

INGENIEUR-ARGE Öffnung Elstermühlgraben GbR

Tragwerksplanung Genehmigungsstatik – Teil 3/3 (Kopfbalken, VS und Ausrüstung) zum Entwurf CMD Smith



S&P Sahlmann
Planungsgesellschaft
für Bauwesen mbH Leipzig
Rathenaustraße 19
04179 Leipzig



INROS LACKNER SE
Hänchener Str. 14
03050 Cottbus

Vorhaben: Öffnung des Elstermühlgrabens
Teilbauabschnitt (TBA) 3.2

Auftraggeber: Stadtverwaltung Leipzig
Amt für Stadtgrün und Gewässer
Prager Straße 118-136
04317 Leipzig

Datum: 02.07.2024

Tragwerksplaner: ARGE – Tragwerksplanung
vertreten
S&P Leipzig / INROS LACKNER SE
Rathenaustr. 19
04179 Leipzig

Projekt-Nr.: S&P: T190804
IL SE: 24-04-006-3/2004-0025

HINSICHTLICH DER STANDSICHERHEIT GEPRÜFT

In Verbindung mit dem Prüfbericht Nr.:

2024 / 4033-a

Leipzig, 25.07.2024

Unterschrift

Vom Sächsischen Staatsministerium für Regionalentwicklung anerkannter
Prüfingenieur für Standsicherheit für die Fachrichtungen Massiv- und Metallbau

Dipl.-Ing. Andreas Forner

Robert-Schumann-Straße 13 • 04107 Leipzig

Telefon: 0341 / 48 66 360 • E-Mail: info@lochas-forner.de

Dieses Projekt ist nach dem Urheberrecht ausschließlich unser Eigentum und darf ohne unsere Zustimmung weder vervielfältigt noch dritten Personen zugänglich gemacht oder in anderer Weise missbräuchlich verwendet werden.

Diese Ausfertigung umfasst **78 Seiten** und wird wie folgt verteilt:

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| 1. – 2. Ausfertigung | Bauherr |
| . Ausfertigung | Prüfingenieur |
| . Ausfertigung | Entwurfsverfasser/Architekt |
| 3. – 4. Ausfertigung | Büroexemplar |

Leitung der Arge:

E. Heidmann
Kaufmännischer Geschäftsführer

H. Palme
Technischer Geschäftsführer

Sitz der Arge:

c/o S&P Sahlmann
Planungsgesellschaft
für Bauwesen mbH Leipzig
Rathenaustraße 19
04179 Leipzig

Tel.: +49 (0) 341 453 00 0
Fax: +49 (0) 341 453 00 27

E-Mail:
leipzig@sup-sahlmann.com

Bankverbindung:

Sparkasse Leipzig
IBAN:
DE04 8605 5592 1090 1839 13
BIC: WELADE8LXXX

Steuernummer:

232 / 150 / 33430

E. Heidmann
Kaufmänn. Projektleitung

H. Palme
Techn. Projektleitung

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Inhaltsverzeichnis – Genehmigungsstatik Teil 3

1. Vorbemerkungen	2
1.1. Allgemeines.....	2
1.2. Arbeitsgrundlagen	2
1.3. Haftungsausschluss	3
2. Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale).....	4
2.1. Bemessungsschnitte	4
2.2. Materialeigenschaften	9
2.3. Vorsatzschale und Kopfbalken	10
2.4. Natursteinverblendung	11
2.5. Statisches System	11
2.6. Bemessungsschnitt 1	12
2.6.1. Geometrie.....	12
2.6.2. Belastung.....	13
2.6.3. Bemessung.....	14
2.6.4. Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.....	21
2.6.5. Nachweis Kopfbalkenanschluss an Bohrpfahl	25
2.7. Bemessungsschnitt 2	29
2.7.1. Geometrie.....	29
2.7.2. Belastung.....	30
2.7.3. Bemessung.....	31
2.7.4. Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.....	38
2.7.5. Nachweis Kopfbalkenanschluss an Bohrpfahl	42
2.8. Bemessungsschnitt 3	46
2.8.1. Geometrie.....	46
2.8.2. Belastung.....	47
2.8.3. Bemessung.....	48
2.8.4. Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.....	52
2.8.5. Nachweis Kopfbalkenanschluss an Bohrpfahl	54
2.9. Bemessungsschnitt 4	58
2.9.1. Geometrie.....	58
2.9.2. Belastung.....	59
2.9.3. Bemessung.....	60
2.9.4. Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.....	67
2.9.5. Nachweis Kopfbalkenanschluss an Bohrpfahl	69
2.10. Bemessungsschnitt 5	73
2.10.1. Geometrie.....	73
2.10.2. Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.....	74
2.10.3. Nachweis Anschluss Vorsatzschale an Verpresskörper	75
2.11. Zusammenfassung Anschlussbewehrung an Bohrpfahl	77
Schlussblatt Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale	78

Bauteil: -

Kapitel: Inhaltsverzeichnis

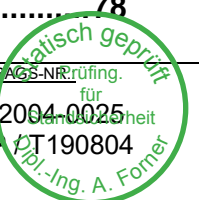
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFGABEN-NR. rüfung.

IL / 2004-0025

S&P 190804

S. 1



BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

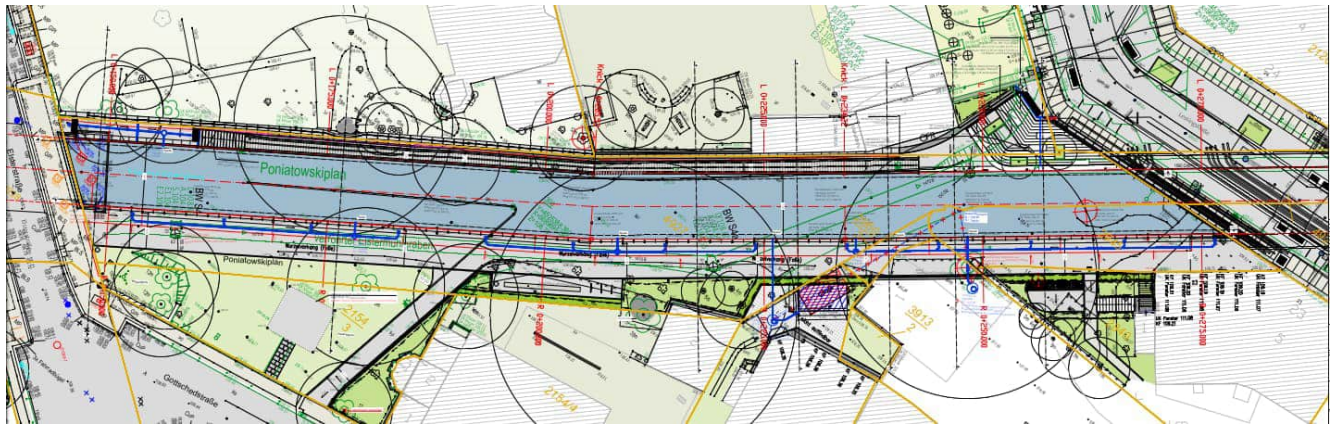
1. Vorbemerkungen

1.1. Allgemeines

Die statische Berechnung erfolgt bauteilweise und gliedert sich in folgende Teile:

- **Allgemeine Lastannahmen (Teil 1)**
 - **Bohrpfähle und Unterwasserbetonsohle (Teil 2)**
 - **Kopfbalken, Vorsatzschale und Ausrüstung (Teil 3)**
- } Konstruktion Uferwand

In diesem Dokument erfolgt die statische Berechnung (Teil 3 – Kopfbalken, Vorsatzschale und Ausrüstung) der Uferwände des Teilbauabschnitts TBA 3.2 für die geplante Öffnungen des Elstermühlgrabens zwischen Elsterstraße und Lessingstraße in Leipzig.



1.2. Arbeitsgrundlagen

Der statischen Berechnung liegen die aufgeführten Unterlagen gemäß Teil 1 – Allgemeine Lastannahmen, Abschnitt 2 zu Grunde.

- /U1/ Tragwerksplanung – Genehmigungsstatik Teil 1/3 (Allgemeine Lastannahmen)
Stand vom 02.07.2024
ARGE Tragwerksplanung – INROS LACKNER SE und
S&P Sahlmann Planungsgesellschaft für Bauwesen mbH Leipzig
- /U2/ Europäische Technische Zulassung ETA-19/0600 vom 11. Oktober 2023
Hilti HIT-HY 200-A V3 und Hilti HIT-HY 200-R V3

Bauteil: 1 Vorbemerkungen
Kapitel: 1.1 Allgemeines
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFGABEN-NR. rüfung.
IL / 2004-0025
S&P für
T 190804
S. 2
statisch geprüft
Dipl.-Ing. A. Fomer

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Der Baugrund wird entsprechend des Längsschnitts aus dem Baugrundgutachten angenommen, siehe hierzu auch Teil 1 – Allgemeine Lastannahmen, Abschnitt 3.

Als Grundlage der Lastannahmen gelten die im Teil 1 – Allgemeine Lastannahmen, Abschnitt 5 beschriebenen Einwirkungen. Einzelne weiterführende Lastansätze werden in den jeweiligen Abschnitten zur Bemessung beschrieben.

Die Bemessung erfolgt unter den in Abschnitt 6 des Teil 1 – Allgemeine Lastannahmen angegebenen Randbedingungen. Genauere bzw. abweichende Angaben sind der Bemessung im jeweiligen Abschnitt zu entnehmen.

1.3. Haftungsausschluss

Werden in den weiteren Planungsphasen und bei der Ausführung einzelne Positionen ohne Rücksprache mit dem Aufsteller der vorliegenden Tragwerksvorplanung anders ausgeführt als in diesen Unterlagen angegeben, so wird hiermit jede Haftung durch den Aufsteller für diese Positionen und für weitere Positionen, welche dadurch beeinträchtigt werden, ausgeschlossen.

Hinweis:

Die Ertüchtigung und Standsicherheit der historischen Altwand liegt in alleiniger Verantwortung bei CDM Smith als Objekt- und zuständiger Tragwerksplaner. Daher wird für die linke Uferseite jegliche Haftung bzgl. der Standsicherheit der historischen Altwand und der dahinter auftretenden Belastung ausgeschlossen.

Als Schnittstelle dienen übergebene Belastungen der Gründungssohle bzw. der aufzunehmenden Kräfte durch die geplante Bohrpfahlwand und der dazugehörigen Kopfbalkenkonstruktion. Auf das Risiko zu auftretenden Gesamtverformungen aus dem gewählten Bauablauf und den daraus resultierenden Bauzuständen wurde der Objektplaner hingewiesen und die Verträglichkeit liegt in dessen Verantwortung.

Bauteil: 1 Vorbemerkungen
Kapitel: 1.3 Haftungsausschluss
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR. rüfung.
für
IL / 2004-0025
S&P T190804
S. 3
Dipl.-Ing. A. Fomer
Statisch geprüft

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2. Standicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

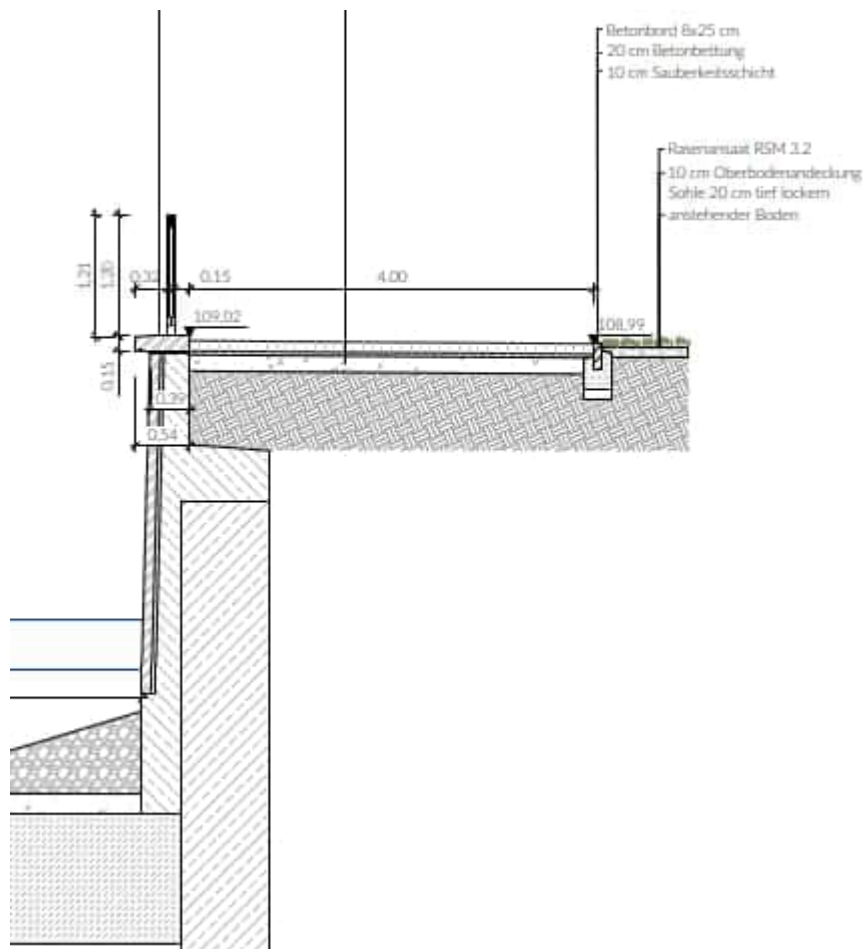
2.1. Bemessungsschnitte

Aufgrund unterschiedlicher Geometrien sowie unterschiedlicher Belastungen werden verschiedene Bemessungsschnitte untersucht.

BS1 - Rechte Uferseite Station 148,47 bis 276,35

Für die Bemessung des Kopfbalkens auf der rechten Uferseite wird lediglich ein Bemessungsschnitt betrachtet, da die Belastung durchgehend gleichbleibt und lediglich die Höhe der vertikalen Aufkantung variiert. Der gewählte Bemessungsschnitt am Beginn des Kopfbalken (Höhe Aufkantung am größten) deckt somit alle Situationen auf der rechten Uferseite ab.

Auszug aus der Objektplanung: Plan Außenanlagen Teilabschnitt 3.2
 Querschnitt AA' vom 15.04.24



Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
 Kapitel: 2.1 Bemessungsschnitte
 Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR.: 190804
 IL / 2004-0025
 S&P
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 S. 4

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

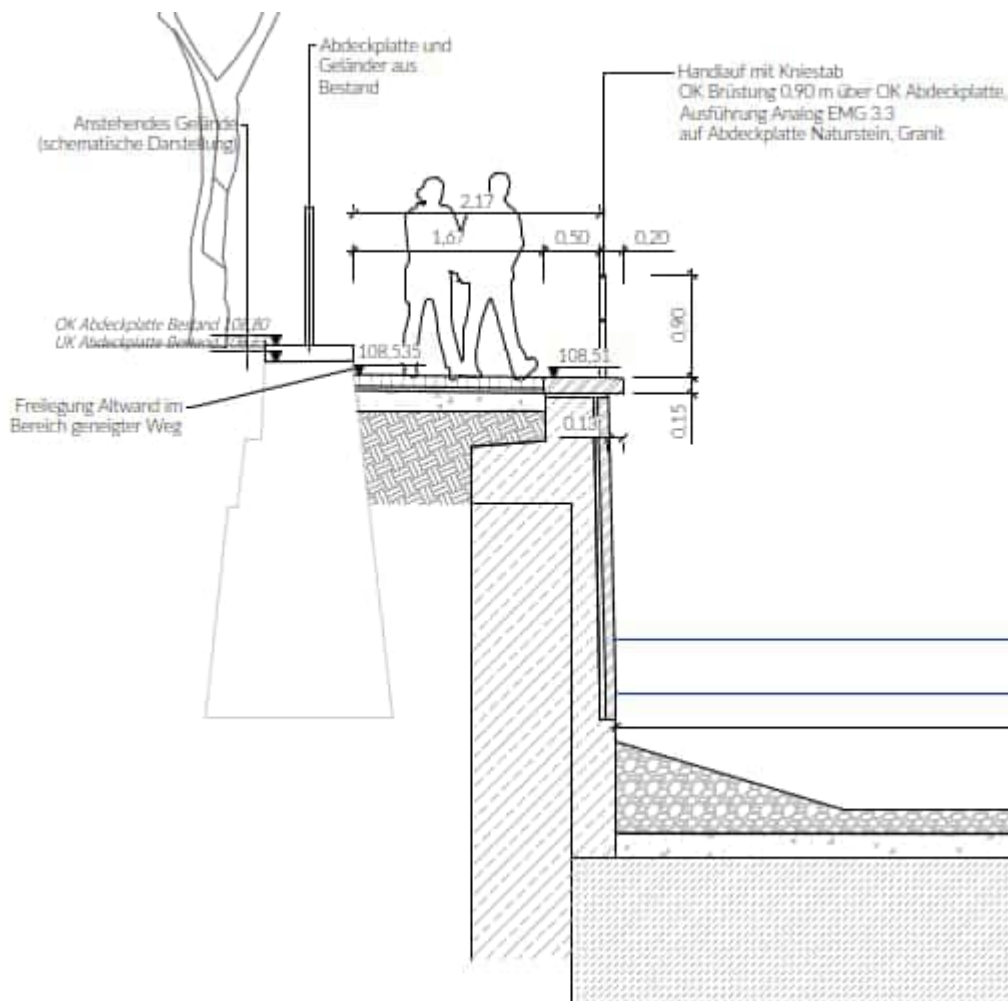
Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

BS2 - Linke Uferseite Station 146,17 bis 165,26

Bemessungsschnitt 2 deckt auf der linken Uferseite den Bereich des Kopfbalkens von der Elsterstraße bis zum unteren Ende der Treppe ab. Analog zu BS1 bleibt die Belastung in diesem Bereich gleich und es ändert sich lediglich die Höhe der vertikalen Auflagerung. ✓

Auszug aus der Objektplanung: Plan Außenanlagen Teilabschnitt 3.2
 Querschnitt AA' vom 15.04.24



Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
Kapitel: 2.1 Bemessungsschnitte
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFGABEN-NR. rüfung.
 IL / 2004-0025
 S&P für
 S&P 190804
 S. 5
 statisch geprüft
 Dipl.-Ing. A. Fomer

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

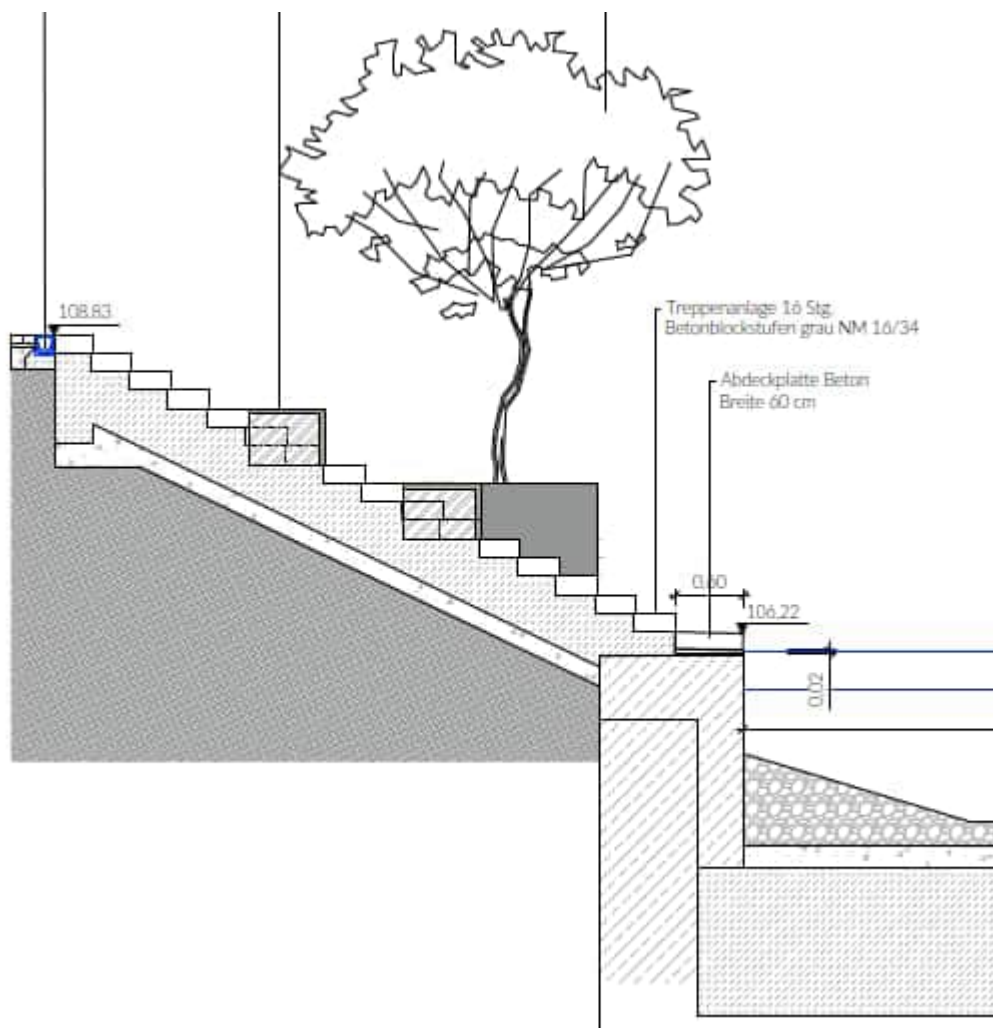
Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

BS3 - Linke Uferseite Station 165,26 bis 266,13

Bemessungsschnitt 3 gilt für den gesamten Kopfbalken im Bereich des Uferstegs entlang des Gewässers. Der Kopfbalken wird auf der gesamten Länge mit einheitlicher Geometrie ausgebildet. Die maßgebende Belastung ergibt sich im Bereich der geplanten Freitreppe an der Lessingstraße. Da die resultierenden Schnittgrößen im Bereich der Freitreppe verhältnismäßig klein sind, wird auf einen weiteren Schnitt im Bereich ohne Treppe verzichtet.

Auszug aus der Objektplanung: Plan Außenanlagen Teilabschnitt 3.2
 Querschnitt GG' vom 25.10.23



Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
Kapitel: 2.1 Bemessungsschnitte
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR. rüfung.
 IL / 2004-0025 für
 S&P 190804 Statik
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 S. 6

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

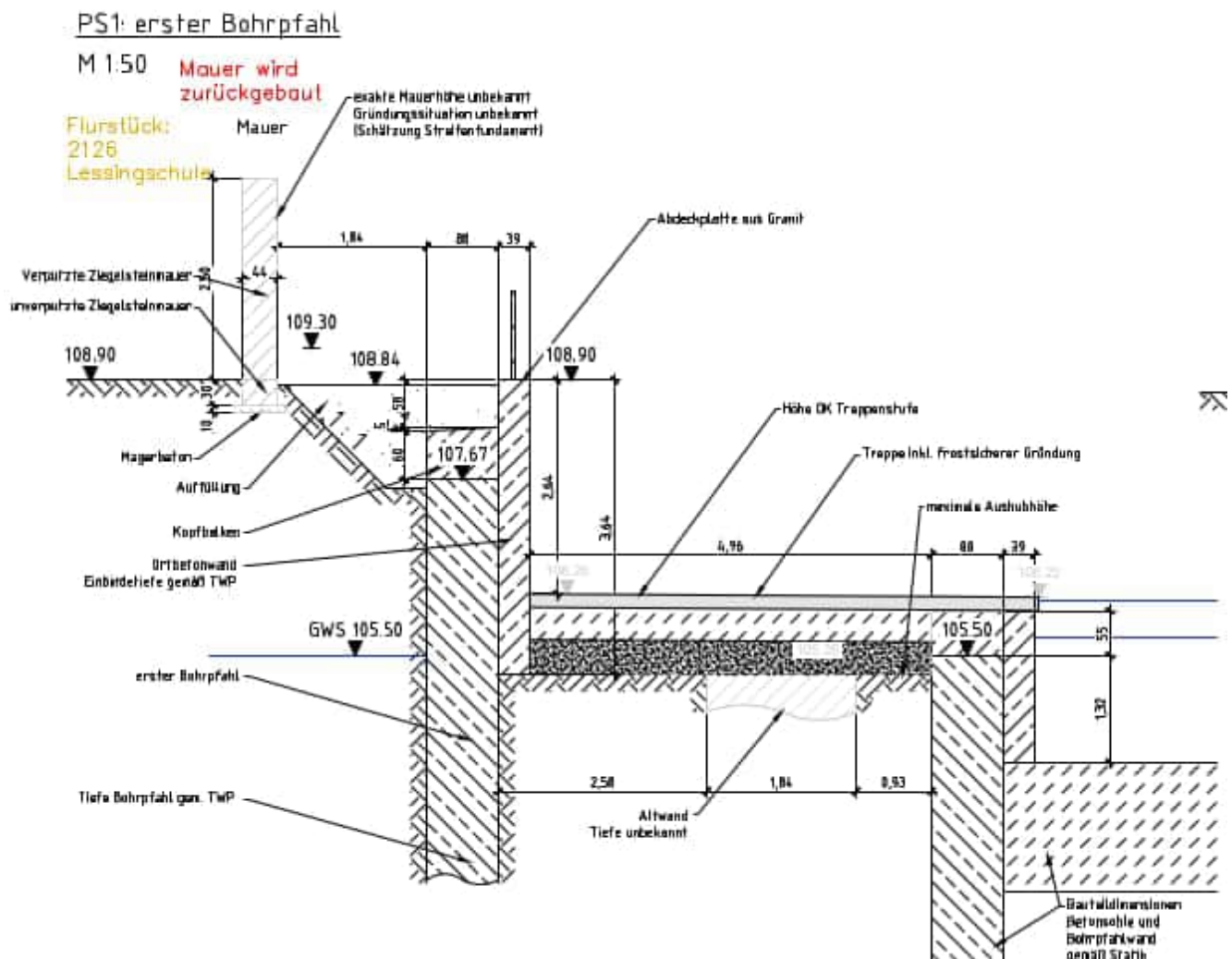
Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

BS4 - Linke Uferseite Freitreppe

Bemessungsschnitt 4 gilt für den Kopfbalken im Bereich der zurückgesetzten Bohrpfähle an der Freitreppe zur Lessingstraße und befindet sich damit nicht unmittelbar am Gewässer. Der Kopfbalken wird auf der gesamten Länge mit einheitlicher Geometrie ausgebildet, lediglich die Höhe der Vorsatzschale wird mit dem Verlauf der Treppe angepasst.

