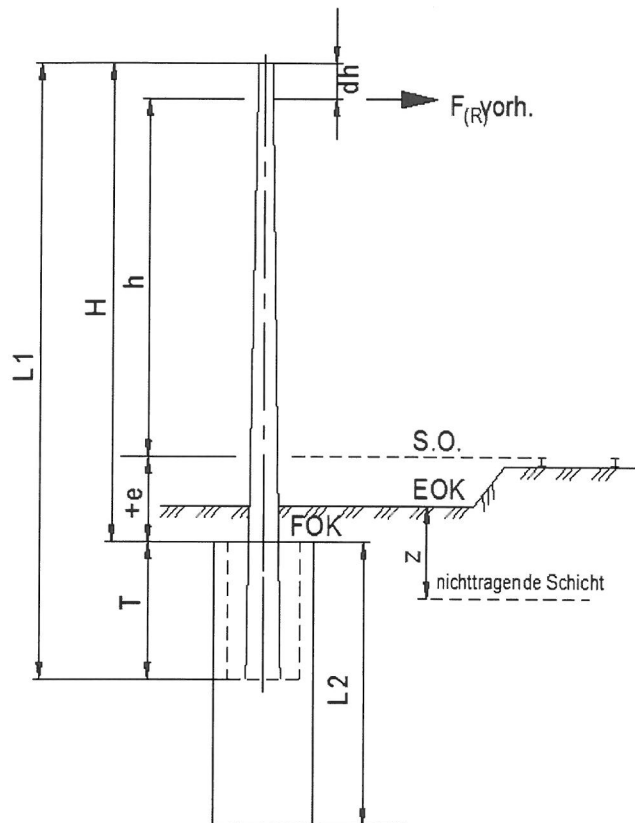
Mastgründungen:

Rohrfundamente zum Einsetzen der Maste, Fundamentoberkante 0,30 m bzw. 0,50 m unter GOK, gemäß Mast- und Gründungsliste, Bohren Masten alle gesandet und Betonring bzw. Halbring

Bauteil:	Aufbau Fahrleitungsmasten	Seite:	5 / 17
Kapitel/ Vorgang:	1.3	Archiv-Nr.	
Programm	mb BauStatik S011 2018.011		3250

Baumaßnahme	Hochwasserschadenbeseitigung 2013 Wehlener Straße	Bauwerksnummer (ASB)
Straßenbauverwaltung	Dresdner Verkehrsbetriebe AG T45 / 5 z.H. Frau Kolpe	Datum 01.02.2018
Aufsteller:	Ingenieurbüro mgp	

1.3.3 Geometrie



1.3.4 Mastliste

Mast-Nr.	Mastabmessungen									Einpassung		spiralgeschweißtes Stahlrohr			
	Bau zug	Gesamt- länge	Einsatz- tiefe	Zopf	Länge üb. SO	freie Länge	Schlüsselweite / Ø			x	e	L2	Ø	s	z
	[kN]	L1 [m]	T [m]	dh [m]	h [m]	H [m]	Zopf [mm]	EOK [mm]	Fuß [mm]	[m]	[m]	[m]	[mm]	[mm]	[m]
32	20	11,5	2,0	0,3	8,7	9,5	235	343	373	0,0	0,5	6,60	610	10	2,75
42	30	11,5	2,0	0,3	8,7	9,5	275	383	413	0,0	0,5	7,00	711	10	2,75
54	18	11,5	2,0	0,3	8,7	9,5	230	338	368	0,0	0,5	6,50	610	10	2,75
57	28	11,5	2,0	0,2	8,8	9,5	270	378	408	0,0	0,5	7,10	610	10	2,75

Bauteil:	Aufbau Fahrleitungsmasten	Seite:	6 / 17
Kapitel/ Vorgang:	1.3	Archiv-Nr.	
Programm	mb BauStatik S011 2018.011		3250

Baumaßnahme	Hochwasserschadenbeseitigung 2013 Wehlener Straße	Bauwerksnummer (ASB)
Straßenbauverwaltung	Dresdner Verkehrsbetriebe AG T45 / 5 z.H. Frau Kolpe	Datum 01.02.2018
Aufsteller:	Ingenieurbüro mgp	

Pos. 1.4 **Baugrund**

Es liegen 3 Baugrundgutachten, INTERGEO vom 02.10.2014, 07.10.2014 und 10.10.2014 vor. Für die Bereiche Wehlener Straße zwischen Ritterhausstraße und Alttolkewitz, Alttolkewitz zwischen Wehlener Straße und Donathstraße und für Österreicher Straße zwischen Donathstraße und Leubener Straße.

Die tragfähigen Bodenschichten werden in der Regel von einer 2,00 bis 3,50 m mächtigen Schicht von Tallehne und Talsande überlagert.