Auszug aus der Objektplanung: Plan Vorsatzschale Schule
 Schnitt PS1' vom 03.06.24



Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
 Kapitel: 2.1 Bemessungsschnitte
 Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFGABEN-NR. rüfung.
 IL / 2004-0025
 S&P für
 T 190804
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 S. 7

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

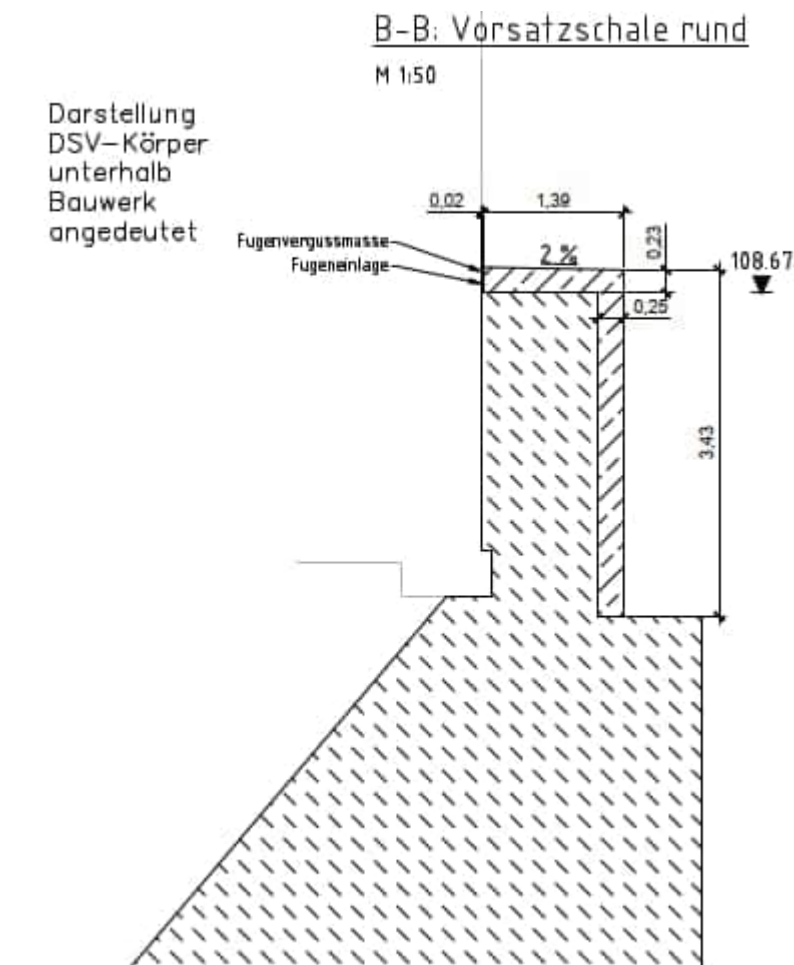
Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

BS5 – linke Uferseite Düsenstrahlkörper Lessingschule

Bemessungsschnitt 5 gilt für die Vorsatzschale im Bereich des DSV-Körpers an der Lessingschule. Der Geländesprung wird in diesem Bereich direkt durch den Verpresskörper gesichert. Die Vorsatzschale dient lediglich zur Herstellung einer einheitlichen Ansichtsfläche und unterliegt somit ausschließlich Zwangsbeanspruchungen.

Auszug aus der Objektplanung: Plan Vorsatzschale Schule
 Schnitt B-B' vom 03.06.24



Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
Kapitel: 2.1 Bemessungsschnitte
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR. rüfung.
 IL / 2004-0025
 S&P für
 Standortsicherheit
 T190804
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 S. 8

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.2. Materialeigenschaften

Kopfbalken & VS C35/45 (sh. Lastenheft)

$$f_{ck} = 35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \dots \text{Druckfestigkeit}$$

$$f_{ctm} = 3,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \dots \text{mittlere Zugfestigkeit}$$

$$E_{cm} = 34.000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \dots \text{Elastizitätsmodul}$$

Teilsicherheitsbeiwerte: $\gamma_c = 1,50$...ständige und vorübergehende Bemessungssituation

$\gamma_c = 1,30$...außergewöhnliche Bemessungssituation

Betonstahl B500B

$$f_{yk} = 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \dots \text{Streckgrenze}$$

$$f_{tk} = 525 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \dots \text{rechnerische Zugfestigkeit}$$

$$E_s = 200.000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \dots \text{Elastizitätsmodul}$$

hochduktil

Teilsicherheitsbeiwerte: $\gamma_s = 1,15$...ständige und vorübergehende Bemessungssituation

$\gamma_s = 1,00$...außergewöhnliche Bemessungssituation

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.2 Materialeigenschaften

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR. rüfung.

IL / 2004-0025 für

S&P 190804 Standortsicherheit

Dipl.-Ing. A. Fomer

S. 9

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.3. Vorsatzschale und Kopfbalken

Allgemein ist anzumerken, dass die Vorsatzschale und der Kopfbalken planmäßig fast ausschließlich Zwangsbeanspruchungen unterliegen.

Die Bauteile werden auf vollen Zwang mit einer Rissbreite von 0,25 mm bemessen. Der Lastfall abfließende Hydratationswärme ist somit ebenfalls erfasst. Die Vorsatzschale (oberer Teil) und Kopfbalken werden in einem Arbeitsgang betoniert. Aus diesem Grund werden beide Bauteile mit der gleichen Betongüte hergestellt. Die Betondeckung wird gemäß Abschnitt 6.3 des Teil 1 – Allgemeine Lastannahmen berücksichtigt. Auf der Innenseite der Vorsatzschale (zum Bohrpfehl) wird die Betondeckung auf $c_{nom} = 25$ mm reduziert.

Neben den Zwangsschnittgrößen wird der Kopfbalken durch statische Lasten beansprucht. Zusätzlich zu den Oberflächenlasten infolge Nutzung, wird auch der Verdichtungserddruck zur Bemessung des Kopfbalkens in Ansatz gebracht. Die Lasten aus diesem Stützbauwerk werden in die Bohrpfähle eingeleitet.

Im Rahmen der Genehmigungsstatik erfolgen zur konstruktiven Ausbildung und Bewehrungsführung prinzipielle Darstellungen, die für alle Bauteile gelten, aber bei spezifischen Abweichungen im Rahmen der Ausführungsplanung an die jeweilige Situation angepasst werden müssen.

Die Vorsatzschale wird konstruktiv über eingeklebte Bewehrungsstäbe im vertikalen Abstand von 0,50 m an die Primärpfähle angeschlossen. Für die eingeklebte Bewehrung wird konstruktiv $\varnothing 14$ gewählt.

Mindestverankerungslänge im Primärpfehl **gemäß /U2/**

$$l_{b,min} = 10 \cdot \varnothing_s = 10 \cdot 14 \text{ mm} = 140 \text{ mm}$$

$$l_{b,gew} = \underline{\underline{250 \text{ mm}}} \quad (\text{gewählt})$$



Mindestverankerungslänge in der Vorsatzschale

$$l_{b,rqd} = \varnothing_s / 4 \cdot f_{yd} / f_{bd} = 45,2 \text{ cm}$$

mit: $\varnothing_s = 14 \text{ mm}$

$$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{bd} = 3,37 \text{ N/mm}^2$$

$$\alpha_1 = 0,7$$

(C35/45 - VBI)

(Winkelhaken)

$$l_{b,min} = 0,3 \cdot \alpha_1 \cdot l_{b,rqd} = 9,5 \text{ cm} < 10 \cdot \varnothing_s = \underline{\underline{14 \text{ cm}}}$$



$$l_{b,min} + c_v = 14 \text{ cm} + 6,0 \text{ cm} = 20 \text{ cm} \leq 21 \text{ cm} \text{ (dünnste Stelle der Vorsatzschale)}$$

Da die Vorsatzschale und der Kopfbalken auf vollen Zwang bemessen werden, sind hinsichtlich der Bemessung keine Vorgaben zu Fugen erforderlich. Die Festlegung der bautechnologisch und gestalterisch erforderlichen Fugen obliegt der Objektplanung.

Bauteil:	2	Standicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
Kapitel:	2.3	Vorsatzschale und Kopfbalken
Vorgang:	TWPL –	Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR.: rüfung.
IL / 2004-0025
S&P für
Standicherheit
T 190804
Dipl.-Ing. A. Forner
S. 10



BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.4. Natursteinverblendung

Vorsatzschalen aus Mauerwerk sind weder in der ZTV-W noch in der EAU normentechnisch geregelt. Durch den Objektplaner sind entsprechende Anforderungen an Material und Kennwerte unter Berücksichtigung der Beanspruchung insbesondere unter Beachtung der Dauerhaftigkeit zu definieren.

Der Natursteinvorsatzschale werden keine statischen Funktionen zugewiesen und wird deshalb nicht weiter in dieser Unterlage betrachtet.

2.5. Statisches System

Der Kopfbalken ist auf den Bohrpfählen kontinuierlich gelagert und in regelmäßigen Abständen an den bewehrten Bohrpfählen durch eine Anschlussbewehrung verbunden und gehalten. Größere auskragende Bereiche ($L_{\text{Krag}} \leq 1,25 \text{ m}$) im Bereich von Fugen entstehen nicht und müssen daher nicht weiter betrachtet werden. Dadurch entstehen durch äußere Belastungen wie Erd- oder Verdichtungserddruck keine relevanten balkenartige Schnittgrößen, welche durch Biegung oder Torsion in die Anschlusspunkte abgeleitet werden müssten.

Auf eine Untersuchung der Schnittgrößen infolge der Verteilung der Horizontalkräfte auf die Anschlusspunkte (Durchlaufträger) wird aufgrund der geringen Stützweite (Abstand Sekundärpfahl $a \approx 1,50 \text{ m}$) und der großen statischen Querschnittshöhe ($b \geq 1,00 \text{ m}$) verzichtet, da diese Schnittgrößen für die konstruktive Durchbildung der Längs- und Bügelbewehrung nicht maßgebend werden. Maßgebend für die Längsbewehrung wird die Bemessung auf vollen Zwang und deckt dieses Tragverhalten indirekt auch ohne weitere Nachweise ab.

Die Bemessung der Aufkantung (Kragarm) bzw. deren Anschluss an den Kopfbalken erfolgt in Analogie zu einer Winkelstützwand. Für die Längsbewehrung wird wie beim Kopfbalken die Bemessung auf vollen Zwang maßgebend.

Die Vorsatzschale hat keine tragende Wirkung und dient ausschließlich der Abdeckung der Bohrpfähle, zur Herstellung einer einheitlichen Ansichtsfläche. Die Wahl der Bewehrung erfolgt somit ausschließlich auf vollen Zwang.

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
Kapitel: 2.4 Natursteinverblendung
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFGABEN-NR. rüfung.
IL / 2004-0025
S&P für
Standortsicherheit
T190804
Dipl.-Ing. A. Fomer
S. 11

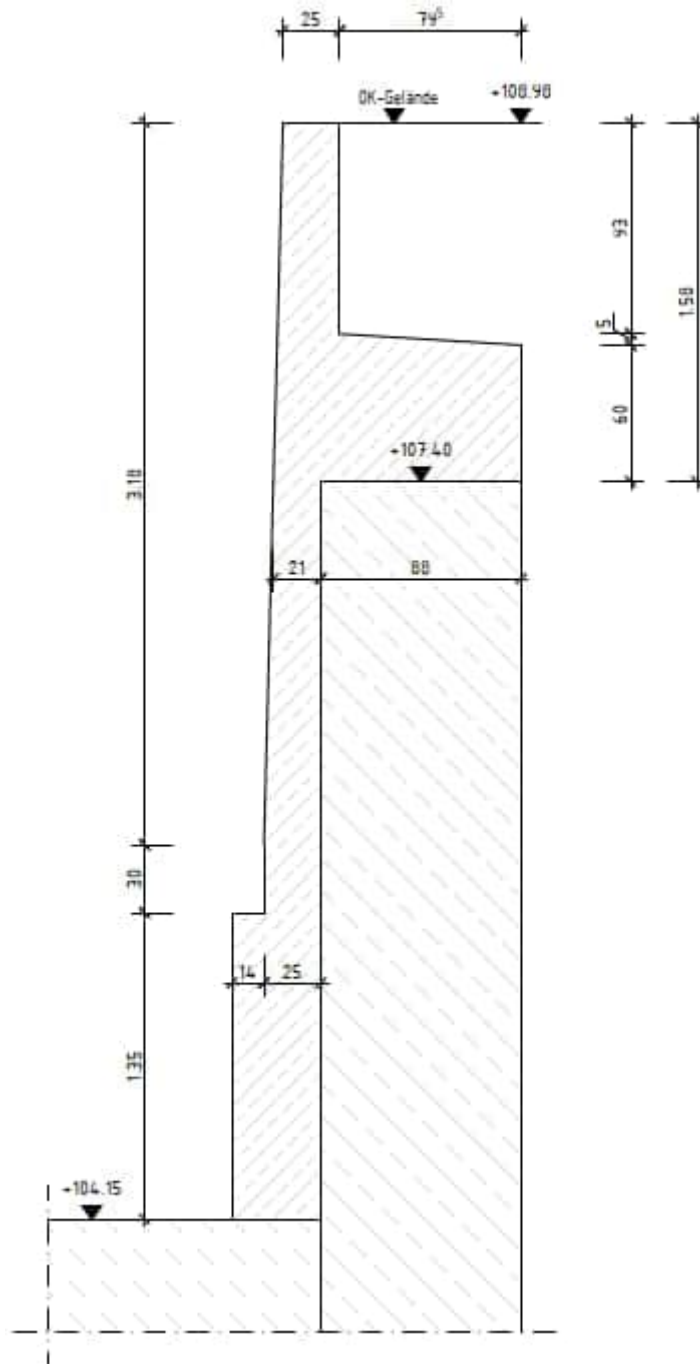
BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.6. Bemessungsschnitt 1

2.6.1. Geometrie



Materialeigenschaften Beton C35/45; Betonstahl B500 B

(vergl. Pkt. 2.2)

Expositionsklassen: XC4, XD1, XF3, XA1, XM1, WA

(gemäß Teil 1 Pkt. 4.1)

Betondeckung: $c_{nom} = 60 \text{ mm}$

(gemäß ZTV-W LB 215)

Bauteil:	2	Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
Kapitel:	2.6	Bemessungsschnitt 1
Vorgang:	TWPL	Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR.	1190804
IL / 2004-0025	
S&P	
Dipl.-Ing. A. Fomer	
S. 12	

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.6.2. Belastung

Für die Bemessung werden die Lasten aus Erddruck maßgebend. Lasten aus Abdeckung des Kopfbalkens etc. werden vernachlässigt. Die Lasten aus Holmlast des Geländers werden über eine Horizontalkraft und Versatzmoment berücksichtigt.

Geländer:	Holmlast	$q_{1k} = 1,00 \text{ kN/m}$ ✓
	Geländerhöhe ca. 1,35m	$M_{1k} = 1,35 \text{ kNm/m}$
Hinterfüllung:	$\gamma / \gamma' = 19,0 / 10 \text{ kN/m}^3$ $\varphi = 28^\circ$	
Aufbau:	Kleinsteinpflaster + Unterbau $h = 0,40\text{m}$ In der Berechnung wird die Differenzlast zur Hinterfüllung zusätzlich angesetzt	$g_{k1} = 25,0 \text{ kN/m}^3$ $\Delta g_{k1} = 6,00 \text{ kN/m}^3$
Nutzlast:	gemäß Lastenheft	$q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$ ✓

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
Kapitel: 2.6 Bemessungsschnitt 1
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR. rüfung.
 IL / 2004-0025
 S&P für
 Standortsicherheit
 1190804
 S. 13
 Dipl.-Ing. A. Fomer

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

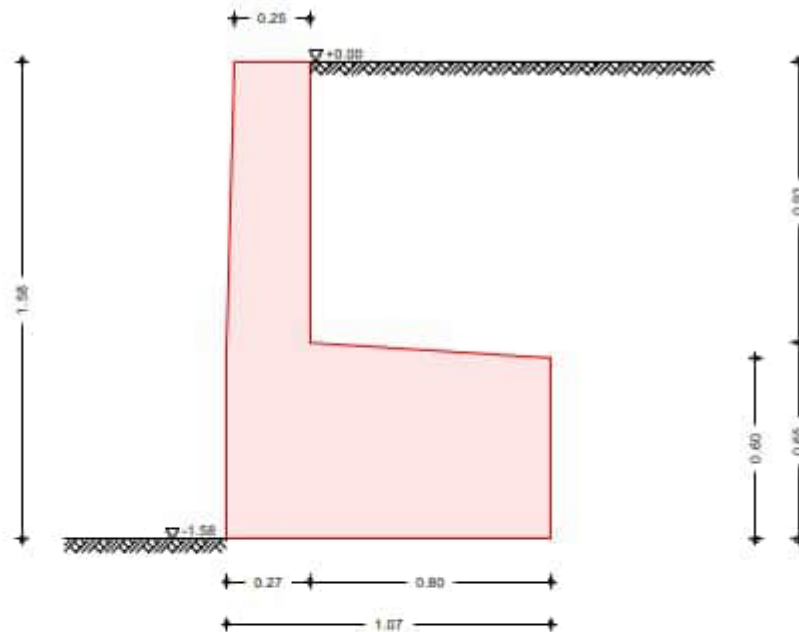
2.6.3. Bemessung

In der nachfolgenden Bemessung erfolgt der Nachweis der erforderlichen Bewehrung der aufgehenden Aufkantung in Anlehnung an eine Winkelstützwand.

Pos. KB1_1 Kopfbalken 1 - Ufer rechts

System

M 1:20



Geometrie

Wandschenkel	$h[m]$	$d_s[m]$	$\alpha_{\text{Wt}}[^\circ]$	$\alpha_{\text{erd}}[^\circ]$
	0.93	0.25	1.50	0.00

Sporne	$l[m]$	$h_s[m]$	$h_e[m]$
erds.	0.80	0.65	0.60

Gelände

ebene Geländeoberfläche

Abstand OK Gelände-Wandkopf	$z_{\text{luft}} =$	1.58	m
	$z_{\text{erd}} =$	0.00	m

Baugrund

Boden	h [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c_s [kN/m²]	c_p [kN/m²]	δ_s [°]	δ_p [°]	δ_0 [°]
	999.0	19.0	10.0	28.0	-	-	0.0	0.0	0.0

Expositionsklassen WA, XA1, XC4, XD1, XF3 und XM1

Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12

Gk

Eigenlasten
 Ständige Einwirkungen

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.6 Bemessungsschnitt 1

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR. rüfung.

IL / 2004-0025
 S&P
 Dipl.-Ing. A. Fomer

S. 14

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Qk.N	Nutzlasten
Gk.E.A	Kategorie A - Wohn- und Aufenthaltsräume fw
	# Erddruck
	Ständiger Erddruck
Gk.E.V	# Verdichtungserddruck
	Ständiger Erddruck
	# Die Einwirkung wurde automatisch generiert.

Belastungen
Eigengewicht

EW	Anteil	G [kN/m]
Gk	Gesamtlast Wand	23.01
Gk	Sporn erdseitig	12.45
Gk	Wandschenkel	6.10
Gk	Bodenkeil erdseitig	14.46

Großflächige Auflast

Nr.	EW	q [kN/m²]
1	Gk.E.A	6.00

Gleichlasten erdseitig

Nr.	EW	q [kN/m²]
1	Qk.N	5.00

Linienlasten an Wand

Nr.	EW	a _s [m]	f _s [kN/m]	f _t [kN/m]	m _y [kNm/m]
1	Qk.N	0.00	1.00	0.00	-1.35

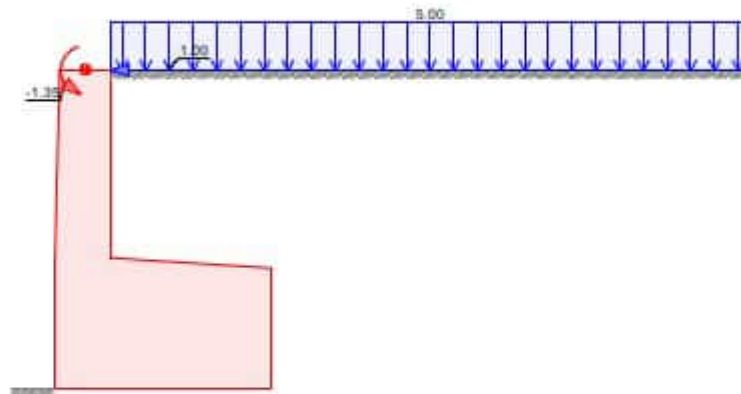
Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)



Einwirkung

Qk.N



Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
 Kapitel: 2.6 Bemessungsschnitt 1
 Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

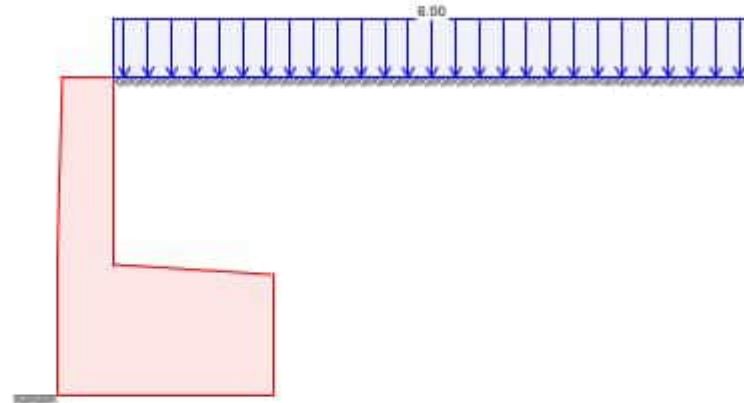
AUFTLAGEN-NR. rüfung.
 IL / 2004-0025
 S&P für
 T190804
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 S. 15

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Gk.E.A



Erddruck

Berechnung nach DIN 4085:2017-08

Standsicherheit
 EW Gk.E.A

erhöhter aktiver Erddruck aus Bodeneigengewicht und großflächiger Gleichlast

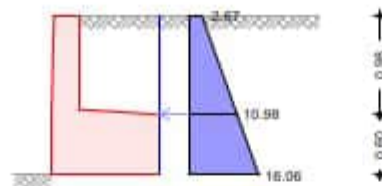
Anteil aktiver Erddruck

$\mu = 0.50$

Lastordinate

$p_v = 6.00 \text{ kN/m}^2$

M 1:60



Resultierende
 Erddruckspannungen

z [m]	$\Sigma e'_{ah}$ [kN/m²]
0.00	2.67
0.98	10.98
1.58	16.06

erhöhte aktive Erddruckkraft

$E'_{ah} = 14.80 \text{ kN/m}$

$E'_{av} = 0.00 \text{ kN/m}$

$z_s = 0.98 \text{ m}$

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.6 Bemessungsschnitt 1

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR. rüfung.

IL / 2004-0025
 S&P für
 Standortsicherheit
 Dipl.-Ing. A. Fomer

S. 16

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

EW Qk.N

erhöhter aktiver Erddruck aus Gleichlast erdseitig
 Lastordinate

$$p = 5.00 \text{ kN/m}^2$$

M 1:60



z [m]	K'aph [-]	e'aph [kN/m²]
0.00	0.446	2.23
0.98	0.446	2.23
1.58	0.446	2.23

erhöhte aktive Erddruckkraft

$$E'_{ah} = 3.52 \text{ kN/m}$$

$$E'_{av} = 0.00 \text{ kN/m}$$

$$z_s = 0.79 \text{ m}$$

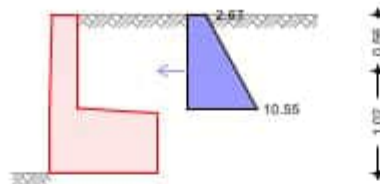
Bemessung
 EW Gk.E.A

erhöhter aktiver Erddruck aus Bodeneigengewicht und großflächiger Gleichlast
 Anteil aktiver Erddruck
 Lastordinate

$$\mu = 0.50$$

$$p_v = 6.00 \text{ kN/m}^2$$

M 1:60



Resultierende
 Erddruckspannungen

z [m]	$\Sigma e'_{ah}$ [kN/m²]
0.00	2.67
0.93	10.55

erhöhte aktive Erddruckkraft

$$E'_{ah} = 6.15 \text{ kN/m}$$

$$E'_{av} = 0.00 \text{ kN/m}$$

$$z_s = 0.56 \text{ m}$$

Verdichtungserddr.

Leichte Verdichtung
 Verdichtungserddruck
 Tiefe nach Bild 13
 Tiefe nach Bild 13

$$e_{vh} = 15.00 \text{ kN/m}^2$$

$$z_p = 0.29 \text{ m}$$

$$z_a = 2.00 \text{ m}$$

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.6 Bemessungsschnitt 1

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFGABEN-NR. rüfung.

IL / 2004-0025
 S&P
 Dipl.-Ing. A. Fomer

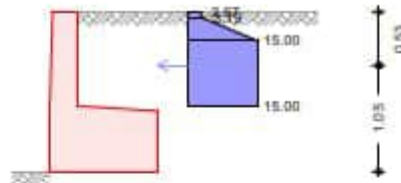
S. 17

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

M 1:60



z [m]	$e_{\text{Verd.}}$ [kN/m²]	Σe_h [kN/m²]
0.00	0.0	2.7
0.06		3.2
0.29	15.0	15.0
0.93	15.0	15.0

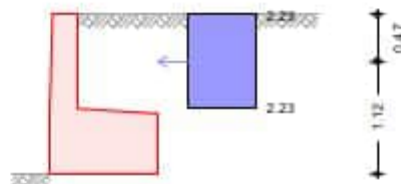
Verdichtungserddruckkraft	$E_{\text{vH}} =$	11.89	kN/m
	$E_{\text{vV}} =$	0.00	kN/m
	$z_s =$	0.53	m

EW Qk.N

erhöhter aktiver Erddruck aus Gleichlast erdseitig
 Lastordinate

$p =$	5.00	kN/m²
-------	------	-------

M 1:60



z [m]	K'_{aph} [-]	e'_{aph} [kN/m²]
0.00	0.446	2.23
0.93	0.446	2.23

erhöhte aktive Erddruckkraft	$E'_{\text{ah}} =$	2.07	kN/m
	$E'_{\text{av}} =$	0.00	kN/m
	$z_s =$	0.47	m

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1997-1
 Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Standssicherheit
 Bemessung (GZT)

GZ STR, BS-P

Ek	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot E_W)$		
3	1.35 * Gk	+1.50 * Qk.N	+1.35 * Gk.E.A
8	1.35 * Gk	+1.35 * Gk.E.V	
11	1.00 * Gk	+1.50 * Qk.N	+1.35 * Gk.E.A
15	1.00 * Gk	+1.50 * Qk.N	+1.35 * Gk.E.V

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.6 Bemessungsschnitt 1

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR. rüfung.

IL / 2004-0025

S&P für

Dr. Ing. A. Fomer

S. 18

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Bem.-schnittgrößen

Standsicherheit
 Bemessung (GZT)
 Wandschenkel

z [m]	Ek	N _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
0.93	3	8.23	12.91	-7.91
	11	6.10	12.91	-7.92
	15	6.10	20.67	-11.28

Sporn erdseitig

Ek	Anteil	N _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
3	Standsicherheit	25.26	48.77	11.43
	Erddruck Bemessung Wand	12.91	0.00	-10.13
	Sohldruck	9.45	22.26	6.05
	Resultierende	2.90	26.51	15.50
8	Standsicherheit	19.98	42.79	11.50
	Erddruck Bemessung Wand	16.06	0.00	-11.67
	Sohldruck	10.41	29.72	10.43
	Resultierende	-6.49	13.07	12.73
15	Standsicherheit	25.26	39.35	7.68
	Erddruck Bemessung Wand	20.67	0.00	-16.00
	Sohldruck	3.85	7.18	1.65
	Resultierende	0.75	32.17	22.03

Material

Materialwerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

Material	f _{ck} [N/mm²]	f _y [N/mm²]	E [N/mm²]
C 35/45	35.0	-	34000
B 500SB		500.0	200000

Expositionsklassen

Abs. 4.2, 4.4
 Wand

Expositionsklassen

Seite	KI	Kommentar
umlaufend	XC4	wechselnd nass und trocken
	XD1	mäßige Feuchte
	XF3	Hohe Wassersättigung ohne Taumittel
	XA1	Chemisch schwach angreifende Umgebung
	XM1	Mäßige Verschleißbeanspruchung
	WA	Häufig oder längere Zeit feuchter Beton mit Alkalizufuhr von außen
Sporn	XC4	wechselnd nass und trocken
	XD1	mäßige Feuchte
	XF3	Hohe Wassersättigung ohne Taumittel
	XA1	Chemisch schwach angreifende Umgebung
	XM1	Mäßige Verschleißbeanspruchung

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.6 Bemessungsschnitt 1

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR. rüfung.

IL / 2004-0025
 S&P
 Dipl.-Ing. A. Fomer

S. 19

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Seite	KI	Kommentar
	WA	Häufig oder längere Zeit feuchter Beton mit Alkalizufuhr von außen
	e:	Es sind zusätzliche Anforderungen an die Gesteinskörnung zu berücksichtigen

Bewehrungsanordnung

Achsabstände, Betondeckungen

Bezug	c_{min} [mm]	Δc_{dev} [mm]	c_{nom} [mm]	c_v [mm]	d' [mm]
Wand					
luftseitig	40	15	55	60	72
erdseitig	40	15	55	60	72
Sporn					
oben	40	15	55	60	72
unten	40	15	55	60	72

Bemessung (GZT)

Biegebemessung

Berücksichtigung der Mindestlängsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01, NDP Zu 9.2.1.1(1)

Wand	z [m]	Seite	Ek	M_{Ed} [kNm/m]	N_{Ed} [kN/m]	a_s [cm ² /m]	$a_{s,min}$ [cm ² /m]
	0.93	lufts.	3	-7.91	-8.23	-	-
			3	-7.91	-8.23	-	-
		erds.	15	-11.28	-6.10	1.15	-
			11	-7.92	-6.10	-	4.36

Sporn erdseitig

Seite	Ek	M_{Ed} [kNm/m]	N_{Ed} [kN/m]	a_s [cm ² /m]	$a_{s,min}$ [cm ² /m]
oben	7	21.38	4.86	0.87	-
	8	12.73	6.49	-	8.70

Querkraftbemessung

Berücksichtigung der Mindestquerkraftbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 9.3.2(2)

Wand	z [m]	Ek	θ [°]	V_{Ed} [kN/m]	$V_{Rd,c}$ [kN/m]	$V_{Rd,max}$ [kN/m]	a_{sw} [cm ² /m ²]
	0.93	15	18.43	20.67	118.53	501.37	-

Sporn erdseitig

Ek	θ [°]	V_{Ed} [kN/m]	$V_{Rd,c}$ [kN/m]	$V_{Rd,max}$ [kN/m]	a_{sw} [cm ² /m ²]
15	18.43	32.17	239.63	2177.70	-

erf. Bewehrung

Biege- und Querkraftbewehrung

Wand	z [m]	a_{sl} [cm ² /m]	a_{su} [cm ² /m]	a_{sw} [cm ² /m ²]
	0.93	-	4.36 _M	-

Sporne

	a_{so} [cm ² /m]	a_{su} [cm ² /m]	a_{sw} [cm ² /m ²]
erdseitig	8.70 _M	-	-

M Mindestlängsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA, NDP Zu 9.2.1.1(1)
 M Mindestquerkraftbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 9.3.2(2)

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.6 Bemessungsschnitt 1

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.6.4. Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite

Der Nachweis der Mindestbewehrung zur Rissbreitenbegrenzung unter Zwang erfolgt nach DIN EN 1992 für „vollen Zwang“.

2.6.4.1 Kopfbalken

Pos. KB1_2	Zwang Kopfbalken																																									
System M 1-20	Rechteckquerschnitt																																									
	<table><tr><td>Breite</td><td>b =</td><td>109.00</td><td>cm</td></tr><tr><td>Höhe</td><td>h =</td><td>62.50</td><td>cm</td></tr><tr><td>Bewehrungsabstände</td><td>d_{s1}, d_{s2} =</td><td>6.80</td><td>cm</td></tr><tr><td></td><td>d_{l1}, d_{l2} =</td><td>6.80</td><td>cm</td></tr><tr><td>mittlere Stabdurchmesser</td><td>d_{m1} =</td><td>16.00</td><td>mm</td></tr><tr><td></td><td>d_{m2} =</td><td>16.00</td><td>mm</td></tr><tr><td>Stahlfläche unten, oben je</td><td>A_{s1} =</td><td>14.00</td><td>cm²</td></tr><tr><td>Stahlfläche links, rechts je</td><td>A_{s2} =</td><td>14.00</td><td>cm²</td></tr><tr><td>gesamte Stahlfläche</td><td>A_s =</td><td>56.00</td><td>cm²</td></tr><tr><td>Bewehrungsgrad</td><td>ρ =</td><td>0.82</td><td>%</td></tr></table>	Breite	b =	109.00	cm	Höhe	h =	62.50	cm	Bewehrungsabstände	d _{s1} , d _{s2} =	6.80	cm		d _{l1} , d _{l2} =	6.80	cm	mittlere Stabdurchmesser	d _{m1} =	16.00	mm		d _{m2} =	16.00	mm	Stahlfläche unten, oben je	A _{s1} =	14.00	cm ²	Stahlfläche links, rechts je	A _{s2} =	14.00	cm ²	gesamte Stahlfläche	A _s =	56.00	cm ²	Bewehrungsgrad	ρ =	0.82	%	
Breite	b =	109.00	cm																																							
Höhe	h =	62.50	cm																																							
Bewehrungsabstände	d _{s1} , d _{s2} =	6.80	cm																																							
	d _{l1} , d _{l2} =	6.80	cm																																							
mittlere Stabdurchmesser	d _{m1} =	16.00	mm																																							
	d _{m2} =	16.00	mm																																							
Stahlfläche unten, oben je	A _{s1} =	14.00	cm ²																																							
Stahlfläche links, rechts je	A _{s2} =	14.00	cm ²																																							
gesamte Stahlfläche	A _s =	56.00	cm ²																																							
Bewehrungsgrad	ρ =	0.82	%																																							
Expositionsklasse	XC4																																									
Nachweise (GZG)	gemäß DIN EN 1992-1-1, 7.3																																									
	Material:																																									
	Normalbeton	C 35/45																																								
	mittlere Zugfestigkeit	f _{ctm} = 3.20 N/mm ²																																								
	wirksame Zugfestigkeit	f _{ct,eff} = 3.20 N/mm ²																																								
	Elastizitätsmodul	E _{cm} = 34000 N/mm ²																																								
	Betonstahl	B 500SB																																								
	char. Streckgrenze	f _{yk} = 500.00 N/mm ²																																								
	Elastizitätsmodul	E _s = 200000 N/mm ²																																								
	Grenzwert für die Rissbreite	w _{max} = 0.25 mm																																								
DIN EN 1992-1-1, 7.3.2	Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite																																									
	Nachweis bei reinem Zug aus 'innerem' Zwang																																									
Gl.(7.1)	<table><tr><th>k_c</th><th>k</th><th>A_{ct}</th><th>σ_s</th><th>d_s[*]</th><th>A_{s,min}</th></tr><tr><th>[-]</th><th>[-]</th><th>[cm²]</th><th>[N/mm²]</th><th>[mm]</th><th>[cm²]</th></tr><tr><td>1.00</td><td>0.61</td><td>6812.50</td><td>244.95</td><td>14.5</td><td>53.84</td></tr></table>	k _c	k	A _{ct}	σ _s	d _s [*]	A _{s,min}	[-]	[-]	[cm ²]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ²]	1.00	0.61	6812.50	244.95	14.5	53.84																							
k _c	k	A _{ct}	σ _s	d _s [*]	A _{s,min}																																					
[-]	[-]	[cm ²]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ²]																																					
1.00	0.61	6812.50	244.95	14.5	53.84																																					
	erf. Mindestbewehrung	A _{s,min} = 53.84 cm ²																																								
	Die geforderte Mindestbewehrung wird eingehalten.																																									

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.6 Bemessungsschnitt 1

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR. rüfung.

IL / 2004-0025

S&P 190804

S. 21



BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

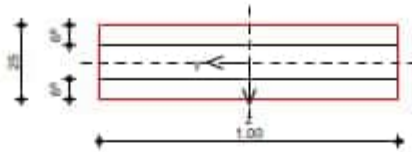
2.6.4.2 Aufkantung

Pos. KB1_3

Zwang Aufkantung

System
M 1:20

Platte (Rechteckquerschnitt)



Breite	b =	100.00	cm
Höhe	h =	25.00	cm
Bewehrungsabstände	$d_{0,1}, d_{0,2}$	6.80	cm
mittlere Stabdurchmesser	$d_{m,1}$	16.00	mm
	$d_{m,2}$	16.00	mm
Stahlflächen	A_{s1}	13.40	cm ²
	A_{s2}	13.40	cm ²
gesamte Stahlfläche	A_s	26.80	cm ²
Bewehrungsgrad	ρ	1.07	%

Expositionsklasse

XC4

Nachweise (GZG)

gemäß DIN EN 1992-1-1, 7.3

Material:

Normalbeton

mittlere Zugfestigkeit f_{ctm} = 3.20 N/mm² C 35/45

wirksame Zugfestigkeit $f_{ct,eff}$ = 3.20 N/mm²

Elastizitätsmodul E_{cm} = 34000 N/mm²

Betonstahl

char. Streckgrenze f_{yk} = 500.00 N/mm² B 500S8

Elastizitätsmodul E_s = 200000 N/mm²

Grenzwert für die Rissbreite w_{max} = 0.25 mm

DIN EN 1992-1-1, 7.3.2

Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite

Nachweis bei reinem Zug aus 'innerem' Zwang

Gl.(7.1)

k_c	k	A_{ct}	σ_s	d_s^*	$A_{s,min}$
[-]	[-]	[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]
1.00	0.80	2500.00	244.95	14.5	26.13

Gl.(NA.7.5.1)

$A_{c,eff}$	σ_s	d_s^*	$A_{s,min}$
[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]
2500.00	244.95	14.5	32.66

erf. Mindestbewehrung $A_{s,min}$ = 26.13 cm²/m

Die geforderte Mindestbewehrung wird eingehalten.



Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.6 Bemessungsschnitt 1

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR. rüfung.

IL / 2004-0025
 S&P
 Dipl.-Ing. A. Fomer

S. 22

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

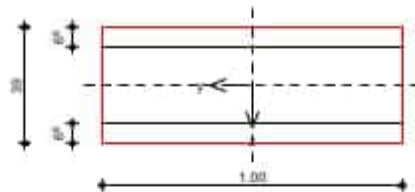
2.6.4.3 Vorsatzschale – unterer Teilabschnitt (b = 39 cm)

Pos. KB1_4

Zwang Vorsatzschale unten

System
M 1:20

Platte (Rechteckquerschnitt)



Breite	b =	100.00	cm
Höhe	h =	39.00	cm
Bewehrungsabstände	d_o, d_u =	6.80	cm
mittlere Stabdurchmesser	$d_{m,1}$ =	16.00	mm
	$d_{m,2}$ =	16.00	mm
Stahlflächen	A_{s1} =	20.11	cm ²
	A_{s2} =	20.11	cm ²
gesamte Stahlfläche	A_s =	40.22	cm ²
Bewehrungsgrad	ρ =	1.03	%

Expositionsklasse: XC4

Nachweise (GZG): gemäß DIN EN 1992-1-1, 7.3

Material:

Normalbeton

mittlere Zugfestigkeit

wirksame Zugfestigkeit

Elastizitätsmodul

Betonstahl

char. Streckgrenze

Elastizitätsmodul

C 35/45

f_{ctm} = 3.20 N/mm²

$f_{ct,eff}$ = 3.20 N/mm²

E_{cm} = 34000 N/mm²

B 500S8

f_{yk} = 500.00 N/mm²

E_s = 200000 N/mm²

Grenzwert für die Rissbreite

w_{max} = 0.25 mm

DIN EN 1992-1-1, 7.3.2

Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite

Nachweis bei reinem Zug aus 'innerem' Zwang

GL(7.1)

k_c	k	A_{ct}	σ_s	d_s^*	$A_{s,min}$
[-]	[-]	[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]
1.00	0.75	3900.00	244.95	14.5	38.01

GL(NA.7.5.1)

$A_{c,eff}$	σ_s	d_s^*	$A_{s,min}$
[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]
3500.00	244.95	14.5	45.72

erf. Mindestbewehrung

$A_{s,min}$ = 38.01 cm²/m

Die geforderte Mindestbewehrung wird eingehalten.

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.6 Bemessungsschnitt 1

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR. rüfung.

IL / 2004-0025

S&P 190804

Dipl.-Ing. A. Fomer

S. 23

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.6.4.4 Vorsatzschale – oberer Teilabschnitt ($b \approx 25 \text{ cm}$)

Pos. KB1_5	Zwang Vorsatzschale oben																					
System M 1:20	Platte (Rechteckquerschnitt)																					
	Breite	b =	100.00 cm																			
	Höhe	h =	25.00 cm																			
	Bewehrungsabstände	d _{o1} , d _{u1} =	6.70 cm																			
	mittlere Stabdurchmesser	d _{m,1} =	14.00 mm																			
		d _{m,2} =	14.00 mm																			
	Stahlfächen	A _{s1} =	15.39 cm ²																			
		A _{s2} =	15.39 cm ²																			
	gesamte Stahlfäche	A _s =	30.78 cm ²																			
	Bewehrungsgrad	ρ =	1.23 %																			
Expositionsklasse	XC4																					
Nachweise (GZG)	gemäß DIN EN 1992-1-1, 7.3																					
	Material:																					
	Normalbeton		C 35/45																			
	mittlere Zugfestigkeit	f _{ctm} =	3.20 N/mm ²																			
	wirksame Zugfestigkeit	f _{ct,eff} =	3.20 N/mm ²																			
	Elastizitätsmodul	E _{cm} =	34000 N/mm ²																			
	Betonstahl		B 500SB																			
	char. Streckgrenze	f _{yk} =	500.00 N/mm ²																			
	Elastizitätsmodul	E _s =	200000 N/mm ²																			
	Grenzwert für die Rissbreite	w _{max} =	0.25 mm																			
DIN EN 1992-1-1, 7.3.2	Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite																					
	Nachweis bei reinem Zug aus 'innerem' Zwang																					
Gl.(7.1)	<table><tr><td>k_c</td><td>k</td><td>A_{ct}</td><td>σ_s</td><td>d_s[*]</td><td>A_{s,min}</td></tr><tr><td>[-]</td><td>[-]</td><td>[cm²/m]</td><td>[N/mm²]</td><td>[mm]</td><td>[cm²/m]</td></tr><tr><td>1.00</td><td>0.80</td><td>2500.00</td><td>261.86</td><td>12.7</td><td>24.44</td></tr></table>	k _c	k	A _{ct}	σ _s	d _s [*]	A _{s,min}	[-]	[-]	[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]	1.00	0.80	2500.00	261.86	12.7	24.44			
k _c	k	A _{ct}	σ _s	d _s [*]	A _{s,min}																	
[-]	[-]	[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]																	
1.00	0.80	2500.00	261.86	12.7	24.44																	
Gl.(NA.7.5.1)	<table><tr><td>A_{c,eff}</td><td>σ_s</td><td>d_s[*]</td><td>A_{s,min}</td></tr><tr><td>[cm²/m]</td><td>[N/mm²]</td><td>[mm]</td><td>[cm²/m]</td></tr><tr><td>2500.00</td><td>261.86</td><td>12.7</td><td>30.55</td></tr></table>	A _{c,eff}	σ _s	d _s [*]	A _{s,min}	[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]	2500.00	261.86	12.7	30.55									
A _{c,eff}	σ _s	d _s [*]	A _{s,min}																			
[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]																			
2500.00	261.86	12.7	30.55																			
	erf. Mindestbewehrung	A _{s,min} =	24.44 cm ² /m																			
	Die geforderte Mindestbewehrung wird eingehalten.																					

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.6 Bemessungsschnitt 1

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR. rüfung.

IL / 2004-0025

S&P für

Dr.-Ing. A. Fomer

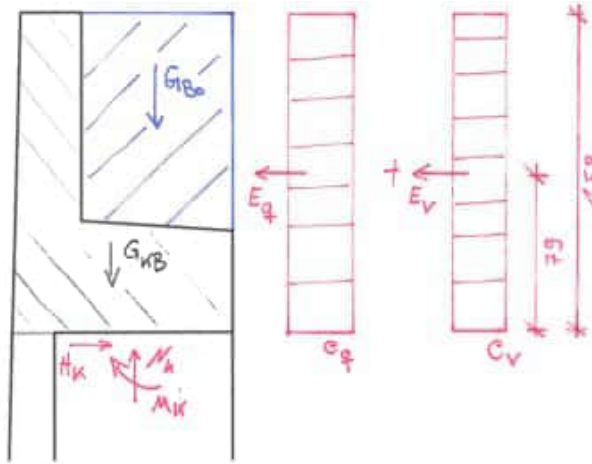
S. 24

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.6.5. Nachweis Kopfbalkenanschluss an Bohrpfahl



Für den Nachweis der Anschlussbewehrung werden die Schnittgrößen am Übergang Kopfbalken / Bohrpfahl ermittelt. Die Belastung ergibt sich aus dem Erddruck aus Bodenauflast (Nutzlast) und dem Verdichtungserddruck. Der Verdichtungserddruck wird nur zu dem Teil angesetzt, wie er den Erddruck aus Auflast übersteigt. Der lineare Anstieg des Verdichtungserddrucks am Wandkopf wird auf der sicheren Seite liegend vernachlässigt.

Momente infolge Exzentrizität des Eigengewichts der Wand und der Bodenauflast werden aufgrund der geringen Auswirkung vernachlässigt.

Die Ermittlung der Anschlussbewehrung erfolgt zum einen über eine Biegebemessung am Pfahlkopf für Moment und Normalkraft und zum anderen über die Dübelwirkung der Pfahlbewehrung für die Querkräfte.

Erddruck aus Bodenauflast: $e_q = 2,23 \text{ kN/m}^2$

Verdichtungserddruck: $e_v = 15 \text{ kN/m}^2 - 2,23 \text{ kN/m}^2 = 12,77 \text{ kN/m}^2$ ✓

$G_{Bo} = 19 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,761 \text{ m}^2 = 14,46 \text{ kN/m}$

$E_q = 2,23 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,58 \text{ m} = 3,52 \text{ kN/m}$

$G_{KB} = 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,926 \text{ m}^2 = 23,15 \text{ kN/m}$

$E_v = 12,77 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,58 \text{ m} = 20,18 \text{ kN/m}$

$N_d = 1,00 \cdot (15,98 \text{ kN/m} + 21,15 \text{ kN/m}) = 37,61 \text{ kN/m}$ (Druck wirkt günstig)

$H_d = 1,35 \cdot 20,18 \text{ kN/m} + 1,50 \cdot 3,52 \text{ kN/m} = 32,52 \text{ kN/m}$

$M_d = 32,52 \text{ kN/m} \cdot 0,79 \text{ m} = 25,69 \text{ kNm/m}$ ✓

Lasten je Pfahl: $a \sim 1,50 \text{ m}$

$N_{d,Pf} = 37,61 \text{ kN/m} \cdot 0,88 \text{ m} = 33,10 \text{ kN}$ ✓

$\varnothing = 0,88 \text{ m}$

$H_{d,Pf} = 32,52 \text{ kN/m} \cdot 1,50 \text{ m} = 48,78 \text{ kN}$ ✓

$M_{d,Pf} = 25,69 \text{ kNm/m} \cdot 1,50 \text{ m} = 38,54 \text{ kNm}$ ✓

Annahmen für Bohrpfahl: Expositionsklasse: XC2, XD2, XF1, XA1, WA

Beton: C30/37

Wendelbewehrung: $\varnothing 14$

Längsbewehrung: $\varnothing 20$

Betondeckung: $c_{nom} = 80 \text{ mm}$

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.6 Bemessungsschnitt 1

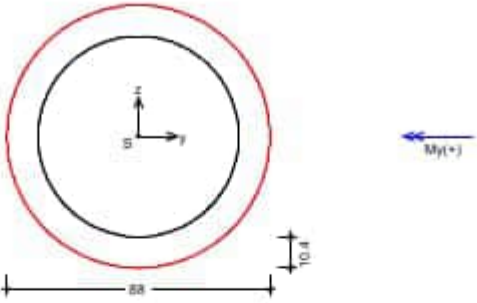
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Nachweis Kopfbalkenanschluss für Biegung und Normalkraft

Pos. KB1_6	Anschlussbewehrung für Biegung		
System M 1:20	Kreisquerschnitt		
			
	Durchmesser	D =	88.0 cm
	Bewehrungsanordnung		Ringbewehrung
Expositionsklassen	WA, XA1, XC2, XD2 und XF1		
Belastungen	gemäß DIN EN 1990		
Einw. I	Normalkraft	$N_{k,d}$ =	33.10 kN
	Biegemoment	$M_{y,d}$ =	38.54 kNm
		$M_{z,d}$ =	0.00 kNm
Kombinationen	Kombinationsbildung nach DIN EN 1990		
ständig/vorüberg.	Ek	$\Sigma (\gamma^* \psi^* EW)$	
	1	1.00*1	
Bem.-schnittgrößen	Ek	$N_{k,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]
	1	33.100	38.540
Bemessung (GZT)	gemäß DIN EN 1992-1-1, 3.1.5, 3.1.6, 3.1.7, 3.2.7, 6.1		
	Normalbeton	C 30/37	
	Betonstahl	B 500SB	
	Diagramm für Beton	Parabel-Rechteck	
	Bewehrungsgrad	ρ_{min} =	0.00 %
		ρ_{max} =	8.00 %
	Durchmesser Querbewehrung	d_s =	14 mm
	Bewehrungsabstand	d' =	10.40 cm
	Stahlfläche	A_s =	1.30 cm ²
	Bewehrungsgrad	ρ =	0.02 %

Erforderliche Anschlussbewehrung Biegung: $A_{s,erf,M+N} = 1,30 \text{ cm}^2$

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.6 Bemessungsschnitt 1

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

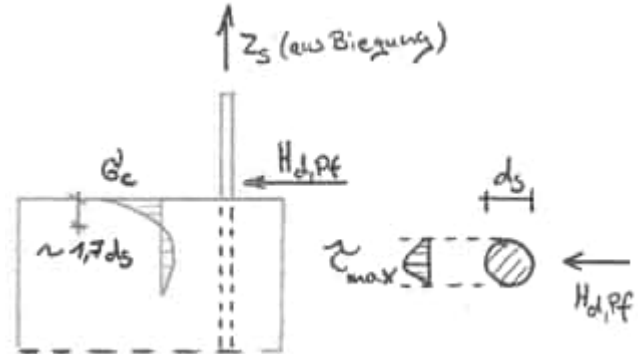
BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Nachweis Kopfbalkenanschluss für Querkraft & Summe Anschlussbewehrung

Für die Querkraft erfolgt die Bemessung in Anlehnung an Leonhardt „VL über Massivbau Teil 2“ Abschnitt 3.6.1 – Krafteinleitung über Bolzen. Die aus dem Bohrpfahl in den Kopfbalken geführte Behrungen wir dabei als Dübel betrachtet. Reibung in der Anschlussfuge Kopfbalken / Bohrpfahl wird auf der sicheren Seite liegend vernachlässigt.