Rohrgründung

- Wichte unter Auftrieb 10,0 kN/m³
- Reibungswinkel 32,5°
- Flusssand, Flusskies

Pos. 1.5 **Bemessungshochwasser**

Die Wasserspiegellage für ein HQ100 beträgt an der Wehlener Straße 114,45 m ü. NHN. Die Fließgeschwindigkeit ist im Bereich mit unter 0,5 m/s als eher gering zu beurteilen (Quelle: UWA DD: Hochwassersimulationsergebnisse Elbe, Arbeitsstand 2017).

Das Bemessungshochwasser für den Auftriebsnachweis liegt somit mit 114,45 m NHN bei etwa 2,30 m über der Geländeoberkante. Die Fließgeschwindigkeit wird vernachlässigt.

Pos. 1.6 **Verwendete EDV-Programme**

- *mb WorkSuite, Version 2018*
mb AEC Software GmbH, Kaiserslautern, 2017
- *PTC Mathcad Prime 3.0 Version 2013*
INNEO Solutions GmbH, Ellwangen, 2014

Bauteil:	Baugrund	Seite:	7 / 17
Kapitel/ Vorgang:	1.4	Archiv-Nr.	
Programm	mb BauStatik S011 2018.011		3250

Baumaßnahme	Hochwasserschadenbeseitigung 2013 Wehlener Straße	Bauwerksnummer (ASB)
Straßenbauverwaltung	Dresdner Verkehrsbetriebe AG T45 / 5 z.H. Frau Kolpe	Datum 01.02.2018
Aufsteller:	Ingenieurbüro mgp	

2. Nachweise gegen Aufschwimmen (GZT)

Nachweis des unverankerten Fahrleitungsmastes gegen Aufschwimmen

Für den Nachweis gegen Aufschwimmen (Auftriebsnachweis) gilt die Grenzzustandsbedingung:

$$A_k \cdot Y_{G.dst} + Q_k \cdot Y_{Q.d} \leq G_{k.stb} \cdot Y_{G.stb}$$

Für die Außergewöhnliche Bemessungssituation (BS-A) werden folgende Teilsicherheitsbeiwerte verwendet:

$$Y_{G.dst} := 1.0 \quad Y_{Q.dst} := 1.0 \quad Y_{G.stb} := 0.95$$

Mast 32: S / C / 11.5 / 20 / B (Kombimast mit Öffnung bei OKG + 0.60 m)

Kombimaste haben bei ca. OKG + 60 cm eine Öffnung zur Einführung der Kabel. Die maximale Auftriebskraft wirkt genau dann auf den Mast, wenn das Wasser bis zur Öffnung ansteht, der Mast jedoch noch nicht gefüllt wurde. Sowie sich der Mast mit Wasser füllt, baut sich die Auftriebskraft wieder ab.

Eigenschaften Mast und Rohrgründung:

Mast:

$L_1 := 11.50 \text{ m}$	Gesamtlänge
$s_1 := 20 \text{ mm}$	Wandstärke (Annahme)
$T_1 := 2.00 \text{ m}$	Einsatztiefe
$w := 0.60 \text{ m}$	Wasserstand OKG

Rohrgründung:

$L_2 := 6.60 \text{ m}$	Gesamtlänge
$s_2 := 10 \text{ mm}$	Wandstärke
$d_2 := 610 \text{ mm}$	Außendurchmesser
$X := 0.50 \text{ m}$	Überdeckung

$$d_{Zopf} := 235 \text{ mm}$$

$$A_{Zopf} := \left(\left(\frac{d_{Zopf}}{2} \right)^2 - \left(\frac{d_{Zopf}}{2} - s_1 \right)^2 \right) \cdot 2 \cdot 2^{\frac{1}{2}} = 122 \text{ cm}^2 \quad \text{Materialquerschnitt am Zopf}$$

$$d_{Fuß} := 373 \text{ mm}$$

$$A_{Fuß} := \left(\left(\frac{d_{Fuß}}{2} \right)^2 - \left(\frac{d_{Fuß}}{2} - s_1 \right)^2 \right) \cdot 2 \cdot 2^{\frac{1}{2}} = 200 \text{ cm}^2 \quad \text{Materialquerschnitt am Fuß}$$

$$\omega_s := 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{spezifisches Stahlgewicht}$$

$$g = 9.807 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{mittlere Erdbeschleunigung}$$

Bauteil:	Nachweis gegen Aufschwimmen (GZT)	Seite:	8 / 17
Kapitel/ Vorgang:	2.1	Archiv-Nr.	
Programm	mb BauStatik S014 2018.011		3250

Baumaßnahme	Hochwasserschadenbeseitigung 2013 Wehlener Straße	Bauwerksnummer (ASB)
Straßenbauverwaltung	Dresdner Verkehrsbetriebe AG T45 / 5 z.H. Frau Kolpe	Datum 01.02.2018
Aufsteller:	Ingenieurbüro mgp	

$$\gamma_s := \omega_s \cdot g = 77 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Es wird davon ausgegangen, dass die Gründungsrohre bei einem mittleren Grundwasserstand (MW) eingebracht werden. Durch das Verschließen des Fundamentrohres mit einer Betonplombe ruht der Wasserstand im Rohr trotz aller Schwankungen des Grundwasserspiegels.

Für die Ermittlung der Auftriebskraft wird davon ausgegangen, dass das Fundamentrohr unterhalb des Einbauwasserstands (Annahme MW) nicht auftriebsgefährdet ist.

$$\text{MW} := 106.90 \text{ m} \quad \text{NH} \quad \text{OKG} \quad 112.15 \text{ m} \quad \text{NHN}$$

$$\text{MGW} := \text{OKG} - \text{MW} = 5.25 \text{ m} \quad \text{ca. mittlerer Grundwasserspiegel beim Einbau der Fundamenthülsen}$$

Es wird davon ausgegangen, dass der umliegende Wasserstand bis zur Oberkannte der Mastöffnung (Klappe Kabeleinführung, Kombimast) ansteht.

Bemessungswert der destabilisierenden Einwirkung durch den Wasserdruck:

$$A_{d,dst} := A_{k,dst} \cdot \gamma_{G,dst} \quad A_{k,dst} := V_{ges} \cdot \gamma_{liq}$$

$$A_o := \left(\frac{d_{Zopf}}{2} \right)^2 \cdot 2 \cdot 2^{\frac{1}{2}} = 390 \text{ cm}^2 \quad A_u := \left(\frac{d_{Fuß}}{2} \right)^2 \cdot 2 \cdot 2^{\frac{1}{2}} = 984 \text{ cm}^2$$

$$v := \frac{A_u - A_o}{L_1} = 51.6 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \quad \text{lineare Querschnittsreduzierung ab Mastfuß}$$

$$V_1 := \frac{(A_u - v \cdot T_1) + (A_u - v \cdot (T_1 + X + w))}{2} \cdot (X + w)$$

$$V_1 = 93746 \text{ cm}^3 \quad \text{Volumen des zu verdrängenden Mastkörpers}$$

$$L_{tr} := \min(\text{MGW} - X, L_2 + X) = 4.75 \text{ m} \quad \text{Fundamenthülsenlänge über Einbaugrundwasserspiegel}$$

$$V_2 := L_{tr} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_2}{2} \right)^2$$

$$V_2 = 1388172 \text{ cm}^3 \quad \text{Volumen der zu verdrängenden Rohrgründung}$$

$$\gamma_{liq} := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{Wichte des Wassers}$$

Bauteil:	Nachweis gegen Aufschwimmen (GZT)	Seite:	9 / 17
Kapitel/ Vorgang:	2.1	Archiv-Nr.	
Programm	mb BauStatik S014 2018.011		3250

Baumaßnahme	Hochwasserschadenbeseitigung 2013 Wehlener Straße	Bauwerksnummer (ASB)
Straßenbauverwaltung	Dresdner Verkehrsbetriebe AG T45 / 5 z.H. Frau Kolpe	Datum 01.02.2018
Aufsteller:	Ingenieurbüro mgp	

$$A_{d.dst} := (V_1 + V_2) \cdot \gamma_{liq} \cdot \gamma_{G.dst} = 14.8 \text{ kN}$$

Bemessungswert der ständigen stabilisierenden Einwirkungen aus Mast- und Fundamentrohrgewicht:

$$G_{d.stb} := G_{k.stb} \cdot \gamma_{G.stb} \quad G_{k.stb} := \sum V_i \cdot \gamma_i$$

Mast:

$$V_{Mast} := \frac{A_{Zopf} + A_{Fuß}}{2} \cdot L_1 = 184753 \text{ cm}^3 \quad \gamma_s = 77 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$G_{Mast} := V_{Mast} \cdot \gamma_s = 14.2 \text{ kN}$$

Rohr über Einbaugrundwasserspiegel:

$$V_{Rohr} := \pi \cdot L_{tr} \cdot \left(\left(\frac{d_2}{2} \right)^2 - \left(\frac{d_2}{2} - s_2 \right)^2 \right) = 89535 \text{ cm}^3 \quad \gamma_s = 77 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$G_{Rohr} := V_{Rohr} \cdot \gamma_s = 6.9 \text{ kN}$$