Beton: $\beta_c = f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
 $\beta_{WN} = f_{ck,w} = 37 \text{ N/mm}^2$
 $\beta_p = 0,8 \cdot \beta_{WN} = 29,6 \text{ N/mm}^2$ (nach Leonhardt Teil 2)

Betonstahl: $\beta_s = f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
 $\emptyset_{PF} = 20 \text{ mm}$ (Annahme)

Nachweis: $F_{u,Rd} = 2,5 \cdot \emptyset_{PF}^2 \cdot \sqrt{(\beta_p \cdot \beta_s)} / 5 = 24,33 \text{ kN}$ (nach Leonhardt Teil 2)
 $n_{erf} = H_{d,Pf} / F_{u,Rd} = 2,01$
 $A_{s,erf,Q} = n_{erf} \cdot \emptyset_{PF}^2 \cdot \pi / 4 = 6,31 \text{ cm}^2$ ✓

Erforderliche Anschlussbewehrung: $A_{s,erf,tot} = A_{s,erf,M+N} + A_{s,erf,Q} = 7,61 \text{ cm}^2$

Stahlnachweis der Anschlussbewehrung

Spannungen: $\tau_Q = 4/3 \cdot H_{d,Pf} / A_{s,erf,tot} = 8,55 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{M+N} = f_{yk} / \gamma_s \cdot A_{s,erf,M+N} / A_{s,erf,tot} = 7,43 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_v = \sqrt{(\sigma_{M+N}^2 + 3 \cdot \tau_Q^2)} = 16,57 \text{ kN/cm}^2$ (Vergleichsspannung)

Tragfähigkeit: $\tau_{Rd} = f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_s) = 25,1 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{vRd} = f_{yk} / \gamma_s = 43,5 \text{ kN/cm}^2$

Nachweis: $\eta_Q = \tau_Q / \tau_{Rd} = 0,34 < 1,0$
 $\eta_Q = \sigma_v / \sigma_{vRd} = 0,38 < 1,0$

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
 Kapitel: 2.6 Bemessungsschnitt 1
 Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

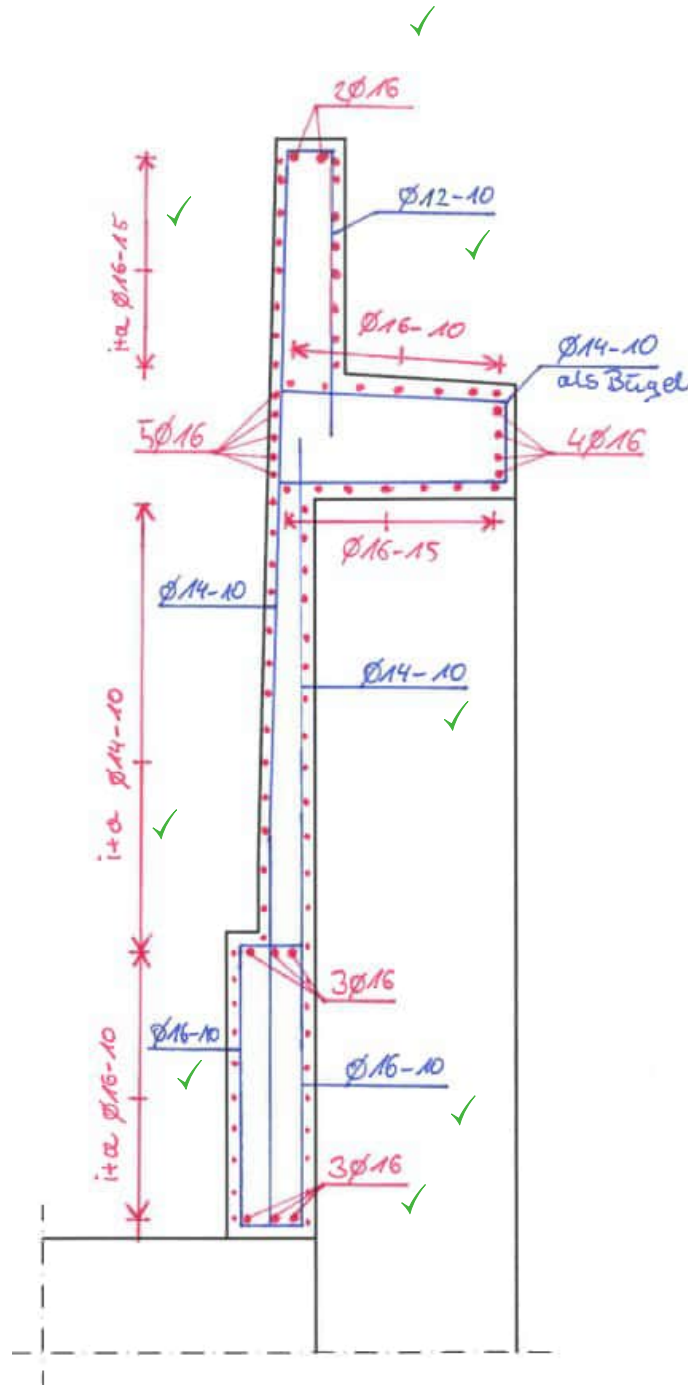
Statisch geprüft
 AUFTAGS-NR.: rüfung.
 für
 IL / 2004-0025
 S&P T190804
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 S. 27

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Bewehrungsvorschlag



Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
 Kapitel: 2.6 Bemessungsschnitt 1
 Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

Statisch geprüft
 AUFTREGENS-NR. rüfung.
 IL / 2004-0025 für
 S&P 190804 Statik
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 S. 28

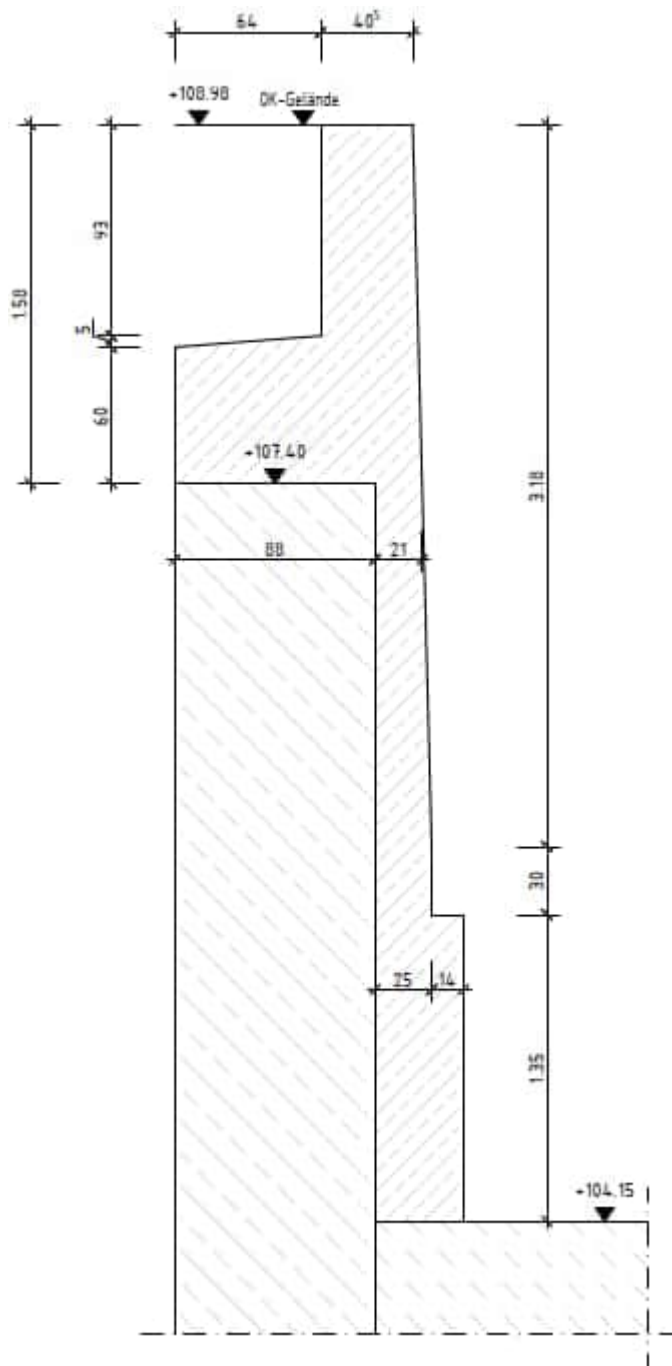
BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.7. Bemessungsschnitt 2

2.7.1. Geometrie



Materialeigenschaften Beton C35/45; Betonstahl B500 B

(vergl. Pkt. 2.2)

Expositionsklassen: XC4, XD1, XF3, XA1, XM1, WA

(gemäß Teil 1 Pkt. 4.1)

Betondeckung: $c_{nom} = 60 \text{ mm}$

(gemäß ZTV-W LB 215)

Bauteil:	2	Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
Kapitel:	2.7	Bemessungsschnitt 2
Vorgang:	TWPL	Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR.	110
IL / 2004-0025	
S&P	
Dipl.-Ing. A. Fomer	
S. 29	

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.7.2. Belastung

Für die Bemessung werden die Lasten aus Erddruck maßgebend. Lasten aus Abdeckung des Kopfbalkens etc. werden vernachlässigt. Die Lasten aus Holmlast des Geländers werden über eine Horizontalkraft und Versatzmoment berücksichtigt.

Geländer:	Holmlast	$q_{1k} = 1,00 \text{ kN/m}$
	Geländerhöhe ca. 1,35m	$M_{1k} = 1,35 \text{ kNm/m}$
Hinterfüllung:	$\gamma / \gamma' = 19,0 / 10 \text{ kN/m}^3$ $\varphi = 28^\circ$	
Aufbau:	Kleinsteinpflaster + Unterbau $h = 0,40\text{m}$ In der Berechnung wird die Differenzlast zur Hinterfüllung zusätzlich angesetzt	$g_{k1} = 25,0 \text{ kN/m}^3$ $\Delta g_{k1} = 6,00 \text{ kN/m}^3$
Nutzlast:	gemäß Lastenheft	$q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
Kapitel: 2.7 Bemessungsschnitt 2
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR. rüfung.
 IL / 2004-0025
 S&P für
 Standortsicherheit
 190804
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 S. 30

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

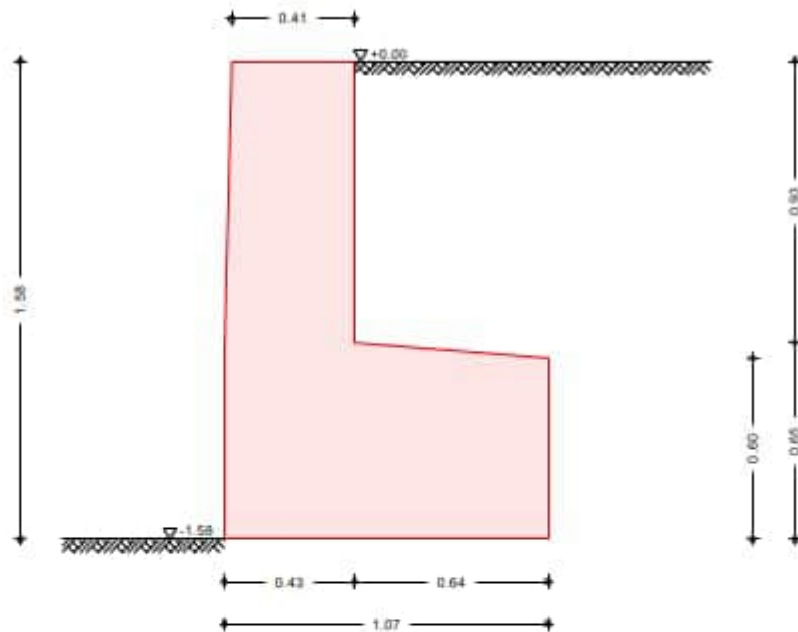
2.7.3. Bemessung

In der nachfolgenden Bemessung erfolgt der Nachweis der erforderlichen Bewehrung der aufgehenden Aufkantung in Anlehnung an eine Winkelstützwand.

Pos. KB2_1 Kopfbalken 2 - Ufer links

System

M 1:20



Geometrie

Wandschenkel	$h[m]$	$d_0[m]$	$\alpha_{\text{luft}}[^\circ]$	$\alpha_{\text{erd}}[^\circ]$
	0.93	0.41	1.50	0.00

Sporne	$l[m]$	$h_a[m]$	$h_b[m]$
erds.	0.64	0.65	0.60

Gelände	ebene Geländeoberfläche		
Abstand OK Gelände-Wandkopf	$z_{\text{luft}} =$	1.58	m
	$z_{\text{erd}} =$	0.00	m

Baugrund

Boden	h [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c_a [kN/m ²]	c_p [kN/m ²]	δ_a [°]	δ_p [°]	δ_0 [°]
	999.0	19.0	10.0	28.0	-	-	0.0	0.0	0.0

Expositionsklassen WA, XA1, XC4, XD1, XF3 und XM1

Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12

Gk
 Eigenlasten
 Ständige Einwirkungen

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.7 Bemessungsschnitt 2

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR. rüfung.

IL / 2004-0025

S&P für

KT190804

S. 31



BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Qk.N	Nutzlasten
Gk.E.A	Kategorie A - Wohn- und Aufenthaltsräume fw
	# Erddruck
	Ständiger Erddruck
Gk.E.V	# Verdichtungserddruck
	Ständiger Erddruck
	# Die Einwirkung wurde automatisch generiert.

Belastungen
Eigengewicht

EW	Anteil	G [kN/m]
Gk	Gesamtlast Wand	26.68
Gk	Sporn erdseitig	10.00
Gk	Wandschenkel	9.70
Gk	Bodenkeil erdseitig	11.61

Großflächige Auflast

Nr.	EW	q [kN/m²]
1	Gk.E.A	6.00

Gleichlasten erdseitig

Nr.	EW	q [kN/m²]
1	Qk.N	5.00

Linienlasten an Wand

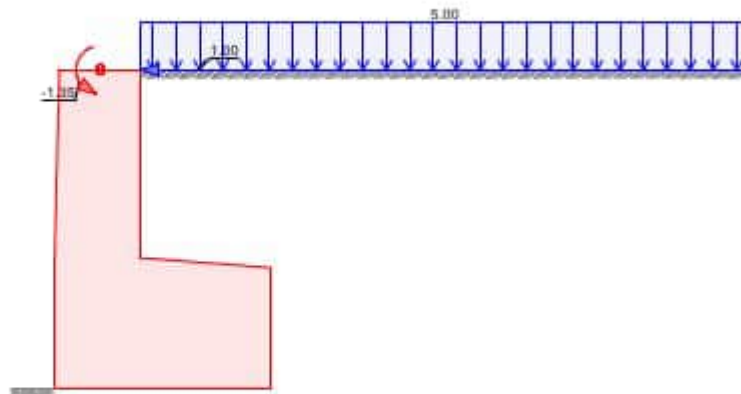
Nr.	EW	a _y [m]	f _s [kN/m]	f _z [kN/m]	m _y [kNm/m]
1	Qk.N	0.00	1.00	0.00	-1.35

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkung

Qk.N



Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.7 Bemessungsschnitt 2

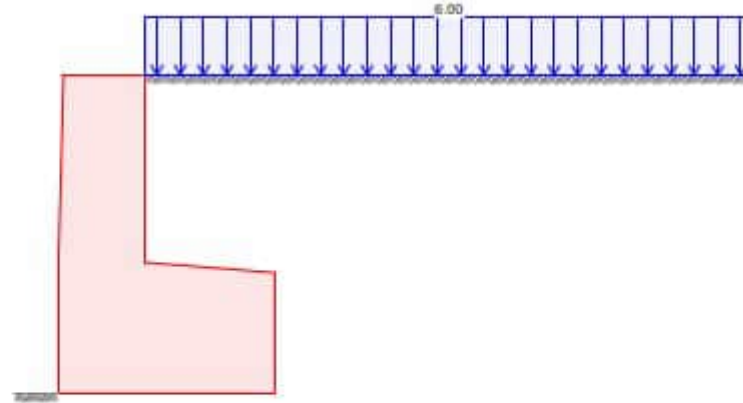
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Gk.E.A



Erddruck

Berechnung nach DIN 4085:2017-08

Standicherheit
 EW Gk.E.A

erhöhter aktiver Erddruck aus Bodeneigengewicht und großflächiger Gleichlast

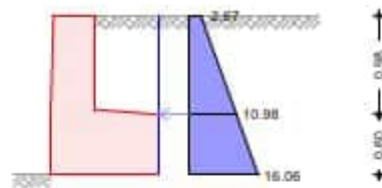
Anteil aktiver Erddruck

$$\mu = 0.50$$

Lastordinate

$$p_v = 6.00 \text{ kN/m}^2$$

M 1:60



Resultierende
 Erddruckspannungen

z [m]	$\Sigma e'_{ah}$ [kN/m²]
0.00	2.67
0.98	10.98
1.58	16.06

erhöhte aktive Erddruckkraft

$$E'_{ah} = 14.80 \text{ kN/m}$$

$$E'_{av} = 0.00 \text{ kN/m}$$

$$z_0 = 0.98 \text{ m}$$

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.7 Bemessungsschnitt 2

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR. rüfung.

IL / 2004-0025
 für
 Standicherheit
 S&P
 Dipl.-Ing. A. Fomer

S. 33

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

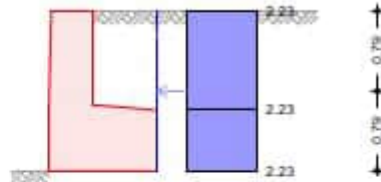
Datum: 02.07.2024

EW Qk.N

erhöhter aktiver Erddruck aus Gleichlast erdseitig
Lastordinate

$$p = 5.00 \text{ kN/m}^2$$

M 1:60



z [m]	K'aph [-]	e'aph [kN/m²]
0.00	0.446	2.23
0.98	0.446	2.23
1.58	0.446	2.23

erhöhte aktive Erddruckkraft

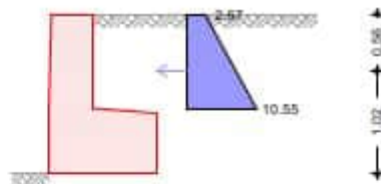
$$\begin{aligned} E'_{ah} &= 3.52 \text{ kN/m} \\ E'_{av} &= 0.00 \text{ kN/m} \\ z_s &= 0.79 \text{ m} \end{aligned}$$

Bemessung
EW Gk.E.A

erhöhter aktiver Erddruck aus Bodeneigengewicht und großflächiger Gleichlast
Anteil aktiver Erddruck
Lastordinate

$$\begin{aligned} \mu &= 0.50 \\ p_v &= 6.00 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

M 1:60



Resultierende
Erddruckspannungen

z [m]	$\Sigma e'_{ah}$ [kN/m²]
0.00	2.67
0.93	10.55

erhöhte aktive Erddruckkraft

$$\begin{aligned} E'_{ah} &= 6.15 \text{ kN/m} \\ E'_{av} &= 0.00 \text{ kN/m} \\ z_s &= 0.56 \text{ m} \end{aligned}$$

Verdichtungserddr.

Leichte Verdichtung
Verdichtungserddruck
Tiefe nach Bild 13
Tiefe nach Bild 13

$$\begin{aligned} e_{vh} &= 15.00 \text{ kN/m}^2 \\ z_p &= 0.29 \text{ m} \\ z_q &= 2.00 \text{ m} \end{aligned}$$

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.7 Bemessungsschnitt 2

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR. rüfung.

IL / 2004-0025

S&P 190804

S. 34

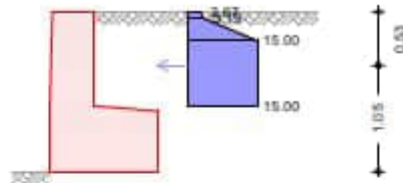


BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

M 1:60



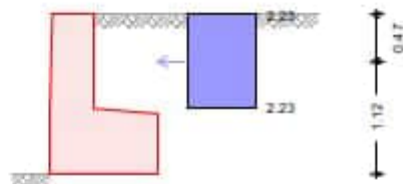
z [m]	e _{Verd.} [kN/m ²]	Σe _h [kN/m ²]
0.00	0.0	2.7
0.06		3.2
0.29	15.0	15.0
0.93	15.0	15.0

Verdichtungserddruckkraft	E _{vh} =	11.89	kN/m
	E _{vv} =	0.00	kN/m
	z _s =	0.53	m

EW Qk.N

erhöhter aktiver Erddruck aus Gleichlast erdseitig			
Lastordinate	p =	5.00	kN/m ²

M 1:60



z [m]	K' _{aph} [-]	e' _{aph} [kN/m ²]
0.00	0.446	2.23
0.93	0.446	2.23

erhöhte aktive Erddruckkraft	E' _{ah} =	2.07	kN/m
	E' _{av} =	0.00	kN/m
	z _s =	0.47	m

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1997-1
 Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Standssicherheit
 Bemessung (GZT)

GZ STR, BS-P

Ek	Σ (γ*ψ*EW)		
3	1.35*Gk	+1.50*Qk.N	+1.35*Gk.E.A
4	1.35*Gk	+1.35*Gk.E.A	
10	1.35*Gk	+1.00*Gk.E.V	
11	1.00*Gk	+1.50*Qk.N	+1.35*Gk.E.A
15	1.00*Gk	+1.50*Qk.N	+1.35*Gk.E.V

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.7 Bemessungsschnitt 2

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR. rüfung.

IL / 2004-0025

S&P für

Dr. Ing. A. Fomer

S. 35

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Bem.-schnittgrößen

Standsicherheit
 Bemessung (GZT)
 Wandschenkel

z [m]	Ek	N _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
0.93	4	13.09	8.30	-3.02
	11	9.70	12.91	-7.90
	15	9.70	20.67	-11.25

Sporn erdseitig

Ek	Anteil	N _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
3	Standsicherheit	25.26	39.16	4.53
	Erddruck Bemessung Wand	12.91	0.00	-10.13
	Sohldruck	3.34	7.70	1.69
	Resultierende	9.00	31.46	12.97
10	Standsicherheit	14.80	33.02	6.45
	Erddruck Bemessung Wand	11.89	0.00	-8.64
	Sohldruck	5.64	21.16	6.68
	Resultierende	-2.73	11.86	8.41
15	Standsicherheit	25.26	31.60	2.11
	Erddruck Bemessung Wand	20.67	0.00	-16.00
	Sohldruck	0.00	0.00	0.00
	Resultierende	4.59	31.60	18.12

Material

Materialwerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

Material	f _{ck} [N/mm ²]	f _y [N/mm ²]	E [N/mm ²]
C 35/45	35.0	-	34000
B 500SB		500.0	200000

Expositionsklassen

Abs. 4.2, 4.4

Wand

Expositionsklassen

Seite	KI	Kommentar
umlaufend	XC4	wechselnd nass und trocken
	XD1	mäßige Feuchte
	XF3	Hohe Wassersättigung ohne Taumittel
	XA1	Chemisch schwach angreifende Umgebung
	XM1	Mäßige Verschleißbeanspruchung
	WA	Häufig oder längere Zeit feuchter Beton mit Alkalizufuhr von außen
Sporn	XC4	wechselnd nass und trocken
	XD1	mäßige Feuchte
	XF3	Hohe Wassersättigung ohne Taumittel
	XA1	Chemisch schwach angreifende Umgebung
	XM1	Mäßige Verschleißbeanspruchung

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.7 Bemessungsschnitt 2

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Seite	KI	Kommentar
	WA	Häufig oder längere Zeit feuchter Beton mit Alkalizufuhr von außen
	e:	Es sind zusätzliche Anforderungen an die Gesteinskörnung zu berücksichtigen

Bewehrungsanordnung

Achsabstände, Betondeckungen

Bezug	c_{min} [mm]	Δc_{dev} [mm]	c_{nom} [mm]	c_v [mm]	d' [mm]
Wand					
luftseitig	40	15	55	60	72
erdseitig	40	15	55	60	72
Sporn					
oben	40	15	55	60	72
unten	40	15	55	60	72

Bemessung (GZT)

Biegebemessung

Berücksichtigung der Mindestlängsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01, NDP Zu 9.2.1.1(1)

Wand	z [m]	Seite	Ek	M_{Ed} [kNm/m]	N_{Ed} [kN/m]	a_s [cm ² /m]	$a_{s,min}$ [cm ² /m]
	0.93	lufts.	4	-3.02	-13.09	0.01	
			3	-7.88	-13.09		-
		erds.	15	-11.25	-9.70	0.57	
			11	-7.90	-9.70		6.05

Sporn erdseitig

Seite	Ek	M_{Ed} [kNm/m]	N_{Ed} [kN/m]	a_s [cm ² /m]	$a_{s,min}$ [cm ² /m]
oben	7	18.85	-1.25	0.70	
	10	8.41	2.73		8.68

Querkraftbemessung

Berücksichtigung der Mindestquerkraftbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 9.3.2(2)

Wand	z [m]	Ek	θ [°]	V_{Ed} [kN/m]	$V_{Rd,c}$ [kN/m]	$V_{Rd,max}$ [kN/m]	a_{sw} [cm ² /m ²]
	0.93	15	18.43	20.67	171.99	1193.06	-

Sporn erdseitig

Ek	θ [°]	V_{Ed} [kN/m]	$V_{Rd,c}$ [kN/m]	$V_{Rd,max}$ [kN/m]	a_{sw} [cm ² /m ²]
15	18.43	31.60	240.04	2177.70	-

erf. Bewehrung

Biege- und Querkraftbewehrung

Wand	z [m]	a_{sl} [cm ² /m]	a_{su} [cm ² /m]	a_{sw} [cm ² /m ²]
	0.93	0.01	6.05 _M	-

Sporne

	a_{sl} [cm ² /m]	a_{su} [cm ² /m]	a_{sw} [cm ² /m ²]
erdseitig	8.68 _M	-	-

M Mindestlängsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA, NDP Zu 9.2.1.1(1)
 M Mindestquerkraftbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 9.3.2(2)

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
 Kapitel: 2.7 Bemessungsschnitt 2
 Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

Statisch geprüft
 AUFTAGS-NR. rüfung.
 für
 IL / 2004-0025
 S&P 190804
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 S. 37

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

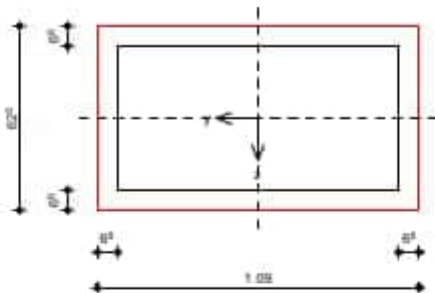
Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.7.4. Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite

Der Nachweis der Mindestbewehrung zur Rissbreitenbegrenzung unter Zwang erfolgt nach DIN EN 1992 für „vollen Zwang“.