Quarzsand zwischen Betonplomben im Gründungsrohr:

$$V_{Quarz} := \pi \cdot T_1 \cdot \left(\left(\frac{d_2}{2} - s_2 \right)^2 - \left(\frac{d_{Fuß}}{2} \right)^2 \right) = 328251 \text{ cm}^3 \quad \gamma_Q := 14 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad (\text{Annahme})$$

$$G_{Quarz} := V_{Quarz} \cdot \gamma_Q = 4.6 \text{ kN}$$

$$G_{d.stb} := (G_{Mast} + G_{Rohr} + G_{Quarz}) \cdot \gamma_{G.stb} = 24.43 \text{ kN}$$

Da $A_{d.dst} = 15 \text{ kN} < G_{d.stb} = 24 \text{ kN}$ kann die Bedingung erfüllt werden. Das Eigengewicht des Mastes reicht aus, um eine ausreichende Sicherheit gegen Aufschwimmen zu gewährleisten. Ein zusätzlicher Ansatz der Mantelreibungskräfte an den Fundamentrohrwänden bzw. der Auflast durch Überdeckung wird nicht erforderlich.

Bauteil:	Nachweis gegen Aufschwimmen (GZT)	Seite:	10 / 17
Kapitel/ Vorgang:	2.1	Archiv-Nr.	
Programm	mb BauStatik S014 2018.011		3250

Baumaßnahme	Hochwasserschadenbeseitigung 2013 Wehlener Straße	Bauwerksnummer (ASB)
Straßenbauverwaltung	Dresdner Verkehrsbetriebe AG T45 / 5 z.H. Frau Kolpe	Datum 01.02.2018
Aufsteller:	Ingenieurbüro mgp	

Mast 42: S / C / 11.5 / 30 / B (Kombimast mit Öffnung bei OKG + 0.60 m)

Eigenschaften Mast und Rohrgründung:

Mast:

$L_1 := 11.50 \text{ m}$ Gesamtlänge
 $s_1 := 20 \text{ mm}$ Wandstärke (Annahme)
 $T_1 := 2.00 \text{ m}$ Einsatztiefe
 $w := 0.60 \text{ m}$ Wasserstand OKG

Rohrgründung:

$L_2 := 7.00 \text{ m}$ Gesamtlänge
 $s_2 := 10 \text{ mm}$ Wandstärke
 $d_2 := 711 \text{ mm}$ Außendurchmesser
 $X := 0.50 \text{ m}$ Überdeckung

$$d_{\text{Zopf}} := 275 \text{ mm}$$

$$A_{\text{Zopf}} := \left(\left(\frac{d_{\text{Zopf}}}{2} \right)^2 - \left(\frac{d_{\text{Zopf}}}{2} - s_1 \right)^2 \right) \cdot 2 \cdot 2^{\frac{1}{2}} = 144 \text{ cm}^2 \quad \text{Materialquerschnitt am Zopf}$$

$$d_{\text{Fuß}} := 413 \text{ mm}$$

$$A_{\text{Fuß}} := \left(\left(\frac{d_{\text{Fuß}}}{2} \right)^2 - \left(\frac{d_{\text{Fuß}}}{2} - s_1 \right)^2 \right) \cdot 2 \cdot 2^{\frac{1}{2}} = 222 \text{ cm}^2 \quad \text{Materialquerschnitt am Fuß}$$

$$\omega_s := 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{spezifisches Stahlgewicht}$$

$$\gamma_s := \omega_s \cdot g = 77 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$MW := 106.90 \text{ m} \quad NH$$

$$OKG \quad 112.15 \text{ m} \quad NHN$$

$$MGW := OKG - MW = 5.25 \text{ m}$$

ca. mittlerer Grundwasserstand

Es wird davon ausgegangen, dass der umliegende Wasserstand bis zur Oberkannte der Mastöffnung (Klappe Kabeleinführung, Kombimast) ansteht.

Bemessungswert der destabilisierenden Einwirkung durch den Wasserdruck:

$$A_{\text{dst}} := A_{\text{k.dst}} \cdot \gamma_{G,d} \quad A_{\text{k.dst}} \quad V_{\text{ges}} \cdot \gamma_{\text{liq}}$$

Bauteil:	Nachweis gegen Aufschwimmen (GZT)	Seite:	11 / 17
Kapitel/ Vorgang:	2.1	Archiv-Nr.	
Programm	mb BauStatik S014 2018.011		3250

Baumaßnahme	Hochwasserschadenbeseitigung 2013 Wehlener Straße	Bauwerksnummer (ASB)
Straßenbauverwaltung	Dresdner Verkehrsbetriebe AG T45 / 5 z.H. Frau Kolpe	Datum 01.02.2018
Aufsteller:	Ingenieurbüro mgp	

$$A_o := \left(\frac{d_{Zopf}}{2} \right)^2 \cdot 2 \cdot 2^{\frac{1}{2}} = 535 \text{ cm}^2 \quad A_u := \left(\frac{d_{Fuß}}{2} \right)^2 \cdot 2 \cdot 2^{\frac{1}{2}} = 1 \cdot 10^3 \text{ cm}^2$$

$$v := \frac{A_u - A_o}{L_1} = 58.4 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \quad \text{lineare Querschnittsreduzierung ab Mastfuß}$$

$$V_1 := \frac{(A_u - v \cdot T_1) + (A_u - v \cdot (T_1 + X + w))}{2} \cdot (X + w)$$

$$V_1 = 116296 \text{ cm}^3 \quad \text{Volumen des zu verdrängenden Mastkörpers}$$

$$L_{tr} := \min(MGW - X, L_2 + X) = 4.75 \text{ m} \quad \text{Fundamenthülsenlänge über mittlerem Grundwasserspiegel}$$

$$V_2 := L_{tr} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_2}{2} \right)^2$$

$$V_2 = 1885918 \text{ cm}^3 \quad \text{Volumen der zu verdrängenden Rohrgründung}$$

$$\gamma_{liq} := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{Wichte des Wassers}$$

$$A_{d.dst} := (V_1 + V_2) \cdot \gamma_{liq} \cdot \gamma_{G.dst} = 20 \text{ kN}$$

Bemessungswert der ständigen stabilisierenden Einwirkungen aus Mast- und Fundamentrohrgewicht:

$$G_{d.stb} := G_{k.stb} \cdot \gamma_{G.stb} \quad G_{k.stb} := \sum V_i \cdot \gamma_i$$

Mast:

$$V_{Mast} := \frac{A_{Zopf} + A_{Fuß}}{2} \cdot L_1 = 210774 \text{ cm}^3 \quad \gamma_s = 77 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$G_{Mast} := V_{Mast} \cdot \gamma_s = 16.2 \text{ kN}$$

Rohr über mittlerem Grundwasserstand:

$$V_{Rohr} := \pi \cdot L_{tr} \cdot \left(\left(\frac{d_2}{2} \right)^2 - \left(\frac{d_2}{2} - s_2 \right)^2 \right) = 104607 \text{ cm}^3 \quad \gamma_s = 77 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Bauteil:	Nachweis gegen Aufschwimmen (GZT)	Seite:	12 / 17
Kapitel/ Vorgang:	2.1	Archiv-Nr.	
Programm	mb BauStatik S014 2018.011		3250

Baumaßnahme	Hochwasserschadenbeseitigung 2013 Wehlener Straße	Bauwerksnummer (ASB)
Straßenbauverwaltung	Dresdner Verkehrsbetriebe AG T45 / 5 z.H. Frau Kolpe	Datum 01.02.2018
Aufsteller:	Ingenieurbüro mgp	

$$G_{\text{Rohr}} := V_{\text{Rohr}} \cdot \gamma_s = 8.1 \text{ kN}$$

Quarzsand zwischen Betonplomben im Gründungsrohr:

$$V_{\text{Quarz}} := \pi \cdot T_1 \cdot \left(\left(\frac{d_2}{2} - s_2 \right)^2 - \left(\frac{d_{\text{Fuß}}}{2} \right)^2 \right) = 482096 \text{ cm}^3 \quad \gamma_Q := 14 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad (\text{Annahme})$$

$$G_{\text{Quarz}} := V_{\text{Quarz}} \cdot \gamma_Q = 6.7 \text{ kN}$$

$$G_{\text{d.stb}} := (G_{\text{Mast}} + G_{\text{Rohr}} + G_{\text{Quarz}}) \cdot \gamma_{\text{G.stb}} = 29.48 \text{ kN}$$

Da $A_{\text{d.dst}} = 20 \text{ kN} < G_{\text{d.stb}} = 29 \text{ kN}$ kann die Bedingung erfüllt werden. Das Eigengewicht des Mastes reicht aus, um eine ausreichende Sicherheit gegen Aufschwimmen zu gewährleisten. Ein zusätzlicher Ansatz der Mantelreibungskräfte an den Fundamentrohrwänden bzw. der Auflast durch Überdeckung wird nicht erforderlich.