2.7.4.1 Kopfbalken

Pos. KB2_2	Zwang Kopfbalken																																								
System M 1-20	Rechteckquerschnitt																																								
																																									
	<table><tr><td>Breite</td><td>b =</td><td>109.00</td><td>cm</td></tr><tr><td>Höhe</td><td>h =</td><td>62.50</td><td>cm</td></tr><tr><td>Bewehrungsabstände</td><td>d_m, d_u =</td><td>6.80</td><td>cm</td></tr><tr><td></td><td>d_l, d_f =</td><td>6.80</td><td>cm</td></tr><tr><td>mittlere Stabdurchmesser</td><td>d_{m,1} =</td><td>16.00</td><td>mm</td></tr><tr><td></td><td>d_{m,2} =</td><td>16.00</td><td>mm</td></tr><tr><td>Stahlfläche unten, oben je</td><td>A_{s1} =</td><td>14.00</td><td>cm²</td></tr><tr><td>Stahlfläche links, rechts je</td><td>A_{s2} =</td><td>14.00</td><td>cm²</td></tr><tr><td>gesamte Stahlfläche</td><td>A_s =</td><td>56.00</td><td>cm²</td></tr><tr><td>Bewehrungsgrad</td><td>p =</td><td>0.82</td><td>%</td></tr></table>	Breite	b =	109.00	cm	Höhe	h =	62.50	cm	Bewehrungsabstände	d _m , d _u =	6.80	cm		d _l , d _f =	6.80	cm	mittlere Stabdurchmesser	d _{m,1} =	16.00	mm		d _{m,2} =	16.00	mm	Stahlfläche unten, oben je	A _{s1} =	14.00	cm ²	Stahlfläche links, rechts je	A _{s2} =	14.00	cm ²	gesamte Stahlfläche	A _s =	56.00	cm ²	Bewehrungsgrad	p =	0.82	%
Breite	b =	109.00	cm																																						
Höhe	h =	62.50	cm																																						
Bewehrungsabstände	d _m , d _u =	6.80	cm																																						
	d _l , d _f =	6.80	cm																																						
mittlere Stabdurchmesser	d _{m,1} =	16.00	mm																																						
	d _{m,2} =	16.00	mm																																						
Stahlfläche unten, oben je	A _{s1} =	14.00	cm ²																																						
Stahlfläche links, rechts je	A _{s2} =	14.00	cm ²																																						
gesamte Stahlfläche	A _s =	56.00	cm ²																																						
Bewehrungsgrad	p =	0.82	%																																						
Expositionsklasse	XC4																																								
Nachweise (GZG)	gemäß DIN EN 1992-1-1, 7.3																																								
	Material: Normalbeton mittlere Zugfestigkeit wirksame Zugfestigkeit Elastizitätsmodul Betonstahl char. Streckgrenze Elastizitätsmodul																																								
	<table><tr><td></td><td>f_{ctm} =</td><td>3.20</td><td>N/mm²</td></tr><tr><td></td><td>f_{ct,eff} =</td><td>3.20</td><td>N/mm²</td></tr><tr><td></td><td>E_{cm} =</td><td>34000</td><td>N/mm²</td></tr><tr><td></td><td>f_{yk} =</td><td>500.00</td><td>N/mm²</td></tr><tr><td></td><td>E_s =</td><td>200000</td><td>N/mm²</td></tr></table>		f _{ctm} =	3.20	N/mm ²		f _{ct,eff} =	3.20	N/mm ²		E _{cm} =	34000	N/mm ²		f _{yk} =	500.00	N/mm ²		E _s =	200000	N/mm ²																				
	f _{ctm} =	3.20	N/mm ²																																						
	f _{ct,eff} =	3.20	N/mm ²																																						
	E _{cm} =	34000	N/mm ²																																						
	f _{yk} =	500.00	N/mm ²																																						
	E _s =	200000	N/mm ²																																						
	Grenzwert für die Rissbreite w _{max} = 0.25 mm																																								
DIN EN 1992-1-1, 7.3.2	Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite																																								
	Nachweis bei reinem Zug aus 'innerem' Zwang																																								
GI.(7.1)	<table><tr><th>k_c</th><th>k</th><th>A_{ct}</th><th>σ_s</th><th>d_s*</th><th>A_{s,min}</th></tr><tr><th>[-]</th><th>[-]</th><th>[cm²]</th><th>[N/mm²]</th><th>[mm]</th><th>[cm²]</th></tr><tr><td>1.00</td><td>0.61</td><td>6812.50</td><td>244.95</td><td>14.5</td><td>53.84</td></tr></table>	k _c	k	A _{ct}	σ _s	d _s *	A _{s,min}	[-]	[-]	[cm ²]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ²]	1.00	0.61	6812.50	244.95	14.5	53.84																						
k _c	k	A _{ct}	σ _s	d _s *	A _{s,min}																																				
[-]	[-]	[cm ²]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ²]																																				
1.00	0.61	6812.50	244.95	14.5	53.84																																				
	erf. Mindestbewehrung A _{s,min} = 53.84 cm ²																																								
	Die geforderte Mindestbewehrung wird eingehalten.																																								

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.7 Bemessungsschnitt 2

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR. rüfung.

IL / 2004-0025 für

S&P 190804

S. 38



BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

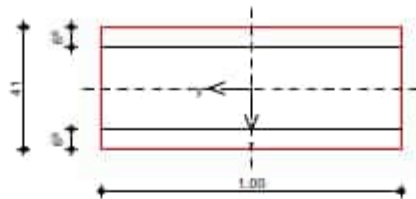
2.7.4.2 Aufkantung

Pos. KB2_3

Zwang Aufkantung

System
 M 1:20

Platte (Rechteckquerschnitt)



Breite	b =	100.00	cm
Höhe	h =	41.00	cm
Bewehrungsabstände	d_o, d_u =	6.80	cm
mittlere Stabdurchmesser	$d_{m,1}$ =	16.00	mm
	$d_{m,2}$ =	16.00	mm
Stahlfächen	A_{s1} =	20.11	cm ²
	A_{s2} =	20.11	cm ²
gesamte Stahlfäche	A_s =	40.22	cm ²
Bewehrungsgrad	ρ =	0.98	%

Expositionsklasse XC4

Nachweise (GZG) gemäß DIN EN 1992-1-1, 7.3

Material:

Normalbeton

mittlere Zugfestigkeit

wirksame Zugfestigkeit

Elastizitätsmodul

Betonstahl

char. Streckgrenze

Elastizitätsmodul

	f_{ctm} =	3.20	N/mm ²
	$f_{ct,eff}$ =	3.20	N/mm ²
	E_{cm} =	34000	N/mm ²
	f_{yk} =	500.00	N/mm ²
	E_s =	200000	N/mm ²

Grenzwert für die Rissbreite: $w_{max} = 0.25$ mm

DIN EN 1992-1-1, 7.3.2

Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite

Nachweis bei reinem Zug aus 'innerem' Zwang

Gl.(7.1)

k_c	k	A_{ct}	σ_s	d_s^*	$A_{s,min}$
[-]	[-]	[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]
1.00	0.73	4100.00	244.95	14.5	39.31

Gl.(NA.7.5.1)

$A_{c,eff}$	σ_s	d_s^*	$A_{s,min}$
[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]
3540.00	244.95	14.5	46.25

erf. Mindestbewehrung $A_{s,min} = 39.31$ cm²/m

Die geforderte Mindestbewehrung wird eingehalten.

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
 Kapitel: 2.7 Bemessungsschnitt 2
 Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR. rüfung.
 IL / 2004-0025 für
 S&P 190804
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 S. 39

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

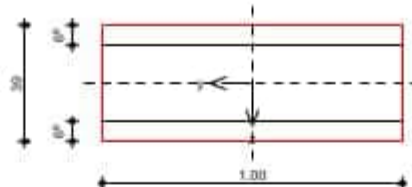
2.7.4.3 Vorsatzschale – unterer Teilabschnitt (b = 39 cm)

Pos. KB2_4

Zwang Vorsatzschale unten

System
M 1:20

Platte (Rechteckquerschnitt)



Breite	b =	100.00	cm
Höhe	h =	39.00	cm
Bewehrungsabstände	d_o, d_u =	6.80	cm
mittlere Stabdurchmesser	$d_{m,1}$ =	16.00	mm
	$d_{m,2}$ =	16.00	mm
Stahlflächen	A_{s1} =	20.11	cm ²
	A_{s2} =	20.11	cm ²
gesamte Stahlfläche	A_s =	40.22	cm ²
Bewehrungsgrad	ρ =	1.03	%

Expositionsklasse

XC4

Nachweise (GZG)

gemäß DIN EN 1992-1-1, 7.3

Material:

Normalbeton

mittlere Zugfestigkeit

wirksame Zugfestigkeit

Elastizitätsmodul

Betonstahl

char. Streckgrenze

Elastizitätsmodul

f_{ctm} = 3.20 N/mm² C 35/45

$f_{ct,eff}$ = 3.20 N/mm²

E_{cm} = 34000 N/mm²

f_{yk} = 500.00 N/mm² B 500SB

E_s = 200000 N/mm²

Grenzwert für die Rissbreite

w_{max} = 0.25 mm

DIN EN 1992-1-1, 7.3.2

Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite

Nachweis bei reinem Zug aus 'innerem' Zwang

Gl.(7.1)

k_c	k	A_{ct}	σ_s	d_s^*	$A_{s,min}$
[-]	[-]	[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]
1.00	0.75	3900.00	244.95	14.5	38.01

Gl.(NA.7.5.1)

$A_{c,eff}$	σ_s	d_s^*	$A_{s,min}$
[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]
3500.00	244.95	14.5	45.72

erf. Mindestbewehrung

$A_{s,min}$ = 38.01 cm²/m

Die geforderte Mindestbewehrung wird eingehalten.

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.7 Bemessungsschnitt 2

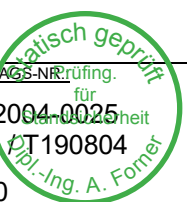
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFGABEN-NR. 190804

IL / 2004-0025

S&P

S. 40



BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

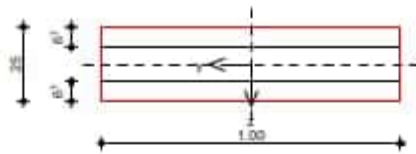
2.7.4.4 Vorsatzschale – oberer Teilabschnitt ($b \approx 25 \text{ cm}$)

Pos. KB2_5

Zwang Vorsatzschale oben

System
M 1:20

Platte (Rechteckquerschnitt)



Breite	$b =$	100.00	cm
Höhe	$h =$	25.00	cm
Bewehrungsabstände	$d_{o1}, d_{u1} =$	6.70	cm
mittlere Stabdurchmesser	$d_{m,1} =$	14.00	mm
	$d_{m,2} =$	14.00	mm
Stahlflächen	$A_{s1} =$	15.39	cm ²
	$A_{s2} =$	15.39	cm ²
gesamte Stahlfläche	$A_s =$	30.78	cm ²
Bewehrungsgrad	$\rho =$	1.23	%

Expositionsklasse

XC4

Nachweise (GZG)

gemäß DIN EN 1992-1-1, 7.3

Material:

Normalbeton

mittlere Zugfestigkeit $f_{ctm} = 3.20 \text{ N/mm}^2$ C 35/45

wirksame Zugfestigkeit $f_{ct,eff} = 3.20 \text{ N/mm}^2$

Elastizitätsmodul $E_{cm} = 34000 \text{ N/mm}^2$

Betonstahl

char. Streckgrenze $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$ B 500S8

Elastizitätsmodul $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

Grenzwert für die Rissbreite $w_{max} = 0.25 \text{ mm}$

DIN EN 1992-1-1, 7.3.2

Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite

Nachweis bei reinem Zug aus 'innerem' Zwang

Gl.(7.1)

k_c	k	A_{ct}	σ_s	d_s^*	$A_{s,min}$
[-]	[-]	[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]
1.00	0.80	2500.00	261.86	12.7	24.44

Gl.(NA.7.5.1)

$A_{c,eff}$	σ_s	d_s^*	$A_{s,min}$
[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]
2500.00	261.86	12.7	30.55

erf. Mindestbewehrung $A_{s,min} = 24.44 \text{ cm}^2/\text{m}$

Die geforderte Mindestbewehrung wird eingehalten.



Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.7 Bemessungsschnitt 2

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR. rüfung.

IL / 2004-0025 für

S&P 190804

Dipl.-Ing. A. Fomer

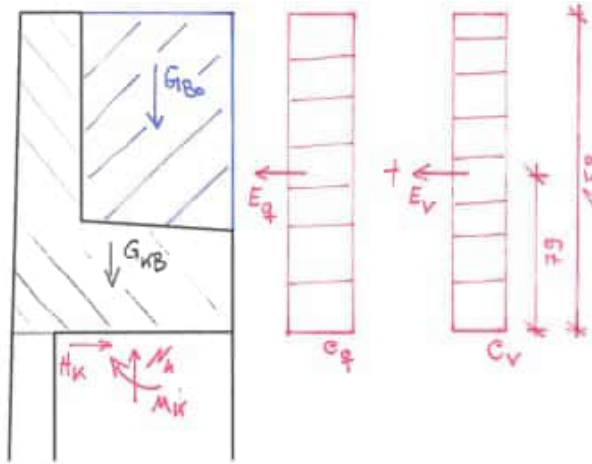
S. 41

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.7.5. Nachweis Kopfbalkenanschluss an Bohrpfahl



Für den Nachweis der Anschlussbewehrung werden die Schnittgrößen am Übergang Kopfbalken / Bohrpfahl ermittelt. Die Belastung ergibt sich aus dem Erddruck aus Bodenaufrost (Nutzlast) und dem Verdichtungserddruck. Der Verdichtungserddruck wird nur zu dem Teil angesetzt, wie er den Erddruck aus Auflast übersteigt. Der lineare Anstieg des Verdichtungserddrucks am Wandkopf wird auf der sicheren Seite liegend vernachlässigt.

Momente infolge Exzentrizität des Eigengewichts der Wand und der Bodenaufrost werden aufgrund der geringen Auswirkung vernachlässigt.

Die Ermittlung der Anschlussbewehrung erfolgt zum einen über eine Biegebemessung am Pfahlkopf für Moment und Normalkraft und zum anderen über die Dübelwirkung der Pfahlbewehrung für die Querkkräfte.

Erddruck aus Bodenaufrost: $e_q = 2,23 \text{ kN/m}^2$

Verdichtungserddruck: $e_v = 15 \text{ kN/m}^2 - 2,23 \text{ kN/m}^2 = 12,77 \text{ kN/m}^2$

$G_{Bo} = 19 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,611 \text{ m}^2 = 11,61 \text{ kN/m}$

$E_q = 2,23 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,58 \text{ m} = 3,52 \text{ kN/m}$

$G_{KB} = 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,075 \text{ m}^2 = 26,88 \text{ kN/m}$

$E_v = 12,77 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,58 \text{ m} = 20,18 \text{ kN/m}$

$N_d = 1,00 \cdot (11,61 \text{ kN/m} + 26,88 \text{ kN/m}) = 38,49 \text{ kN/m}$ (Druck wirkt günstig)

$H_d = 1,35 \cdot 20,18 \text{ kN/m} + 1,50 \cdot 3,52 \text{ kN/m} = 32,52 \text{ kN/m}$

$M_d = 32,52 \text{ kN/m} \cdot 0,79 \text{ m} = 25,69 \text{ kNm/m}$

Lasten je Pfahl: $a \sim 1,50 \text{ m}$

$N_{d,Pf} = 38,49 \text{ kN/m} \cdot 0,88 \text{ m} = 33,87 \text{ kN}$

$\varnothing = 0,88 \text{ m}$

$H_{d,Pf} = 32,52 \text{ kN/m} \cdot 1,50 \text{ m} = 48,78 \text{ kN}$

$M_{d,Pf} = 25,69 \text{ kNm/m} \cdot 1,50 \text{ m} = 38,54 \text{ kNm}$

Annahmen für Bohrpfahl: Expositionsklasse: XC2, XD2, XF1, XA1, WA

Beton: C30/37

Wendelbewehrung: $\varnothing 14$

Längsbewehrung: $\varnothing 20$

Betondeckung: $c_{nom} = 80 \text{ mm}$

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.7 Bemessungsschnitt 2

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

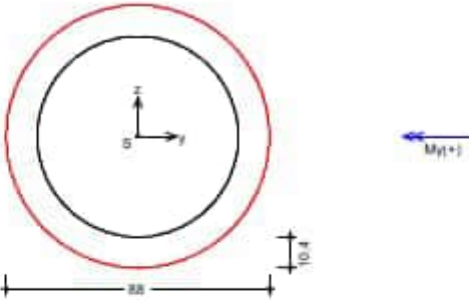
Statisch geprüft
AUFTLAGEN-NR. rüfung.
IL / 2004-0025
S&P für
S&P 190804
S. 42
Dipl.-Ing. A. Forner

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Nachweis Kopfbalkenanschluss für Biegung und Normalkraft

Pos. KB2_6	Anschlussbewehrung für Biegung		
System M 1:20	Kreisquerschnitt		
			
	Durchmesser	D =	88.0 cm
	Bewehrungsanordnung		Ringbewehrung
Expositionsklassen	WA, XA1, XC2, XD2 und XF1		
Belastungen	gemäß DIN EN 1990		
Einw. I	Normalkraft	$N_{k,d}$ =	33.87 kN
	Biegemoment	$M_{y,d}$ =	38.54 kNm
		$M_{z,d}$ =	0.00 kNm
Kombinationen	Kombinationsbildung nach DIN EN 1990		
ständig/vorüberg.	Ek	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$	
	1	1.00*1	
Bem.-schnittgrößen	Ek	$N_{k,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]
	1	33.870	38.540
Bemessung (GZT)	gemäß DIN EN 1992-1-1, 3.1.5, 3.1.6, 3.1.7, 3.2.7, 6.1		
	Normalbeton	C 30/37	
	Betonstahl	B 500SB	
	Diagramm für Beton	Parabel-Rechteck	
	Bewehrungsgrad	p_{min} =	0.00 %
		p_{max} =	8.00 %
	Durchmesser Querbewehrung	d_s =	14 mm
	Bewehrungsabstand	d' =	10.40 cm
	Stahlfläche	A_s =	1.29 cm ²
	Bewehrungsgrad	ρ =	0.02 %

Erforderliche Anschlussbewehrung Biegung: $A_{s,erf,M+N} = 1,29 \text{ cm}^2$

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.7 Bemessungsschnitt 2

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

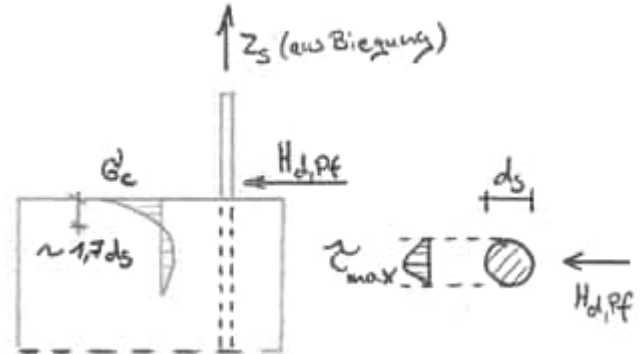
BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Nachweis Kopfbalkenanschluss für Querkraft & Summe Anschlussbewehrung

Für die Querkraft erfolgt die Bemessung in Anlehnung an Leonhardt „VL über Massivbau Teil 2“ Abschnitt 3.6.1 – Krafteinleitung über Bolzen. Die aus dem Bohrpfahl in den Kopfbalken geführte Behrungen wir dabei als Dübel betrachtet. Reibung in der Anschlussfuge Kopfbalken / Bohrpfahl wird auf der sicheren Seite liegend vernachlässigt.



Beton: $\beta_c = f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
 $\beta_{WN} = f_{ck,w} = 37 \text{ N/mm}^2$
 $\beta_p = 0,8 \cdot \beta_{WN} = 29,6 \text{ N/mm}^2$ (nach Leonhardt Teil 2)

Betonstahl: $\beta_s = f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
 $\emptyset_{PF} = 20 \text{ mm}$ (Annahme)

Nachweis: $F_{u,Rd} = 2,5 \cdot \emptyset_{PF}^2 \cdot \sqrt{(\beta_p \cdot \beta_s)} / 5 = 24,33 \text{ kN}$ (nach Leonhardt Teil 2)
 $n_{erf} = H_{d,Pf} / F_{u,Rd} = 2,01$
 $A_{s,erf,Q} = n_{erf} \cdot \emptyset_{PF}^2 \cdot \pi / 4 = 6,31 \text{ cm}^2$

Erforderliche Anschlussbewehrung: $A_{s,erf,tot} = A_{s,erf,M+N} + A_{s,erf,Q} = 7,60 \text{ cm}^2$ ✓

Stahlnachweis der Anschlussbewehrung

Spannungen: $\tau_Q = 4/3 \cdot H_{d,Pf} / A_{s,erf,tot} = 8,56 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{M+N} = f_{yk} / \gamma_s \cdot A_{s,erf,M+N} / A_{s,erf,tot} = 7,38 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_v = \sqrt{(\sigma_{M+N}^2 + 3 \cdot \tau_Q^2)} = 16,56 \text{ kN/cm}^2$ (Vergleichsspannung)

Tragfähigkeit: $\tau_{Rd} = f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_s) = 25,1 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{vRd} = f_{yk} / \gamma_s = 43,5 \text{ kN/cm}^2$

Nachweis: $\eta_Q = \tau_Q / \tau_{Rd} = 0,34 < 1,0$
 $\eta_Q = \sigma_v / \sigma_{vRd} = 0,38 < 1,0$

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
Kapitel: 2.7 Bemessungsschnitt 2
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

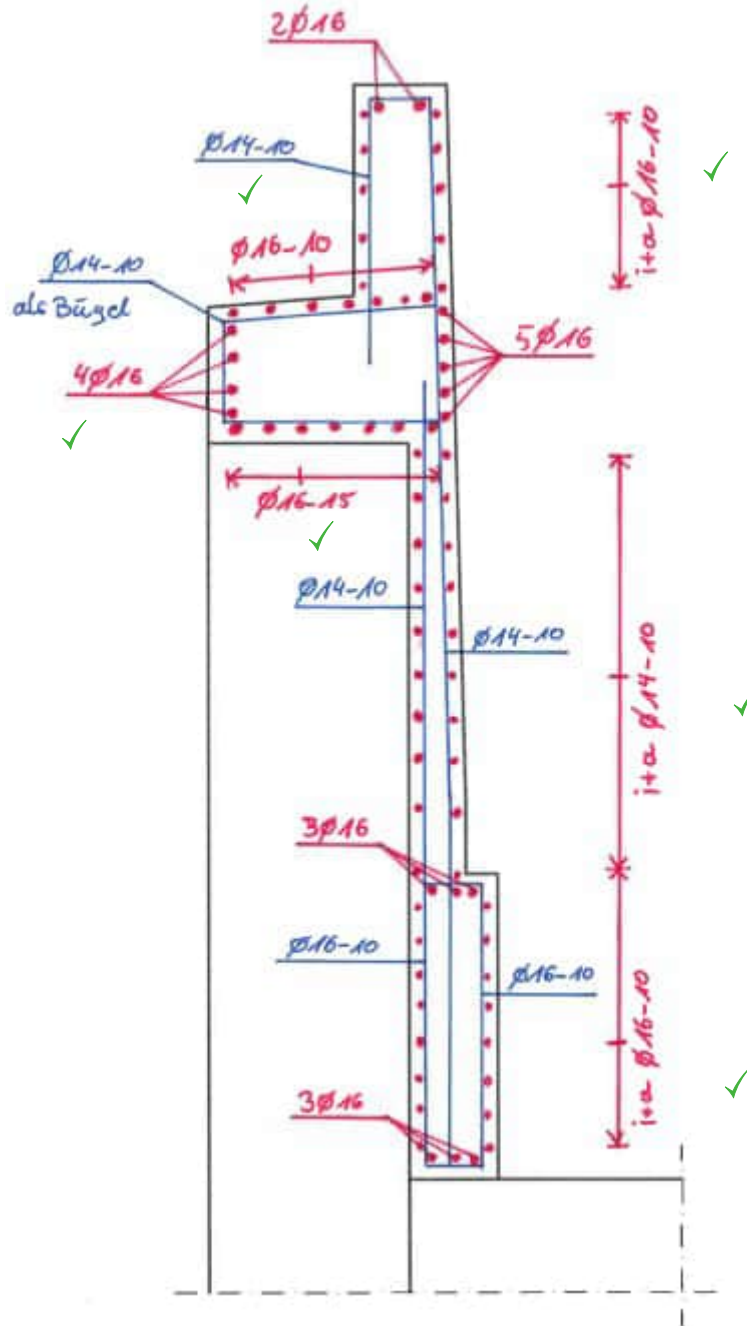
Statisch geprüft
AUFTAGS-NR.: rüfung.
IL / 2004-0025 für
S&P T190804
Dipl.-Ing. A. Fomer
S. 44

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Bewehrungsvorschlag



Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
 Kapitel: 2.7 Bemessungsschnitt 2
 Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

Statisch geprüft
 AUFTLAGS-NR.: rüfung.
 IL / 2004-0025 für
 S&P Standortsicherheit
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 S. 45

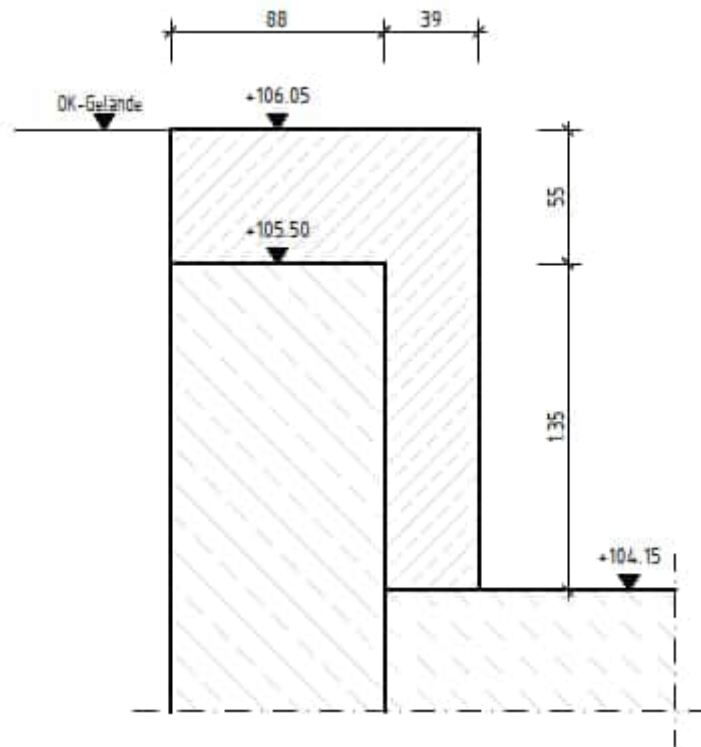
BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.8. Bemessungsschnitt 3

2.8.1. Geometrie



Materialeigenschaften Beton C35/45; Betonstahl B500 B

(vergl. Pkt. 2.2)

Expositionsklassen: XC4, XD1, XF3, XA1, XM1, WA

(gemäß Teil 1 Pkt. 4.1)

Betondeckung: $c_{nom} = 60 \text{ mm}$

(gemäß ZTV-W LB 215)

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
Kapitel: 2.8 Bemessungsschnitt 3
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR. rüfung.
 IL / 2004-0025
S&P für
 Standortsicherheit
 Dipl.-Ing. A. Forner
 S. 46

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.8.2. Belastung

Für die Bemessung werden die Lasten aus Erddruck maßgebend. Lasten aus Abdeckung des Kopfbalkens etc. werden vernachlässigt.