Mast 54: S / C / 11.5 / 18 / B (Kombimast mit Öffnung bei OKG + 0.60 m)

Eigenschaften Mast und Rohrgründung:

Mast:

$L_1 := 11.50 \text{ m}$ Gesamtlänge
 $s_1 := 18 \text{ mm}$ Wandstärke (Annahme)
 $T_1 := 2.00 \text{ m}$ Einsatztiefe
 $w := 0.60 \text{ m}$ Wasserstand OKG

Rohrgründung:

$L_2 := 6.50 \text{ m}$ Gesamtlänge
 $s_2 := 10 \text{ mm}$ Wandstärke
 $d_2 := 610 \text{ mm}$ Außendurchmesser
 $X := 0.50 \text{ m}$ Überdeckung

$$d_{\text{Zopf}} := 230 \text{ mm}$$

$$A_{\text{Zopf}} := \left(\left(\frac{d_{\text{Zopf}}}{2} \right)^2 - \left(\frac{d_{\text{Zopf}}}{2} - s_1 \right)^2 \right) \cdot 2 \cdot 2^{\frac{1}{2}} = 108 \text{ cm}^2 \quad \text{Materialquerschnitt am Zopf}$$

$$d_{\text{Fuß}} := 368 \text{ mm}$$

$$A_{\text{Fuß}} := \left(\left(\frac{d_{\text{Fuß}}}{2} \right)^2 - \left(\frac{d_{\text{Fuß}}}{2} - s_1 \right)^2 \right) \cdot 2 \cdot 2^{\frac{1}{2}} = 178 \text{ cm}^2 \quad \text{Materialquerschnitt am Fuß}$$

$$\omega_s := 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{spezifisches Stahlgewicht}$$

Bauteil:	Nachweis gegen Aufschwimmen (GZT)	Seite:	13 / 17
Kapitel/ Vorgang:	2.1	Archiv-Nr.	
Programm	mb BauStatik S014 2018.011		3250

Baumaßnahme	Hochwasserschadenbeseitigung 2013 Wehlener Straße	Bauwerksnummer (ASB)
Straßenbauverwaltung	Dresdner Verkehrsbetriebe AG T45 / 5 z.H. Frau Kolpe	Datum 01.02.2018
Aufsteller:	Ingenieurbüro mgp	

$$\gamma_s := \omega_s \cdot g = 77 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\text{MW} := 106.90 \text{ m} \quad \text{NHN}$$

$$\text{OKG} := 112.15 \text{ m} \quad \text{NHN}$$

$$\text{MGW} := \text{OKG} - \text{MW} = 5.25 \text{ m}$$

ca. mittlerer Grundwasserstand

Es wird davon ausgegangen, dass der umliegende Wasserstand bis zur Oberkannte der Mastöffnung (Klappe Kabeleinführung, Kombimast) ansteht.

Bemessungswert der destabilisierenden Einwirkung durch den Wasserdruck:

$$A_{d,dst} := A_{k,dst} \cdot \gamma_{G,dst} \quad A_{k,dst} := V_{ges} \cdot \gamma_{liq}$$

$$A_o := \left(\frac{d_{Zopf}}{2} \right)^2 \cdot 2 \cdot 2^{\frac{1}{2}} = 374 \text{ cm}^2 \quad A_u := \left(\frac{d_{Fuß}}{2} \right)^2 \cdot 2 \cdot 2^{\frac{1}{2}} = 958 \text{ cm}^2$$

$$v := \frac{A_u - A_o}{L_1} = 50.7 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \quad \text{lineare Querschnittsreduzierung ab Mastfuß}$$

$$V_1 := \frac{(A_u - v \cdot T_1) + (A_u - v \cdot (T_1 + X + w))}{2} \cdot (X + w)$$

$$V_1 = 91102 \text{ cm}^3 \quad \text{Volumen des zu verdrängenden Mastkörpers}$$

$$L_{tr} := \min(\text{MGW} - X, L_2 + X) = 4.75 \text{ m} \quad \text{Fundamenthülsenlänge über mittlerem Grundwasserspiegel}$$

$$V_2 := L_{tr} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_2}{2} \right)^2$$

$$V_2 = 1388172 \text{ cm}^3 \quad \text{Volumen der zu verdrängenden Rohrgründung}$$

$$\gamma_{liq} := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{Wichte des Wassers}$$

$$A_{d,dst} := (V_1 + V_2) \cdot \gamma_{liq} \cdot \gamma_{G,dst} = 14.8 \text{ kN}$$

Bemessungswert der ständigen stabilisierenden Einwirkungen aus Mast- und Fundamentrohrgewicht:

$$G_{d,stb} := G_{k,stb} \cdot \gamma_{G,stb} \quad G_{k,stb} := \sum V_i \cdot \gamma_i$$

Bauteil:	Nachweis gegen Aufschwimmen (GZT)	Seite:	14 / 17
Kapitel/ Vorgang:	2.1	Archiv-Nr.	
Programm	mb BauStatik S014 2018.011		3250

Baumaßnahme	Hochwasserschadenbeseitigung 2013 Wehlener Straße	Bauwerksnummer (ASB)
Straßenbauverwaltung	Dresdner Verkehrsbetriebe AG T45 / 5 z.H. Frau Kolpe	Datum 01.02.2018
Aufsteller:	Ingenieurbüro mgp	

Mast:

$$V_{\text{Mast}} := \frac{A_{\text{Zopf}} + A_{\text{Fuß}}}{2} \cdot L_1 = 164521 \text{ cm}^3 \quad \gamma_s = 77 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$G_{\text{Mast}} := V_{\text{Mast}} \cdot \gamma_s = 12.7 \text{ kN}$$

Rohr über mittlerem Grundwasserstand:

$$V_{\text{Rohr}} := \pi \cdot L_{\text{tr}} \cdot \left(\left(\frac{d_2}{2} \right)^2 - \left(\frac{d_2}{2} - s_2 \right)^2 \right) = 89535 \text{ cm}^3 \quad \gamma_s = 77 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$G_{\text{Rohr}} := V_{\text{Rohr}} \cdot \gamma_s = 6.9 \text{ kN}$$

Quarzsand zwischen Betonplomben im Gründungsrohr:

$$V_{\text{Quarz}} := \pi \cdot T_1 \cdot \left(\left(\frac{d_2}{2} - s_2 \right)^2 - \left(\frac{d_{\text{Fuß}}}{2} \right)^2 \right) = 334071 \text{ cm}^3 \quad \gamma_Q := 14 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad (\text{Annahme})$$

$$G_{\text{Quarz}} := V_{\text{Quarz}} \cdot \gamma_Q = 4.7 \text{ kN}$$

$$G_{\text{d.stb}} := (G_{\text{Mast}} + G_{\text{Rohr}} + G_{\text{Quarz}}) \cdot G_{\text{stb}} = 23.02 \text{ kN}$$

Da $A_{\text{d.dst}} = 15 \text{ kN} < G_{\text{d.stb}} = 23 \text{ kN}$ kann die Bedingung erfüllt werden. Das Eigengewicht des Mastes reicht aus, um eine ausreichende Sicherheit gegen Aufschwimmen zu gewährleisten. Ein zusätzlicher Ansatz der Mantelreibungskräfte an den Fundamentrohrwänden bzw. der Auflast durch Überdeckung wird nicht erforderlich.

Mast 57: S / C / 11.5 / 28 / ohne Kabeleinführungsöffnung

Der Mast Nr. 57 ist kein Kombimast. Die Öffnung bei OKG + 60 cm zur Kabeleinführung entfällt daher. Der für die Auftriebsberechnung maßgebende Wasserstand ist somit das Bemessungshochwasser HQ100.

Eigenschaften Mast und Rohrgründung:

Mast:

$L_1 := 11.50 \text{ m}$ Gesamtlänge
 $s_1 := 20 \text{ mm}$ Wandstärke (Annahme)
 $T_1 := 2.00 \text{ m}$ Einsatztiefe
 $w := 2.30 \text{ m}$ Wasserstand OKG

Rohrgründung:

$L_2 := 7.10 \text{ m}$ Gesamtlänge
 $s_2 := 10 \text{ mm}$ Wandstärke
 $d_2 := 610 \text{ mm}$ Außendurchmesser
 $X := 0.50 \text{ m}$ Überdeckung

Bauteil:	Nachweis gegen Aufschwimmen (GZT)	Seite:	15 / 17
Kapitel/ Vorgang:	2.1	Archiv-Nr.	
Programm	mb BauStatik S014 2018.011		3250

Baumaßnahme	Hochwasserschadenbeseitigung 2013 Wehlener Straße	Bauwerksnummer (ASB)
Straßenbauverwaltung	Dresdner Verkehrsbetriebe AG T45 / 5 z.H. Frau Kolpe	Datum 01.02.2018
Aufsteller:	Ingenieurbüro mgp	

$$d_{Zopf} := 270 \text{ mm}$$

$$A_{Zopf} := \left(\left(\frac{d_{Zopf}}{2} \right)^2 - \left(\frac{d_{Zopf}}{2} - s_1 \right)^2 \right) \cdot 2 \cdot 2^{\frac{1}{2}} = 141 \text{ cm}^2 \quad \text{Materialquerschnitt am Zopf}$$

$$d_{Fuß} := 408 \text{ mm}$$

$$A_{Fuß} := \left(\left(\frac{d_{Fuß}}{2} \right)^2 - \left(\frac{d_{Fuß}}{2} - s_1 \right)^2 \right) \cdot 2 \cdot 2^{\frac{1}{2}} = 219 \text{ cm}^2 \quad \text{Materialquerschnitt am Fuß}$$

$$\omega_s := 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{spezifisches Stahlgewicht}$$

$$\gamma_s := \omega_s \cdot g = 77 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$MW := 106.90 \text{ m} \quad NH \quad OKG \quad 112.15 \text{ m} \quad NHN$$

$$MGW := OKG - MW = 5.25 \text{ m} \quad \text{ca. mittlerer Grundwasserstand}$$

Es wird davon ausgegangen, dass der umliegende Wasserstand in Höhe eines HQ100 (ca. 2,30 m ab OKG) ansteht.