Hinterfüllung: $\gamma / \gamma' = 19,0 / 10 \text{ kN/m}^3$
 $\varphi = 28^\circ$

Aufbau: Blockstufen + Unterbau ($h_{\text{ges}} = 0,70\text{m}$)
 $24 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,70 \text{ m}$

$g_{k1} = 16,8 \text{ kN/m}^2$

Nutzlast: gemäß Lastenheft

$q_{k1} = 5,00 \text{ kN/m}^2$

Pflanzcontainer: Ersatzlast inkl. Exzentrizität durch Wind
 gemäß Lastenheft

$q_{k2} = 93,90 \text{ kN/m}^2$

Die Aufbaulasten (Treppenkonstruktion) werden als zusätzliche Oberflächenlast berücksichtigt. Die Ersatzlast aus der Baumbepflanzung erfolgt direkt hinter dem Kopfbalken. Somit liegen die Lastansätze stark auf der sicheren Seite.

Aufgrund des gewählten Lastansatzes wird der Verdichtungserddruck nicht maßgebend und wird deshalb im Bereich der Freitreppe vernachlässigt.

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.8 Bemessungsschnitt 3

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR. rüfung.

IL / 2004-0025
 S&P für
 Standortsicherheit
 Dipl.-Ing. A. Fomer

S. 47

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

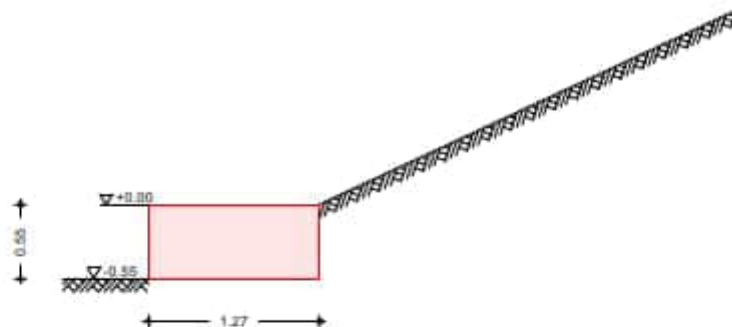
2.8.3. Bemessung

Die nachfolgende Bemessung dient lediglich der Ermittlung der einwirkenden Erddruckkräfte für den Nachweis des Kopfbalkenanschlusses an die Bohrpfähle. Die erforderliche Bewehrung des Kopfbalkens ergibt sich aus dem Nachweis für späten Zwang. Diese deckt das weitere Tragverhalten ab.

Pos. KB3_1 Kopfbalken 3 - Ufer links

System

M 1:45



Geometrie

Wandschenkel	$h[m]$	$d_a[m]$	$\alpha_{luft}[^\circ]$	$\alpha_{erd}[^\circ]$
	0.55	1.27	0.00	0.00

Sporne

Gelände	Geländeoberfläche lufts. eben / erds. gebösch				
	z [m]	β_1 [°]	b_1 [m]	β_2 [°]	
luft	0.55	0.00	999.00	-	
erd	0.00	25.00	4.00	0.00	

Baugrund

Boden	h [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c_a [kN/m²]	c_p [kN/m²]	δ_a [°]	δ_p [°]	δ_0 [°]
	999.0	19.0	10.0	28.0	-	-	0.0	0.0	0.0

Expositionsklassen WA, XA1, XC4, XD1, XF3 und XM1

Einwirkungen Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12

Gk	Eigenlasten
Qk.N	Ständige Einwirkungen
	Nutzlasten
	Kategorie A - Wohn- und Aufenthaltsräume
Gk.E.A	# Erddruck
	Ständiger Erddruck
Gk.E.V	# Verdichtungs-erddruck
	Ständiger Erddruck
	# Die Einwirkung wurde automatisch generiert.

Belastungen

Eigengewicht

Bauteil:	2	Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
Kapitel:	2.8	Bemessungsschnitt 3
Vorgang:	TWPL	Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR.	190804
IL / 2004-0025	
S&P	
Dipl.-Ing. A. Fomer	
S. 48	

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

EW	Anteil	G [kN/m]
Gk	Gesamtlast Wand	17.46
Gk	Wandschenkel	17.46

Gleichlasten erdseitig

Nr.	EW	q [kN/m²]
1	Gk	16.80
2	Qk.N	5.00

Block- fundamentiasten

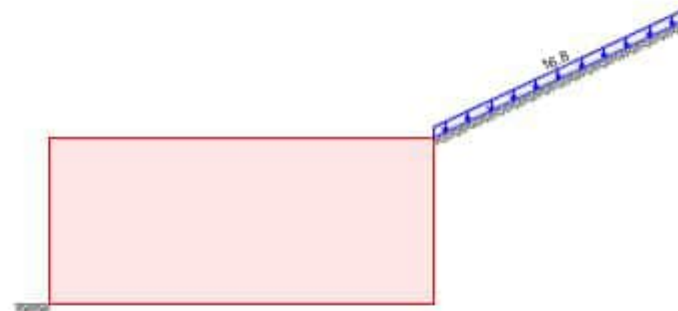
Nr.	EW	a _h [m]	a _v [m]	s [m]	l _e [m]	q [kN/m²]
1	Qk.N	0.00	0.00	0.33	2.00	93.90

Grafik

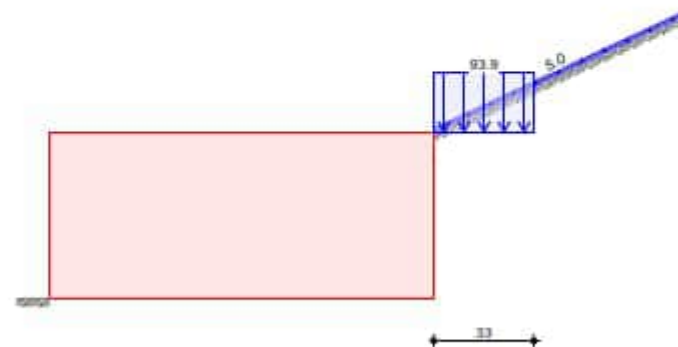
Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkung

Gk



Qk.N



Erddruck

Berechnung nach DIN 4085:2017-08

Standsicherheit

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
 Kapitel: 2.8 Bemessungsschnitt 3
 Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR. rüfung.
 IL / 2004-0025
 S&P für
 T 190804
 S. 49
 Dipl.-Ing. A. Fomer

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

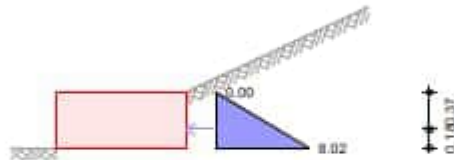
Datum: 02.07.2024

EW Gk.EA

erhöhter aktiver Erddruck aus Bodeneigengewicht
 Anteil aktiver Erddruck

$$\mu = 0.50 \quad -$$

M 1:60



Resultierende
 Erddruckspannungen

z [m]	$\Sigma e'_{ah}$ [kN/m ²]
0.00	0.00
0.55	8.02

erhöhte aktive Erddruckkraft

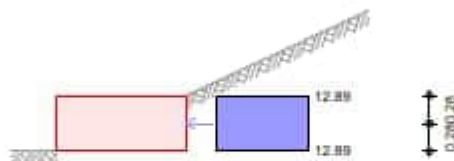
$$\begin{aligned} E'_{ah} &= 2.20 \text{ kN/m} \\ E'_{av} &= 0.00 \text{ kN/m} \\ z_s &= 0.37 \text{ m} \end{aligned}$$

EW Gk

erhöhter aktiver Erddruck aus Gleichlast erdseitig
 Lastordinate

$$p = 16.80 \text{ kN/m}^2$$

M 1:60



z [m]	K'_{aph} [-]	e'_{aph} [kN/m ²]
0.00	0.767	12.89
0.55	0.767	12.89

erhöhte aktive Erddruckkraft

$$\begin{aligned} E'_{ah} &= 7.09 \text{ kN/m} \\ E'_{av} &= 0.00 \text{ kN/m} \\ z_s &= 0.28 \text{ m} \end{aligned}$$

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.8 Bemessungsschnitt 3

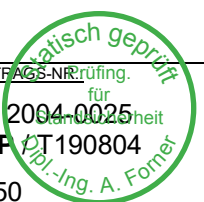
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR. rüfung.

IL / 2004-0025

S&P 190804

S. 50



BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

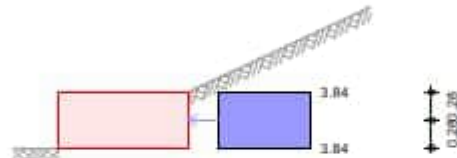
Datum: 02.07.2024

EW Qk.N

erhöhter aktiver Erddruck aus Gleichlast erdseitig
 Lastordinate

$p = 5.00 \text{ kN/m}^2$

M 1:60



z [m]	K'_{aph} [-]	e'_{aph} [kN/m ²]
0.00	0.767	3.84
0.55	0.767	3.84

erhöhte aktive Erddruckkraft

$E'_{ah} = 2.11 \text{ kN/m}$

$E'_{av} = 0.00 \text{ kN/m}$

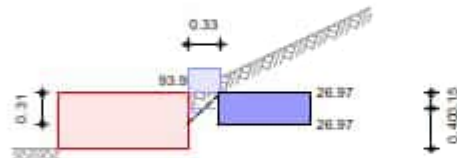
$z_s = 0.28 \text{ m}$

EW Qk.N

erhöhter aktiver Erddruck aus Blockfundamentlast (Nr. 1)
 Lastordinate

$v_e = 93.90 \text{ kN/m}^2$

M 1:60



ϕ [°]	ϑ [°]	$z\phi$ [m]	$z\vartheta$ [m]	K_{avh} [-]	$e_{aph,u}$ [kN/m ²]	$e_{aph,u}$ [kN/m ²]
28.00	42.89	0.00	0.31	0.355	26.97	26.97

erhöhte aktive Erddruckkraft

$E'_{ah} = 8.27 \text{ kN/m}$

$E'_{av} = 0.00 \text{ kN/m}$

$z_s = 0.15 \text{ m}$

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.8 Bemessungsschnitt 3

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR. rüfung.

IL / 2004-0025
 S&P
 Dipl.-Ing. A. Fomer

S. 51

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.8.4. Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite

Der Nachweis der Mindestbewehrung zur Rissbreitenbegrenzung unter Zwang erfolgt nach DIN EN 1992 für „vollen Zwang“.

2.8.4.1 Kopfbalken

Pos. KB3_2	Zwang Kopfbalken																																									
System M 1-20	Rechteckquerschnitt																																									
	<table><tr><td>Breite</td><td>b =</td><td>127.00</td><td>cm</td></tr><tr><td>Höhe</td><td>h =</td><td>55.00</td><td>cm</td></tr><tr><td>Bewehrungsabstände</td><td>d_o, d_u =</td><td>6.80</td><td>cm</td></tr><tr><td></td><td>d_l, d_r =</td><td>6.80</td><td>cm</td></tr><tr><td>mittlere Stabdurchmesser</td><td>$d_{m,1}$ =</td><td>16.00</td><td>mm</td></tr><tr><td></td><td>$d_{m,2}$ =</td><td>16.00</td><td>mm</td></tr><tr><td>Stahlfläche unten, oben je</td><td>A_{s1} =</td><td>26.00</td><td>cm²</td></tr><tr><td>Stahlfläche links, rechts je</td><td>A_{s2} =</td><td>10.05</td><td>cm²</td></tr><tr><td>gesamte Stahlfläche</td><td>A_s =</td><td>72.10</td><td>cm²</td></tr><tr><td>Bewehrungsgrad</td><td>ρ =</td><td>1.03</td><td>%</td></tr></table>	Breite	b =	127.00	cm	Höhe	h =	55.00	cm	Bewehrungsabstände	d_o, d_u =	6.80	cm		d_l, d_r =	6.80	cm	mittlere Stabdurchmesser	$d_{m,1}$ =	16.00	mm		$d_{m,2}$ =	16.00	mm	Stahlfläche unten, oben je	A_{s1} =	26.00	cm ²	Stahlfläche links, rechts je	A_{s2} =	10.05	cm ²	gesamte Stahlfläche	A_s =	72.10	cm ²	Bewehrungsgrad	ρ =	1.03	%	
Breite	b =	127.00	cm																																							
Höhe	h =	55.00	cm																																							
Bewehrungsabstände	d_o, d_u =	6.80	cm																																							
	d_l, d_r =	6.80	cm																																							
mittlere Stabdurchmesser	$d_{m,1}$ =	16.00	mm																																							
	$d_{m,2}$ =	16.00	mm																																							
Stahlfläche unten, oben je	A_{s1} =	26.00	cm ²																																							
Stahlfläche links, rechts je	A_{s2} =	10.05	cm ²																																							
gesamte Stahlfläche	A_s =	72.10	cm ²																																							
Bewehrungsgrad	ρ =	1.03	%																																							
Expositionsklasse	XC4																																									
Nachweise (GZG)	gemäß DIN EN 1992-1-1, 7.3																																									
	<table><tr><td colspan="4">Material:</td></tr><tr><td>Normalbeton</td><td></td><td></td><td>C 35/45</td></tr><tr><td>mittlere Zugfestigkeit</td><td>f_{ctm} =</td><td>3.20</td><td>N/mm²</td></tr><tr><td>wirksame Zugfestigkeit</td><td>$f_{ct,eff}$ =</td><td>3.20</td><td>N/mm²</td></tr><tr><td>Elastizitätsmodul</td><td>E_{cm} =</td><td>34000</td><td>N/mm²</td></tr><tr><td>Betonstahl</td><td></td><td></td><td>B 500SB</td></tr><tr><td>char. Streckgrenze</td><td>f_{yk} =</td><td>500.00</td><td>N/mm²</td></tr><tr><td>Elastizitätsmodul</td><td>E_s =</td><td>200000</td><td>N/mm²</td></tr><tr><td>Grenzwert für die Rissbreite</td><td>w_{max} =</td><td>0.25</td><td>mm</td></tr></table>		Material:				Normalbeton			C 35/45	mittlere Zugfestigkeit	f_{ctm} =	3.20	N/mm ²	wirksame Zugfestigkeit	$f_{ct,eff}$ =	3.20	N/mm ²	Elastizitätsmodul	E_{cm} =	34000	N/mm ²	Betonstahl			B 500SB	char. Streckgrenze	f_{yk} =	500.00	N/mm ²	Elastizitätsmodul	E_s =	200000	N/mm ²	Grenzwert für die Rissbreite	w_{max} =	0.25	mm				
Material:																																										
Normalbeton			C 35/45																																							
mittlere Zugfestigkeit	f_{ctm} =	3.20	N/mm ²																																							
wirksame Zugfestigkeit	$f_{ct,eff}$ =	3.20	N/mm ²																																							
Elastizitätsmodul	E_{cm} =	34000	N/mm ²																																							
Betonstahl			B 500SB																																							
char. Streckgrenze	f_{yk} =	500.00	N/mm ²																																							
Elastizitätsmodul	E_s =	200000	N/mm ²																																							
Grenzwert für die Rissbreite	w_{max} =	0.25	mm																																							
DIN EN 1992-1-1, 7.3.2	Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite																																									
	Nachweis bei reinem Zug aus "innerem" Zwang																																									
Gl.(7.1)	<table><tr><th>k_c</th><th>k</th><th>A_{ct}</th><th>σ_s</th><th>d_s^*</th><th>$A_{s,min}$</th></tr><tr><th>[-]</th><th>[-]</th><th>[cm²]</th><th>[N/mm²]</th><th>[mm]</th><th>[cm²]</th></tr><tr><td>1.00</td><td>0.65</td><td>6985.00</td><td>244.95</td><td>14.5</td><td>59.31</td></tr><tr><td colspan="4">erf. Mindestbewehrung</td><td>$A_{s,min}$ =</td><td>59.31 cm²</td></tr></table>		k_c	k	A_{ct}	σ_s	d_s^*	$A_{s,min}$	[-]	[-]	[cm ²]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ²]	1.00	0.65	6985.00	244.95	14.5	59.31	erf. Mindestbewehrung				$A_{s,min}$ =	59.31 cm ²																
k_c	k	A_{ct}	σ_s	d_s^*	$A_{s,min}$																																					
[-]	[-]	[cm ²]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ²]																																					
1.00	0.65	6985.00	244.95	14.5	59.31																																					
erf. Mindestbewehrung				$A_{s,min}$ =	59.31 cm ²																																					
	Die geforderte Mindestbewehrung wird eingehalten.																																									

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.8 Bemessungsschnitt 3

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

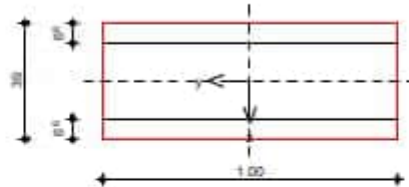
2.8.4.2 Vorsatzschale

Pos. KB3_3

Zwang Vorsatzschale

System
M 1:20

Platte (Rechteckquerschnitt)



Breite	b =	100.00	cm
Höhe	h =	39.00	cm
Bewehrungsabstände	d_o, d_u =	6.80	cm
mittlere Stabdurchmesser	$d_{m,1}$ =	16.00	mm
	$d_{m,2}$ =	16.00	mm
Stahlflächen	A_{s1} =	20.11	cm ²
	A_{s2} =	20.11	cm ²
gesamte Stahlfläche	A_s =	40.22	cm ²
Bewehrungsgrad	p =	1.03	%

Expositionsklasse

XC4

Nachweise (GZG)

gemäß DIN EN 1992-1-1, 7.3

Material:

Normalbeton

mittlere Zugfestigkeit f_{ctm} = 3.20 N/mm² C 35/45

wirksame Zugfestigkeit $f_{ct,eff}$ = 3.20 N/mm²

Elastizitätsmodul E_{cm} = 34000 N/mm²

Betonstahl

char. Streckgrenze f_{yk} = 500.00 N/mm² B 500SB

Elastizitätsmodul E_s = 200000 N/mm²

Grenzwert für die Rissbreite w_{max} = 0.25 mm

DIN EN 1992-1-1, 7.3.2

Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite

Nachweis bei reinem Zug aus 'innerem' Zwang

Gl.(7.1)

k_c	k	A_{ct}	σ_s	d_s^*	$A_{s,min}$
[-]	[-]	[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]
1.00	0.75	3900.00	244.95	14.5	38.01

Gl.(NA.7.5.1)

$A_{c,eff}$	σ_s	d_s^*	$A_{s,min}$
[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]
3500.00	244.95	14.5	45.72

erf. Mindestbewehrung $A_{s,min}$ = 38.01 cm²/m

Die geforderte Mindestbewehrung wird eingehalten.



Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.8 Bemessungsschnitt 3

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR. rüfung.

IL / 2004-0025 für

S&P 190804

Dipl.-Ing. A. Fomer

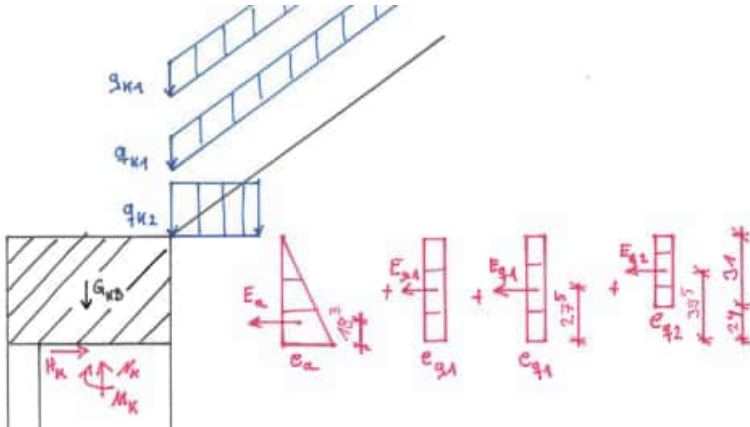
S. 53

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.8.5. Nachweis Kopfbalkenanschluss an Bohrpfahl



Für den Nachweis der Anschlussbewehrung werden die Schnittgrößen am Übergang Kopfbalken / Bohrpfahl ermittelt. Die Belastung ergibt sich aus dem Erddruck aus Bodeneigengewicht und Bodenauflast.

Momente infolge Exzentrizität des Eigengewichts des Kopfbalkens werden aufgrund der geringen Auswirkung vernachlässigt.

Die Ermittlung der Anschlussbewehrung erfolgt zum einen über eine Biegebemessung am Pfahlkopf für Moment und Normalkraft und zum anderen über die Dübelwirkung der Pfahlbewehrung für die Querkräfte.

Erddruck aus Bodeneigengewicht: $e_a = 8,02 \text{ kN/m}^2$
 Erddruck aus Bodenauflast: $e_{g1} = 12,89 \text{ kN/m}^2$
 $e_{q1} = 3,84 \text{ kN/m}^2$
 $e_{q2} = 26,97 \text{ kN/m}^2$

$G_{KB} = 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,699 \text{ m}^2 = 17,48 \text{ kN/m}$
 $E_a = 8,02 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,55 \text{ m} / 2 = 2,21 \text{ kN/m}$
 $E_{g1} = 12,89 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,55 \text{ m} = 7,09 \text{ kN/m}$
 $E_{q1} = 3,84 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,55 \text{ m} = 2,11 \text{ kN/m}$
 $E_{q2} = 26,97 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,31 \text{ m} = 8,36 \text{ kN/m}$

$N_d = 1,00 \cdot 17,48 \text{ kN/m} = 17,48 \text{ kN/m}$ (Druck wirkt günstig)
 $H_d = 1,35 \cdot (2,21 \text{ kN/m} + 7,09 \text{ kN/m}) + 1,50 \cdot (2,11 \text{ kN/m} + 8,36 \text{ kN/m}) = 28,26 \text{ kN/m}$
 $M_d = 1,35 \cdot (2,21 \cdot 0,183 + 7,09 \cdot 0,275) \text{ kNm/m} + 1,50 \cdot (2,21 \cdot 0,275 + 8,36 \cdot 0,385) \text{ kNm/m} = 8,92 \text{ kNm/m}$

Lasten je Pfahl: $a \sim 1,50 \text{ m}$
 $\varnothing = 0,88 \text{ m}$
 $N_{d,Pf} = 17,48 \text{ kN/m} \cdot 0,88 \text{ m} = 15,38 \text{ kN}$
 $H_{d,Pf} = 28,26 \text{ kN/m} \cdot 1,50 \text{ m} = 42,39 \text{ kN}$
 $M_{d,Pf} = 8,92 \text{ kNm/m} \cdot 1,50 \text{ m} = 13,38 \text{ kNm}$

Annahmen für Bohrpfahl: Expositionsklasse: XC2, XD2, XF1, XA1, WA
 Beton: C30/37
 Wendelbewehrung: $\varnothing 14$
 Längsbewehrung: $\varnothing 20$
 Betondeckung: $c_{nom} = 80 \text{ mm}$

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
 Kapitel: 2.8 Bemessungsschnitt 3
 Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

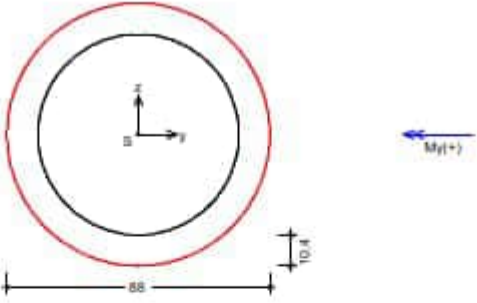
AUFTAGS-NR. rüfing.
 IL / 2004-0025
 S&P für
 T 190804
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 S. 54

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Nachweis Kopfbalkenanschluss für Biegung und Normalkraft

Pos. KB3_4	Anschlussbewehrung für Biegung		
System M 1:20	Kreisquerschnitt		
			
	Durchmesser	D =	88.0 cm
	Bewehrungsanordnung		Ringbewehrung
Expositionsklassen	WA, XA1, XC2, XD2 und XF1		
Belastungen	gemäß DIN EN 1990		
Einw. I	Normalkraft	$N_{s,d}$ =	15.38 kN
	Biegemoment	$M_{y,d}$ =	13.38 kNm
		$M_{x,d}$ =	0.00 kNm
Kombinationen	Kombinationsbildung nach DIN EN 1990		
ständig/vorüberg.	Ek	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot E W)$	
	1	1.00 * 1	
Bem.-schnittgrößen	Ek	$N_{s,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]
	1	15.380	13.380
Bemessung (GZT)	gemäß DIN EN 1992-1-1, 3.1.5, 3.1.6, 3.1.7, 3.2.7, 6.1		
	Normalbeton	C 30/37	
	Betonstahl	B 500S8	
	Diagramm für Beton	Parabel-Rechteck	
	Bewehrungsgrad	p_{min} =	0.00 %
		p_{max} =	8.00 %
	Durchmesser Querbewehrung	d_s =	14 mm
	Bewehrungsabstand	d' =	10.40 cm
	Stahlfläche	A_s =	0.35 cm ²
	Bewehrungsgrad	p =	0.01 %

Erforderliche Anschlussbewehrung Biegung: $A_{s,erf,M+N} = 0,35 \text{ cm}^2$

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
Kapitel: 2.8 Bemessungsschnitt 3
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR. rüfung.
IL / 2004-0025
S&P für
T 190804
S. 55
statisch geprüft
für
Standortsicherheit
Dipl.-Ing. A. Fomer

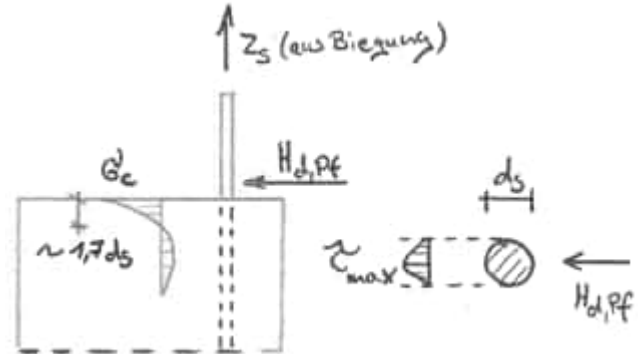
BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Nachweis Kopfbalkenanschluss für Querkraft & Summe Anschlussbewehrung

Für die Querkraft erfolgt die Bemessung in Anlehnung an Leonhardt „VL über Massivbau Teil 2“ Abschnitt 3.6.1 – Krafteinleitung über Bolzen. Die aus dem Bohrpfahl in den Kopfbalken geführte Bewehrung wird dabei als Dübel betrachtet. Reibung in der Anschlussfuge Kopfbalken / Bohrpfahl wird auf der sicheren Seite liegend vernachlässigt.



Beton: $\beta_c = f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
 $\beta_{WN} = f_{ck,w} = 37 \text{ N/mm}^2$
 $\beta_p = 0,8 \cdot \beta_{WN} = 29,6 \text{ N/mm}^2$ (nach Leonhardt Teil 2)

Betonstahl: $\beta_s = f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
 $\varnothing_{PF} = 20 \text{ mm}$ (Annahme)

Nachweis: $F_{u,Rd} = 2,5 \cdot \varnothing_{PF}^2 \cdot \sqrt{(\beta_p \cdot \beta_s)} / 5 = 24,33 \text{ kN}$ (nach Leonhardt Teil 2)
 $n_{erf} = H_{d,Pf} / F_{u,Rd} = 1,74$ ✓
 $A_{s,erf,Q} = n_{erf} \cdot \varnothing_{PF}^2 \cdot \pi / 4 = 5,47 \text{ cm}^2$

Erforderliche Anschlussbewehrung: $A_{s,erf,tot} = A_{s,erf,M+N} + A_{s,erf,Q} = 5,82 \text{ cm}^2$

Stahlnachweis der Anschlussbewehrung

Spannungen: $\tau_Q = 4/3 \cdot H_{d,Pf} / A_{s,erf,tot} = 9,71 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{M+N} = f_{yk} / \gamma_s \cdot A_{s,erf,M+N} / A_{s,erf,tot} = 2,61 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_v = \sqrt{(\sigma_{M+N}^2 + 3 \cdot \tau_Q^2)} = 17,02 \text{ kN/cm}^2$ (Vergleichsspannung)

Tragfähigkeit: $\tau_{Rd} = f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_s) = 25,1 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{vRd} = f_{yk} / \gamma_s = 43,5 \text{ kN/cm}^2$

Nachweis: $\eta_Q = \tau_Q / \tau_{Rd} = 0,39 < 1,0$
 $\eta_Q = \sigma_v / \sigma_{vRd} = 0,39 < 1,0$

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
Kapitel: 2.8 Bemessungsschnitt 3
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

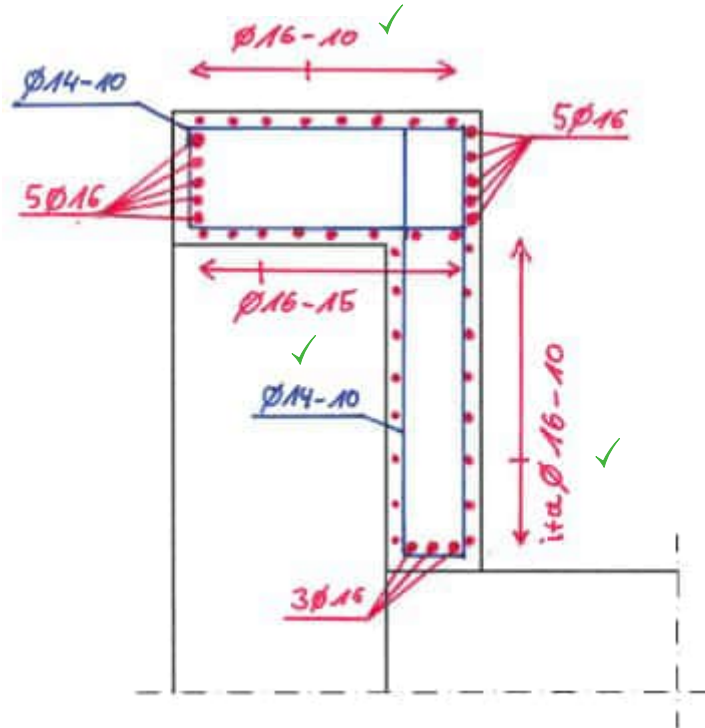
Statisch geprüft
AUFTAGS-NR.: rüfung.
IL / 2004-0025
S&P für
T 190804
Dipl.-Ing. A. Fomer
S. 56

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Bewehrungsvorschlag



Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
 Kapitel: 2.8 Bemessungsschnitt 3
 Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

Statisch geprüft
 AUFTAGS-NR. rüfung.
 IL / 2004-0025
 S&P für
 190804 Standsicherheit
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 S. 57

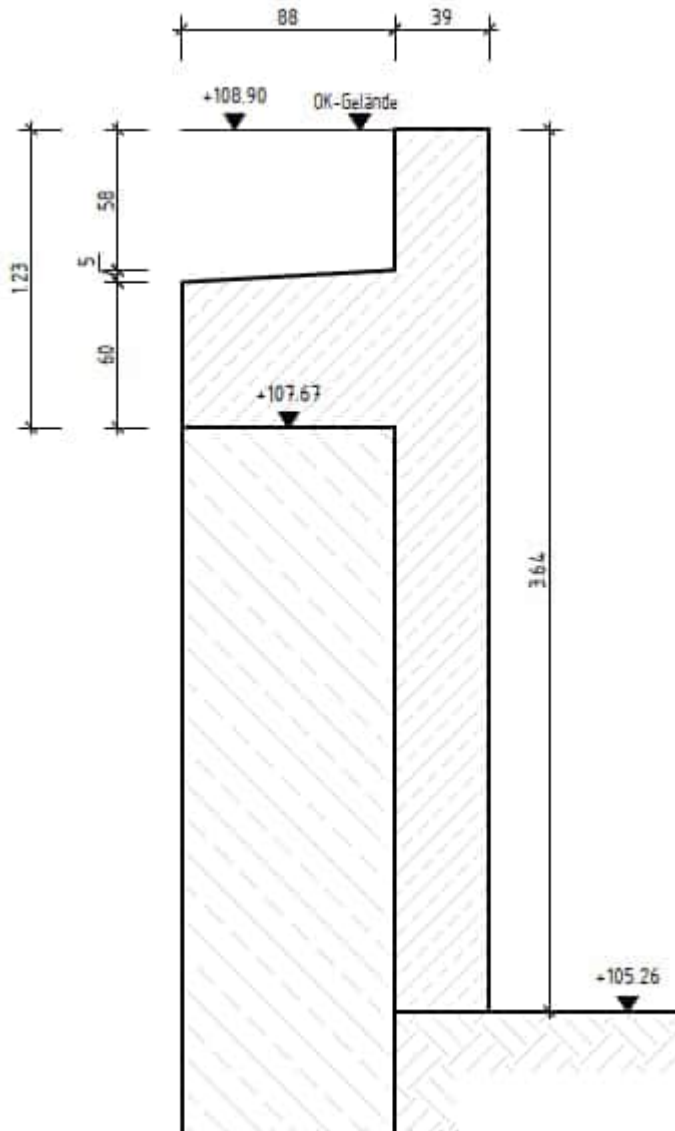
BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.9. Bemessungsschnitt 4

2.9.1. Geometrie



Materialeigenschaften Beton C35/45; Betonstahl B500 B

(vergl. Pkt. 2.2)

Expositionsklassen: XC4, XD1, XF3, XA1, XM1, WA

(gemäß Teil 1 Pkt. 4.1)

Betondeckung: $c_{nom} = 60 \text{ mm}$

(gemäß ZTV-W LB 215)

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
Kapitel: 2.9 Bemessungsschnitt 4
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR. rüfung.
 IL / 2004-0025
S&P für
 Standortsicherheit
 190804
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 S. 58

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.9.2. Belastung

Für die Bemessung werden die Lasten aus Erddruck maßgebend. Lasten aus Abdeckung des Kopfbalkens etc. werden vernachlässigt. Die Lasten aus Holmlast des Geländers werden über eine Horizontalkraft und Versatzmoment berücksichtigt.

Geländer:	Holmlast	$q_{1k} = 1,00 \text{ kN/m}$
	Geländerhöhe ca. 1,35m	$M_{1k} = 1,35 \text{ kNm/m}$
Hinterfüllung:	$\gamma / \gamma' = 19,0 / 10 \text{ kN/m}^3$ $\varphi = 28^\circ$	
Aufbau:	Kleinsteinpflaster + Unterbau $h = 0,40\text{m}$ In der Berechnung wird die Differenzlast zur Hinterfüllung zusätzlich angesetzt	$g_{k1} = 25,0 \text{ kN/m}^3$ $\Delta g_{k1} = 6,00 \text{ kN/m}^3$
Nutzlast:	gemäß Lastenheft	$q_k = 10,00 \text{ kN/m}^2$

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
Kapitel: 2.9 Bemessungsschnitt 4
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR. rüfung.
 IL / 2004-0025
 S&P für
 Standortsicherheit
 190804
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 S. 59

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

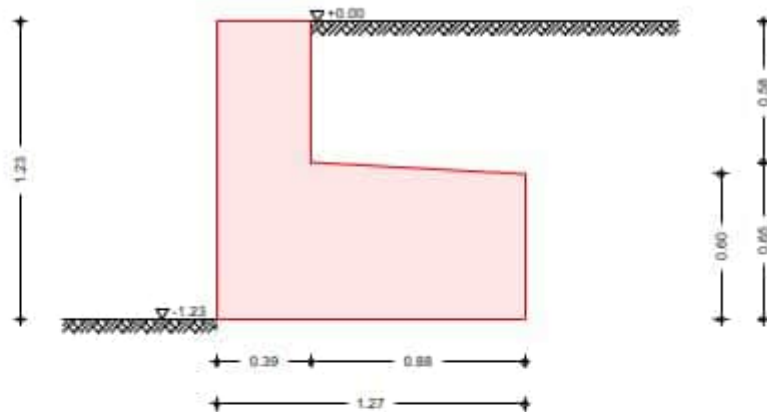
2.9.3. Bemessung

In der nachfolgenden Bemessung erfolgt der Nachweis der erforderlichen Bewehrung der aufgehenden Aufkantung in Anlehnung an eine Winkelstützwand.

Pos. KB4_1 Kopfbalken 4 - Ufer links

System

M 1:25



Geometrie

Wandschenkel	h[m]	d _a [m]	α _{luft} [°]	α _{erd} [°]
	0.58	0.39	0.00	0.00

Sporne	l[m]	h _a [m]	h _e [m]
erds.	0.88	0.65	0.60

Gelände	ebene Geländeoberfläche		
Abstand OK Gelände-Wandkopf	z _{luft} = 1.23 m		
	z _{erd} = 0.00 m		

Baugrund

Boden	h	γ	γ'	φ	c _a	c _p	δ _a	δ _p	δ ₀
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[°]	[°]	[°]
	999.0	19.0	10.0	28.0	-	-	0.0	0.0	0.0

Expositionsklassen WA, XA1, XC4, XD1, XF3 und XM1

Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12

Gk	Eigenlasten
Qk.N	Ständige Einwirkungen
	Nutzlasten
Gk.E.A	Kategorie A - Wohn- und Aufenthaltsräume
	fw
Gk.E.V	# Erddruck
	Ständiger Erddruck
	# Verdichtungserddruck
	Ständiger Erddruck
	# Die Einwirkung wurde automatisch generiert.

Belastungen

<u>Bauteil:</u>	2	Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
<u>Kapitel:</u>	2.9	Bemessungsschnitt 4
<u>Vorgang:</u>	TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale	

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Eigengewicht

EW	Anteil	G [kN/m]
Gk	Gesamtlast Wand	25.74
Gk	Sporn erdseitig	13.75
Gk	Wandschenkel	5.66
Gk	Bodenkeil erdseitig	10.12

Großflächige Auflast

Nr.	EW	q [kN/m²]
1	Gk.E.A	6.00

Gleichlasten erdseitig

Nr.	EW	q [kN/m²]
1	Qk.N	10.00

Linienlasten an Wand

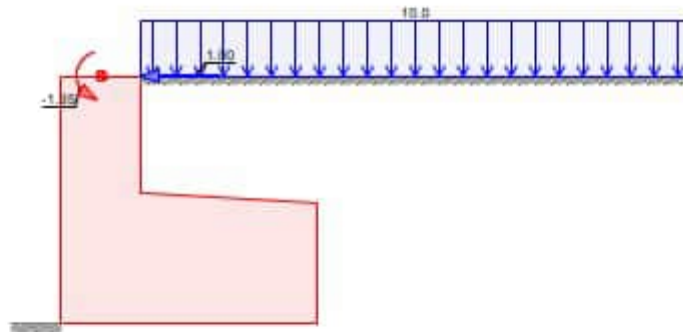
Nr.	EW	a _y [m]	f _x [kN/m]	f _z [kN/m]	m _y [kNm/m]
1	Qk.N	0.00	1.00	0.00	-1.35

Grafik

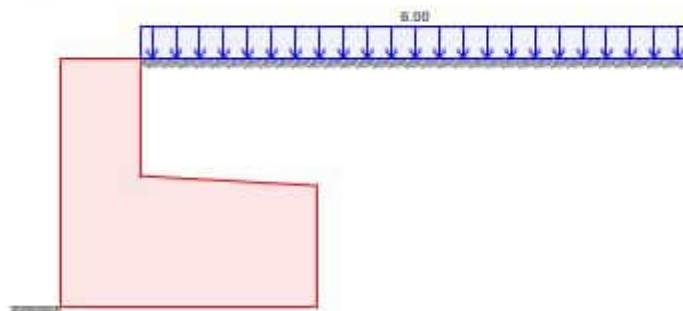
Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkung

Qk.N



Gk.E.A



Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.9 Bemessungsschnitt 4

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR. rüfung.

IL / 2004-0025
 S&P für
 Statik

S. 61



BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Erddruck

Berechnung nach DIN 4085:2017-08

Standsicherheit
 EW Gk.E.A

erhöhter aktiver Erddruck aus Bodeneigengewicht und großflächiger Gleichlast

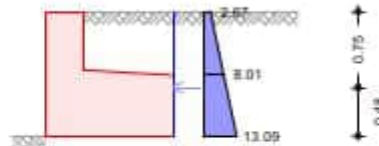
Anteil aktiver Erddruck

$$\mu = 0.50$$

Lastordinate

$$p_v = 6.00 \text{ kN/m}^2$$

M 1:60



Resultierende
 Erddruckspannungen

z [m]	$\Sigma e'_{ah}$ [kN/m²]
0.00	2.67
0.63	8.01
1.23	13.09

erhöhte aktive Erddruckkraft

$$E'_{ah} = 9.70 \text{ kN/m}$$

$$E'_{av} = 0.00 \text{ kN/m}$$

$$z_s = 0.75 \text{ m}$$

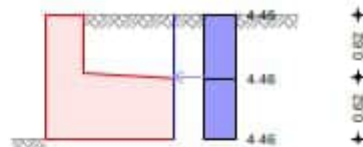
EW Qk.N

erhöhter aktiver Erddruck aus Gleichlast erdseitig

Lastordinate

$$p = 10.00 \text{ kN/m}^2$$

M 1:60



z [m]	K'_{aph} [-]	e'_{aph} [kN/m²]
0.00	0.446	4.46
0.63	0.446	4.46
1.23	0.446	4.46

erhöhte aktive Erddruckkraft

$$E'_{ah} = 5.48 \text{ kN/m}$$

$$E'_{av} = 0.00 \text{ kN/m}$$

$$z_s = 0.62 \text{ m}$$

Bemessung

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.9 Bemessungsschnitt 4

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR. rüfung.

IL / 2004-0025 für

S&P 190804 Standortsicherheit

Dipl.-Ing. A. Fomer

S. 62

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

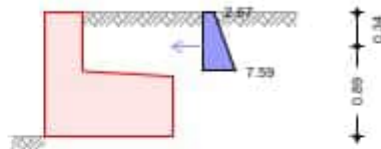
Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

EW Gk.E.A

erhöhter aktiver Erddruck aus Bodeneigengewicht und großflächiger Gleichlast
 Anteil aktiver Erddruck $\mu = 0.50$
 Lastordinate $p_v = 6.00 \text{ kN/m}^2$

M 1:60



Resultierende
Erddruckspannungen

z [m]	$\Sigma e'_{ah}$ [kN/m ²]
0.00	2.67
0.58	7.59

erhöhte aktive Erddruckkraft
 $E'_{ah} = 2.98 \text{ kN/m}$
 $E'_{av} = 0.00 \text{ kN/m}$
 $z_s = 0.34 \text{ m}$

Verdichtungserddr.

Leichte Verdichtung
 Verdichtungserddruck $e_{vh} = 15.00 \text{ kN/m}^2$
 Tiefe nach Bild 13 $z_p = 0.29 \text{ m}$
 Tiefe nach Bild 13 $z_q = 2.00 \text{ m}$

M 1:60



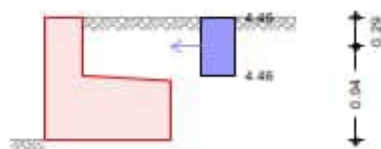
z [m]	$e_{verd.}$ [kN/m ²]	Σe_h [kN/m ²]
0.00	0.0	2.7
0.06		3.2
0.29	15.0	15.0
0.58	15.0	15.0

Verdichtungserddruckkraft
 $E_{vh} = 6.64 \text{ kN/m}$
 $E_{vv} = 0.00 \text{ kN/m}$
 $z_s = 0.35 \text{ m}$

EW Qk.N

erhöhter aktiver Erddruck aus Gleichlast erdseitig
 Lastordinate $p = 10.00 \text{ kN/m}^2$

M 1:60



Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
 Kapitel: 2.9 Bemessungsschnitt 4
 Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

Statisch geprüft
 AUFTAGS-NR. rüfung.
 IL / 2004-0025 für
 S&P 190804 Statik
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 S. 63

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

z [m]	K'aph [-]	e'aph [kN/m²]
0.00	0.446	4.46
0.58	0.446	4.46
erhöhte aktive Erddruckkraft		
	E'ah =	2.59 kN/m
	E'av =	0.00 kN/m
	zS =	0.29 m

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1997-1
 Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Standicherheit
 Bemessung (GZT)

GZ STR, BS-P

Ek	Σ (γ*ψ*EW)
3	1.35*Gk +1.50*Qk.N +1.35*Gk.E.A
7	1.35*Gk +1.50*Qk.N +1.35*Gk.E.V
8	1.35*Gk +1.35*Gk.E.V
11	1.00*Gk +1.50*Qk.N +1.35*Gk.E.A
15	1.00*Gk +1.50*Qk.N +1.35*Gk.E.V

Bem.-schnittgrößen

Standicherheit
 Bemessung (GZT)
 Wandschenkel

z [m]	Ek	NEd [kN/m]	VED [kN/m]	MEd [kNm/m]
0.58	8	7.63	8.97	-2.07
	11	5.66	9.40	-5.00
	15	5.66	14.35	-6.09

Sporn erdseitig

Ek	Anteil	NEd [kN/m]	VED [kN/m]	MEd [kNm/m]
3	Standicherheit	21.32	52.55	18.69
	Erddruck Bemessung Wand	9.40	0.00	-6.03
	Sohldruck	11.77	35.46	15.40
	Resultierende	0.15	17.09	9.32
7	Standicherheit	21.32	52.55	18.69
	Erddruck Bemessung Wand	14.35	0.00	-8.73
	Sohldruck	11.77	35.46	15.40
	Resultierende	-4.80	17.09	12.01
15	Standicherheit	21.32	44.19	15.02
	Erddruck Bemessung Wand	14.35	0.00	-8.73
	Sohldruck	10.96	26.99	11.48
	Resultierende	-3.99	17.21	12.26

Material

Materialwerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

Material	fck [N/mm²]	fy [N/mm²]	E [N/mm²]
C 35/45	35.0	-	34000
B 500SB		500.0	200000

Bauteil: 2 Standicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
 Kapitel: 2.9 Bemessungsschnitt 4
 Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR. 190804
 IL / 2004-0025
 S&P
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 statisch geprüft
 für
 Standicherheit
 S. 64

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Expositionsklassen

Abs. 4.2, 4.4

Wand

Expositionsklassen

Seite

umlaufend

KI **Kommentar**

XC4 wechselnd nass und trocken

XD1 mäßige Feuchte

XF3 Hohe Wassersättigung ohne Taumittel

XA1 Chemisch schwach angreifende Umgebung

XM1 Mäßige Verschleißbeanspruchung

WA Häufig oder längere Zeit feuchter Beton mit Alkalizufuhr von außen

Sporn

umlaufend

XC4 wechselnd nass und trocken

XD1 mäßige Feuchte

XF3 Hohe Wassersättigung ohne Taumittel

XA1 Chemisch schwach angreifende Umgebung

XM1 Mäßige Verschleißbeanspruchung

WA Häufig oder längere Zeit feuchter Beton mit Alkalizufuhr von außen

e: Es sind zusätzliche Anforderungen an die Gesteinskörnung zu berücksichtigen

Bewehrungsanordnung

Achsabstände, Betondeckungen

Bezug

c_{min}
[mm]

Δc_{dev}
[mm]

c_{nom}
[mm]

c_v
[mm]

d'
[mm]

Wand

luftseitig

40

15

55

60

72

erdseitig

40

15

55

60

72

Sporn

oben

40

15

55

60

72

unten

40

15

55

60

72

Bemessung (GZT)

Biegebemessung

Berücksichtigung der Mindestlängsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01, NDP Zu 9.2.1.1(1)

Wand

z

Seite

Ek

M_{Ed}

N_{Ed}

a_s

$a_{s,min}$

[m]

[kNm/m]

[kN/m]

[cm²/m]

[cm²/m]

0.58

lufts.

8

-2.07

-7.63

0.03

3

-5.00

-7.63

erds.

15

-6.09

-5.66

0.35

11

-5.00

-5.66

5.63

Sporn erdseitig

Seite

Ek

M_{Ed}

N_{Ed}

a_s

$a_{s,min}$

[kNm/m]

[kN/m]

[cm²/m]

[cm²/m]

oben

7

12.01

4.80

0.52

7

12.01

4.80

8.69

Querkraftbemessung

Berücksichtigung der Mindestquerkraftbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 9.3.2(2)

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.9 Bemessungsschnitt 4

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFGABEN-NR. rüfung.

IL / 2004-0025

S&P für

190804

S. 65



BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Wand	z [m]	Ek	θ [°]	V_{Ed} [kN/m]	V_{Rd,c} [kN/m]	V_{Rd,max} [kN/m]	a_{sw} [cm ² /m ²]
	0.58	15	18.43	14.35	158.65	1017.45	-
Sporn erdseitig	Ek		θ [°]	V_{Ed} [kN/m]	V_{Rd,c} [kN/m]	V_{Rd,max} [kN/m]	a_{sw} [cm ² /m ²]
	15		18.43	17.21	239.13	2177.70	-
erf. Bewehrung	Biege- und Querkraftbewehrung						
Wand	z [m]			a_{sl} [cm ² /m]	a_{se} [cm ² /m]		a_{sw} [cm ² /m ²]
	0.58			0.03	5.63 _M		-
Sporne				a_{so} [cm ² /m]	a_{su} [cm ² /m]		a_{sw} [cm ² /m ²]
				8.69 _M	-		-

M Mindestlängsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA, NDP zu 9.2.1.1(1)
 M Mindestquerkraftbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 9.3.2(2)

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
Kapitel: 2.9 Bemessungsschnitt 4
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR. rüfung.
 IL / 2004-0025
S&P für
 Standortsicherheit
 190804
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 S. 66

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.9.4. Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite

Der Nachweis der Mindestbewehrung zur Rissbreitenbegrenzung unter Zwang erfolgt nach DIN EN 1992 für „vollen Zwang“.

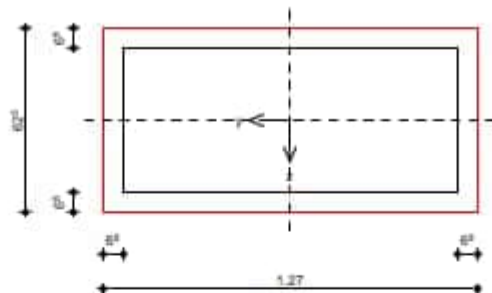
2.9.4.1 Kopfbalken

Pos. KB4_2

Zwang Kopfbalken

System
M 1:20

Rechteckquerschnitt



Breite	b =	127.00	cm
Höhe	h =	62.50	cm
Bewehrungsabstände	d_o, d_u =	6.80	cm
	d_l, d_r =	6.80	cm
mittlere Stabdurchmesser	$d_{m,1}$ =	16.00	mm
	$d_{m,2}$ =	16.00	mm
Stahlfläche unten, oben je	A_{s1} =	26.00	cm ²
Stahlfläche links, rechts je	A_{s2} =	10.05	cm ²
gesamte Stahlfläche	A_s =	72.10	cm ²
Bewehrungsgrad	ρ =	0.91	%

Expositionsklasse

XC4

Nachweise (GZG)

gemäß DIN EN 1992-1-1, 7.3

Material:

Normalbeton

C 35/45

mittlere Zugfestigkeit

f_{ctm} = 3.20 N/mm²

wirksame Zugfestigkeit

$f_{ct,eff}$ = 3.20 N/mm²

Elastizitätsmodul

E_{cm} = 34000 N/mm²

Betonstahl

B 500S8

char. Streckgrenze

f_{yk} = 500.00 N/mm²

Elastizitätsmodul

E_s = 200000 N/mm²

Grenzwert für die Rissbreite

w_{max} = 0.25 mm

DIN EN 1992-1-1, 7.3.2

Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite

Nachweis bei reinem Zug aus 'innerem' Zwang

Gl.(7.1)

k_c	k	A_{c1}	σ_s	d_s^*	$A_{s,min}$
[-]	[-]	[cm ²]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ²]
1.00	0.61	7937.50	244.95	14.5	62.74

erf. Mindestbewehrung

$A_{s,min}$ = 62.74 cm²

Die geforderte Mindestbewehrung wird eingehalten.

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.9 Bemessungsschnitt 4

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR. rüfung.