Bemessungswert der destabilisierenden Einwirkung durch den Wasserdruck:

$$A_{d.dst} := A_{k.dst} \cdot \gamma_{G.dst} \quad A_{k.dst} := V_{ges} \cdot \gamma_{liq}$$

$$A_o := \left(\frac{d_{Zopf}}{2} \right)^2 \cdot 2 \cdot 2^{\frac{1}{2}} = 515 \text{ cm}^2 \quad A_u := \left(\frac{d_{Fuß}}{2} \right)^2 \cdot 2 \cdot 2^{\frac{1}{2}} = 1 \cdot 10^3 \text{ cm}^2$$

$$v := \frac{A_u - A_o}{L_1} = 57.5 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \quad \text{lineare Querschnittsreduzierung ab Mastfuß}$$

$$V_1 := \frac{(A_u - v \cdot T_1) + (A_u - v \cdot (T_1 + X + w))}{2} \cdot (X + w)$$

$$V_1 = 274813 \text{ cm}^3 \quad \text{Volumen des zu verdrängenden Mastkörpers}$$

$$L_{tr} := \min(MGW - X, L_2 + X) = 4.75 \text{ m} \quad \text{Fundamenthülsenlänge über mittlerem Grundwasserspiegel}$$

$$V_2 := L_{tr} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_2}{2} \right)^2$$

$$V_2 = 1388172 \text{ cm}^3 \quad \text{Volumen der zu verdrängenden Rohrgründung}$$

$$\gamma_{liq} := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{Wichte des Wassers}$$

Bauteil:	Nachweis gegen Aufschwimmen (GZT)	Seite:	16 / 17
Kapitel/ Vorgang:	2.1	Archiv-Nr.	
Programm	mb BauStatik S014 2018.011		3250

Baumaßnahme	Hochwasserschadenbeseitigung 2013 Wehlener Straße	Bauwerksnummer (ASB)
Straßenbauverwaltung	Dresdner Verkehrsbetriebe AG T45 / 5 z.H. Frau Kolpe	Datum 01.02.2018
Aufsteller:	Ingenieurbüro mgp	

$$A_{d.dst} := (V_1 + V_2) \cdot \gamma_{liq} \cdot \gamma_{G.dst} = 16.6 \text{ kN}$$

Bemessungswert der ständigen stabilisierenden Einwirkungen aus Mast- und Fundamentrohrgewicht:

$$G_{d.stb} := G_{k.stb} \cdot \gamma_{G.stb} \quad G_{k.stb} := \sum V_i \cdot \gamma_i$$

Mast:

$$V_{Mast} := \frac{A_{Zopf} + A_{Fuß}}{2} \cdot L_1 = 207522 \text{ cm}^3 \quad \gamma_s = 77 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$G_{Mast} := V_{Mast} \cdot \gamma_s = 16 \text{ kN}$$

Rohr über mittlerem Grundwasserstand:

$$V_{Rohr} := \pi \cdot L_{tr} \cdot \left(\left(\frac{d_2}{2} \right)^2 - \left(\frac{d_2}{2} - s_2 \right)^2 \right) = 89535 \text{ cm}^3 \quad \gamma_s = 77 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$G_{Rohr} := V_{Rohr} \cdot \gamma_s = 6.9 \text{ kN}$$

Quarzsand zwischen Betonplomben im Gründungsrohr:

$$V_{Quarz} := \pi \cdot T_1 \cdot \left(\left(\frac{d_2}{2} - s_2 \right)^2 - \left(\frac{d_{Fuß}}{2} \right)^2 \right) = 285313 \text{ cm}^3 \quad \gamma_Q := 14 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad (\text{Annahme})$$

$$G_{Quarz} := V_{Quarz} \cdot \gamma_Q = 4 \text{ kN}$$

$$G_{d.stb} := (G_{Mast} + G_{Rohr} + G_{Quarz}) \cdot \gamma_{G.stb} = 25.52 \text{ kN}$$

Da $A_{d.dst} = 17 \text{ kN} < G_{d.stb} = 26 \text{ kN}$ kann die Bedingung erfüllt werden. Das Eigengewicht des Mastes reicht aus, um eine ausreichende Sicherheit gegen Aufschwimmen zu gewährleisten. Ein zusätzlicher Ansatz der Mantelreibungskräfte an den Fundamentrohrwänden bzw. der Auflast durch Überdeckung wird nicht erforderlich.

Bauteil:	Nachweis gegen Aufschwimmen (GZT)	Seite:	17 / 17
Kapitel/ Vorgang:	2.1	Archiv-Nr.	
Programm	mb BauStatik S014 2018.011		3250