IL / 2004-0025

S&P 190804

Dipl.-Ing. A. Fomer

S. 67

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

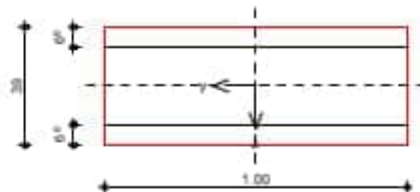
2.9.4.2 Aufkantung & Vorsatzschale

Pos. KB4_3

Zwang Aufkantung & Vorsatzschale

System
 M 1:20

Platte (Rechteckquerschnitt)



Breite	$b =$	100.00	cm
Höhe	$h =$	39.00	cm
Bewehrungsabstände	$d_u, d_u =$	6.80	cm
mittlere Stabdurchmesser	$d_{m,1} =$	16.00	mm
	$d_{m,2} =$	16.00	mm
Stahlflächen	$A_{s1} =$	20.11	cm ²
	$A_{s2} =$	20.11	cm ²
gesamte Stahlfläche	$A_s =$	40.22	cm ²
Bewehrungsgrad	$\rho =$	1.03	%

Expositionsklasse

XC4

Nachweise (GZG)

gemäß DIN EN 1992-1-1, 7.3

Material:

Normalbeton

mittlere Zugfestigkeit

wirksame Zugfestigkeit

Elastizitätsmodul

Betonstahl

char. Streckgrenze

Elastizitätsmodul

Grenzwert für die Rissbreite

Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite

Nachweis bei reinem Zug aus 'innerem' Zwang

GL(7.1)

k_c	k	A_{ct}	σ_s	d_s^*	$A_{s,min}$
[-]	[-]	[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]
1.00	0.75	3900.00	244.95	14.5	38.01

GL(NA.7.5.1)

$A_{c,eff}$	σ_s	d_s^*	$A_{s,min}$
[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]
3500.00	244.95	14.5	45.72

erf. Mindestbewehrung $A_{s,min} = 38.01 \text{ cm}^2/\text{m}$

Die geforderte Mindestbewehrung wird eingehalten.

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.9 Bemessungsschnitt 4

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR. rüfung.

IL / 2004-0025

S&P für

190804

S. 68

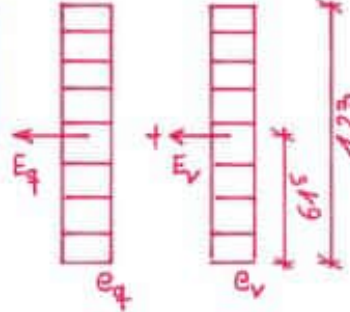
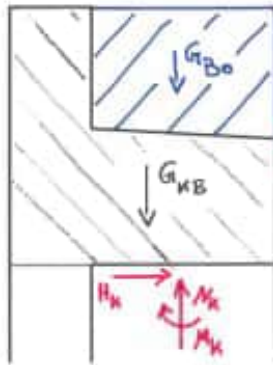


BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.9.5. Nachweis Kopfbalkenanschluss an Bohrpfahl



Für den Nachweis der Anschlussbewehrung werden die Schnittgrößen am Übergang Kopfbalken / Bohrpfahl ermittelt. Die Belastung ergibt sich aus dem Erddruck aus Bodenauflast (Nutzlast) und dem Verdichtungserddruck. Der Verdichtungserddruck wird nur zu dem Teil angesetzt, wie er den Erddruck aus Auflast übersteigt. Der lineare Anstieg des Verdichtungserddrucks am Wandkopf wird auf der sicheren Seite liegend vernachlässigt.

Momente infolge Exzentrizität des Eigengewichts der Wand und der Bodenauflast werden aufgrund der geringen Auswirkung vernachlässigt.

Die Ermittlung der Anschlussbewehrung erfolgt zum einen über eine Biegebemessung am Pfahlkopf für Moment und Normalkraft und zum anderen über die Dübelwirkung der Pfahlbewehrung für die Querkräfte.

Erddruck aus Bodenauflast: $e_q = 4,46 \text{ kN/m}^2$

Verdichtungserddruck: $e_v = 15 \text{ kN/m}^2 - 4,46 \text{ kN/m}^2 = 10,54 \text{ kN/m}^2$

$$G_{Bo} = 19 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,532 \text{ m}^2 = 10,11 \text{ kN/m}$$

$$E_q = 4,46 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,23 \text{ m} = 5,49 \text{ kN/m}$$

$$G_{KB} = 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,030 \text{ m}^2 = 25,75 \text{ kN/m}$$

$$E_v = 10,54 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,23 \text{ m} = 12,96 \text{ kN/m}$$

$$N_d = 1,00 \cdot (10,11 \text{ kN/m} + 25,75 \text{ kN/m}) = 35,86 \text{ kN/m} \quad (\text{Druck wirkt günstig})$$

$$H_d = 1,35 \cdot 12,96 \text{ kN/m} + 1,50 \cdot 5,49 \text{ kN/m} = 25,73 \text{ kN/m}$$

$$M_d = 25,73 \text{ kN/m} \cdot 0,615 \text{ m} = 15,82 \text{ kNm/m}$$



Lasten je Pfahl: $a \sim 1,50 \text{ m}$

$$N_{d,Pf} = 35,86 \text{ kN/m} \cdot 0,88 \text{ m} = 31,56 \text{ kN}$$

$\varnothing = 0,88 \text{ m}$

$$H_{d,Pf} = 25,73 \text{ kN/m} \cdot 1,50 \text{ m} = 38,60 \text{ kN}$$

$$M_{d,Pf} = 15,82 \text{ kNm/m} \cdot 1,50 \text{ m} = 23,73 \text{ kNm}$$

Annahmen für Bohrpfahl: Expositionsklasse: XC2, XD2, XF1, XA1, WA

Beton: C30/37

Wendelbewehrung: $\varnothing 14$

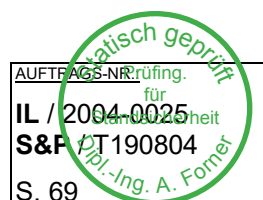
Längsbewehrung: $\varnothing 20$

Betondeckung: $c_{nom} = 80 \text{ mm}$

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.9 Bemessungsschnitt 4

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

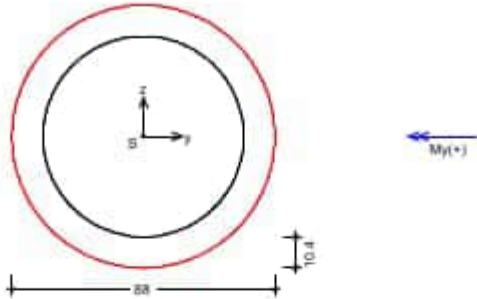


BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Nachweis Kopfbalkenanschluss für Biegung und Normalkraft

Pos. KB4_4	Anschlussbewehrung für Biegung		
System M 1:20	Kreisquerschnitt		
			
	Durchmesser	D =	88.0 cm
	Bewehrungsanordnung		Ringbewehrung
Expositionsklassen	WA, XA1, XC2, XD2 und XF1		
Belastungen	gemäß DIN EN 1990		
Einw. 1	Normalkraft	$N_{k,d}$ =	31.56 kN
	Biegemoment	$M_{y,d}$ =	23.73 kNm
		$M_{z,d}$ =	0.00 kNm
Kombinationen	Kombinationsbildung nach DIN EN 1990		
ständig/vorüberg.	Ek	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot E W)$	
	1	1.00 * 1	
Bem.-schnittgrößen	Ek	$N_{k,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm] $M_{z,d}$ [kNm]
	1	31.560	23.730
Bemessung (GZT)	gemäß DIN EN 1992-1-1, 3.1.5, 3.1.6, 3.1.7, 3.2.7, 6.1		
	Normalbeton	C 30/37	
	Betonstahl	B 500SB	
	Diagramm für Beton	Parabel-Rechteck	
	Bewehrungsgrad	p_{min} =	0.00 %
		p_{max} =	8.00 %
	Durchmesser Querbewehrung	d_s =	14 mm
	Bewehrungsabstand	d' =	10.40 cm
	Stahlfläche	A_s =	0.54 cm ²
	Bewehrungsgrad	p =	0.01 %

Erforderliche Anschlussbewehrung Biegung: $A_{s,erf,M+N} = 0,54 \text{ cm}^2$

Bauteil:	2	Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
Kapitel:	2.9	Bemessungsschnitt 4
Vorgang:	TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale	

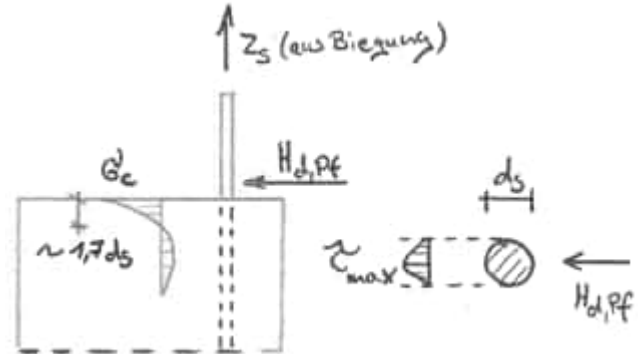
BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Nachweis Kopfbalkenanschluss für Querkraft & Summe Anschlussbewehrung

Für die Querkraft erfolgt die Bemessung in Anlehnung an Leonhardt „VL über Massivbau Teil 2“ Abschnitt 3.6.1 – Krafteinleitung über Bolzen. Die aus dem Bohrpfahl in den Kopfbalken geführte Bewehrung wird dabei als Dübel betrachtet. Reibung in der Anschlussfuge Kopfbalken / Bohrpfahl wird auf der sicheren Seite liegend vernachlässigt.



Beton: $\beta_c = f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
 $\beta_{WN} = f_{ck,w} = 37 \text{ N/mm}^2$
 $\beta_p = 0,8 \cdot \beta_{WN} = 29,6 \text{ N/mm}^2$ (nach Leonhardt Teil 2)

Betonstahl: $\beta_s = f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
 $\varnothing_{PF} = 20 \text{ mm}$ (Annahme)

Nachweis: $F_{u,Rd} = 2,5 \cdot \varnothing_{PF}^2 \cdot \sqrt{(\beta_p \cdot \beta_s)} / 5 = 24,33 \text{ kN}$ (nach Leonhardt Teil 2)
 $n_{erf} = H_{d,Pf} / F_{u,Rd} = 1,59$
 $A_{s,erf,Q} = n_{erf} \cdot \varnothing_{PF}^2 \cdot \pi / 4 = 5,00 \text{ cm}^2$

Erforderliche Anschlussbewehrung: $A_{s,erf,tot} = A_{s,erf,M+N} + A_{s,erf,Q} = 5,54 \text{ cm}^2$

Stahlnachweis der Anschlussbewehrung

Spannungen: $\tau_Q = 4/3 \cdot H_{d,Pf} / A_{s,erf,tot} = 9,29 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{M+N} = f_{yk} / \gamma_s \cdot A_{s,erf,M+N} / A_{s,erf,tot} = 4,24 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_v = \sqrt{(\sigma_{M+N}^2 + 3 \cdot \tau_Q^2)} = 16,64 \text{ kN/cm}^2$ (Vergleichsspannung)

Tragfähigkeit: $\tau_{Rd} = f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_s) = 25,1 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{vRd} = f_{yk} / \gamma_s = 43,5 \text{ kN/cm}^2$

Nachweis: $\eta_Q = \tau_Q / \tau_{Rd} = 0,37 < 1,0$
 $\eta_Q = \sigma_v / \sigma_{vRd} = 0,38 < 1,0$

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
 Kapitel: 2.9 Bemessungsschnitt 4
 Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

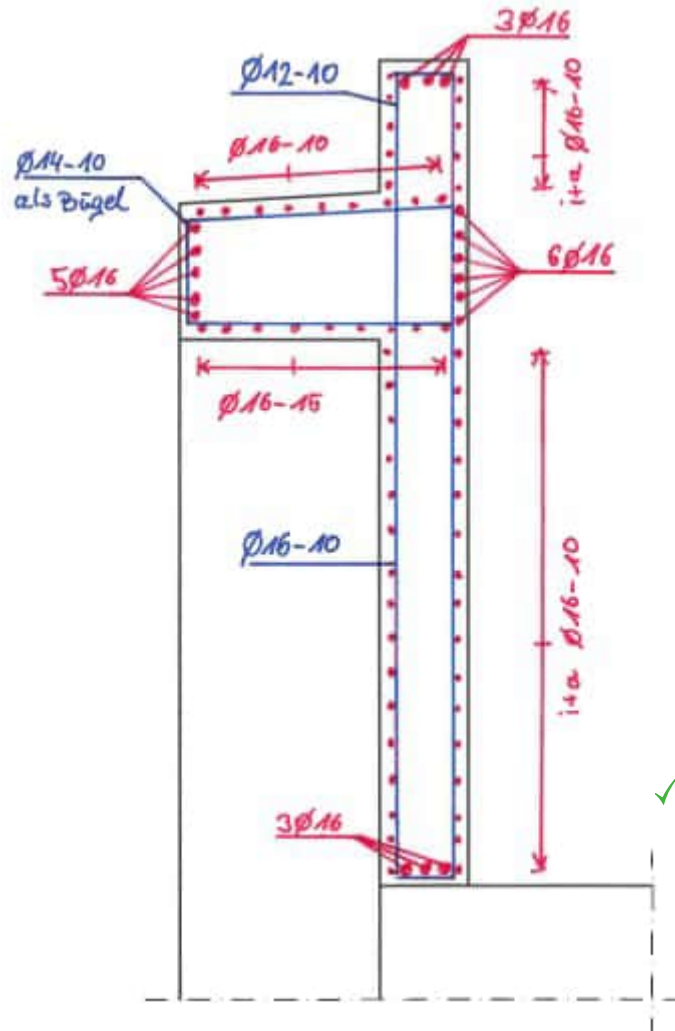
Statisch geprüft
 AUFTAGS-NR. rüfung.
 für
 IL / 2004-0025
 S&P T190804
 Dipl.-Ing. A. Forner
 S. 71

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Bewehrungsvorschlag



Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
 Kapitel: 2.9 Bemessungsschnitt 4
 Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTAGS-NR. rüfung.
 IL / 2004-0025 für
 S&P Statik
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 S. 72

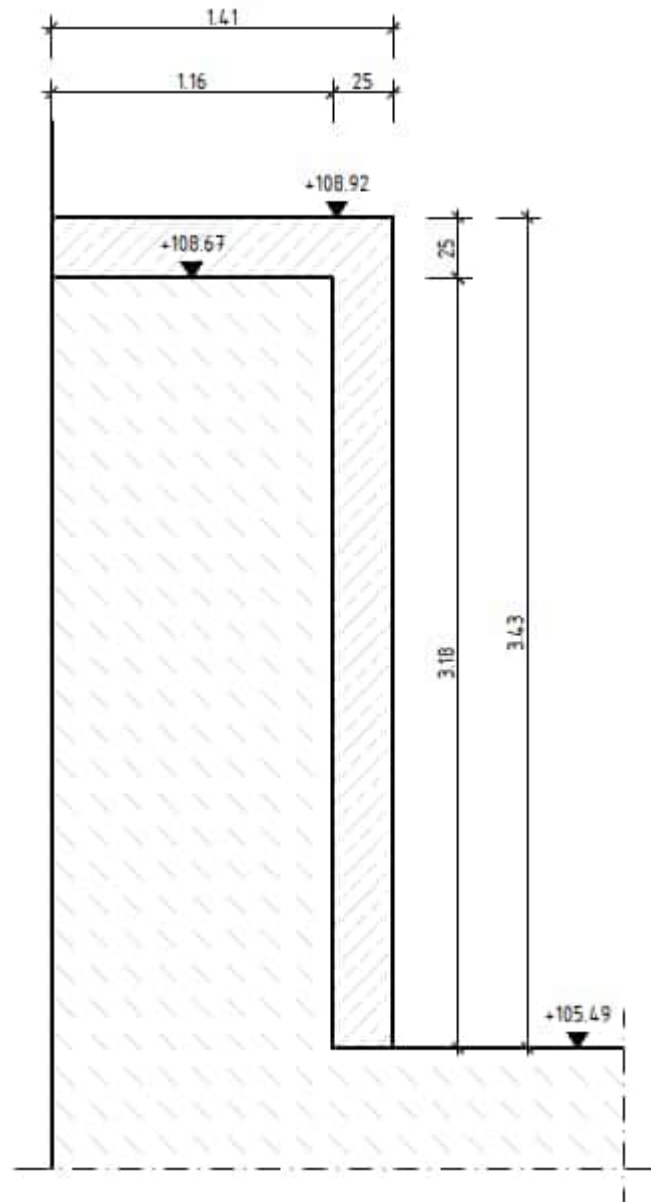
BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.10. Bemessungsschnitt 5

2.10.1. Geometrie



Materialeigenschaften Beton C35/45; Betonstahl B500 B

(vergl. Pkt. 2.2)

Expositionsklassen: XC4, XD1, XF3, XA1, XM1, WA

(gemäß Teil 1 Pkt. 4.1)

Betondeckung: $c_{nom} = 60 \text{ mm}$

(gemäß ZTV-W LB 215)

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
Kapitel: 2.10 Bemessungsschnitt 5
Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR. rüfung.
 IL / 2004-0025
S&P für
 T190804
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 S. 73

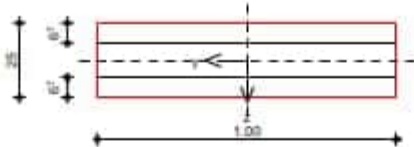
BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.10.2. Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite

Der Nachweis der Mindestbewehrung zur Rissbreitenbegrenzung unter Zwang erfolgt nach DIN EN 1992 für „vollen Zwang“.

Pos. KB5	Zwang Vorsatzschale																		
System M 1:20	Platte (Rechteckquerschnitt)																		
																			
	Breite	b =	100.00	cm															
	Höhe	h =	25.00	cm															
	Bewehrungsabstände	d _{o,d_u} =	6.70	cm															
	mittlere Stabdurchmesser	d _{m,1} =	14.00	mm															
		d _{m,2} =	14.00	mm															
	Stahlflächen	A _{s1} =	15.39	cm ²															
		A _{s2} =	15.39	cm ²															
	gesamte Stahlfläche	A _s =	30.78	cm ²															
	Bewehrungsgrad	p =	1.23	%															
Expositionsklasse	XC4																		
Nachweise (GZG)	gemäß DIN EN 1992-1-1, 7.3																		
	Material:																		
	Normalbeton			C 35/45															
	mittlere Zugfestigkeit	f _{ctm} =	3.20	N/mm ²															
	wirksame Zugfestigkeit	f _{ct,eff} =	3.20	N/mm ²															
	Elastizitätsmodul	E _{cm} =	34000	N/mm ²															
	Betonstahl			B 500S8															
	char. Streckgrenze	f _{yk} =	500.00	N/mm ²															
	Elastizitätsmodul	E _s =	200000	N/mm ²															
	Grenzwert für die Rissbreite	w _{max} =	0.25	mm															
DIN EN 1992-1-1, 7.3.2	Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite																		
	Nachweis bei reinem Zug aus 'innerem' Zwang																		
Gl.(7.1)	<table><tr><td>k_c</td><td>k</td><td>A_{ct}</td><td>σ_s</td><td>d_s[*]</td><td>A_{s,min}</td></tr><tr><td>[-]</td><td>[-]</td><td>[cm²/m]</td><td>[N/mm²]</td><td>[mm]</td><td>[cm²/m]</td></tr><tr><td>1.00</td><td>0.80</td><td>2500.00</td><td>261.86</td><td>12.7</td><td>24.44</td></tr></table>	k _c	k	A _{ct}	σ _s	d _s [*]	A _{s,min}	[-]	[-]	[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]	1.00	0.80	2500.00	261.86	12.7	24.44
k _c	k	A _{ct}	σ _s	d _s [*]	A _{s,min}														
[-]	[-]	[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]														
1.00	0.80	2500.00	261.86	12.7	24.44														
Gl.(NA.7.5.1)	<table><tr><td>A_{c,eff}</td><td>σ_s</td><td>d_s[*]</td><td>A_{s,min}</td></tr><tr><td>[cm²/m]</td><td>[N/mm²]</td><td>[mm]</td><td>[cm²/m]</td></tr><tr><td>2500.00</td><td>261.86</td><td>12.7</td><td>30.55</td></tr></table>	A _{c,eff}	σ _s	d _s [*]	A _{s,min}	[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]	2500.00	261.86	12.7	30.55						
A _{c,eff}	σ _s	d _s [*]	A _{s,min}																
[cm ² /m]	[N/mm ²]	[mm]	[cm ² /m]																
2500.00	261.86	12.7	30.55																
	erf. Mindestbewehrung	A _{s,min} =	24.44	cm ² /m															
	Die geforderte Mindestbewehrung wird eingehalten.																		

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.10 Bemessungsschnitt 5

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTRAGSGRÜNDUNG

IL / 2004-0025
 S&P
 Dipl.-Ing. A. Fomer

S. 74

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

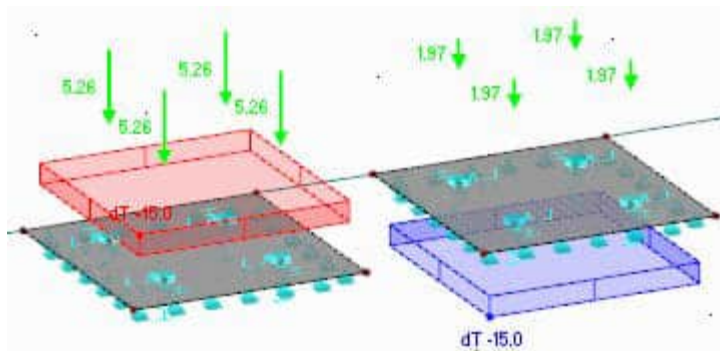
Datum: 02.07.2024

2.10.3. Nachweis Anschluss Vorsatzschale an Verpresskörper

Die Verankerung der Vorsatzschale am Düsenstrahlkörper erfolgt konstruktiv über eingeklebte Bewehrungseisen. Innerhalb der Vorsatzschale erfolgt die Ausführung analog zu den übrigen Bemessungsschnitten, siehe Pkt. 2.3. Da nachträglich eingeklebte Bewehrungseisen in einem DSV-Körper weder im Eurocode noch in den entsprechenden Produkt-Zulassungen geregelt sind, muss die Tragfähigkeit über Auszugsversuche sichergestellt werden.

Planmäßig werden über die eingeklebten Eisen keine Kräfte übertragen. Um eine über Versuche nachzuweisende Zugkraft zu ermitteln, wird die Vorsatzschale mit einer linearen Temperaturlast beaufschlagt. In Anlehnung an DIN EN 1991-1-5; 6.2.2 (2) wird eine Temperaturdifferenz von $T = \pm 15 \text{ K}$ berücksichtigt.

Es wird ein 1,00 m x 1,00 m großer Bereich der Vorsatzschale modelliert. Die Bewehrungsanker werden als Punktfeder und der DVS-Körper als Flächenlager berücksichtigt.



Federkonstante Bewehrungsanker

$$C = E \cdot A / L$$

$$C = 20000 \text{ kN/cm}^2 \cdot 1,54 \text{ cm}^2 / 0,54 \text{ m}$$

$$C = 57000 \text{ kN/m}$$

Infolge Temperaturbelastung ergibt sich eine maximale aufzunehmende Zugkraft von $F_{z,k} = 5,26 \text{ kN}$. Da in der Nebenrechnung lediglich charakteristische Einwirkungen berücksichtigt wurden, ist der Wert noch mit einem Teilsicherheitsbeiwert von 1,50 zu multiplizieren.

Durch Auszugsversuch nachzuweisende Kraft:

$$F_{z,d} = 5,26 \text{ kN} \cdot 1,50 \approx \underline{\underline{8,00 \text{ kN}}}$$



Bauteil:	2	Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
Kapitel:	2.10	Bemessungsschnitt 5
Vorgang:	TWPL –	Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

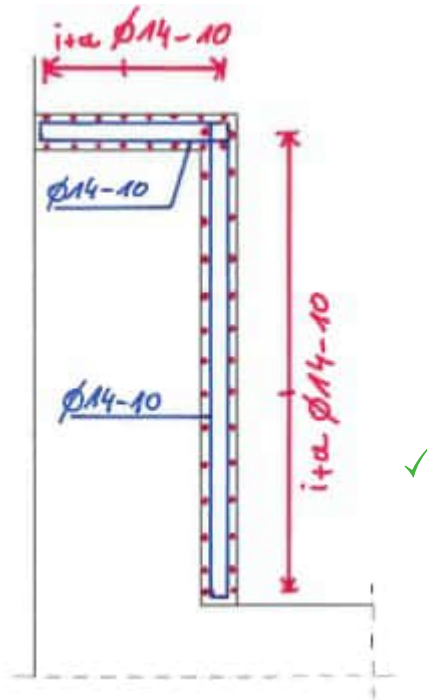


BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

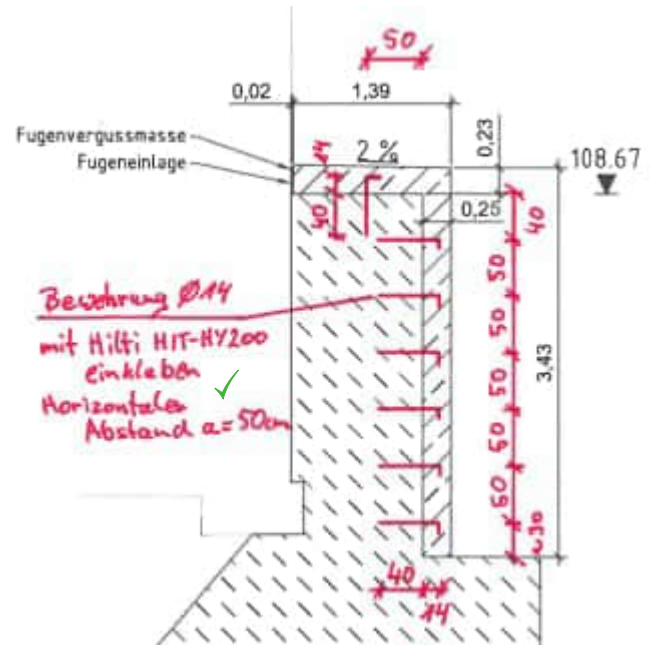
Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Bewehrungsvorschlag



Anordnung Verankerung an DSV-Körper



Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)
 Kapitel: 2.10 Bemessungsschnitt 5
 Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFGABEN-NR. 190804
 IL / 2004-0025
 S&P
 Dipl.-Ing. A. Fomer
 S. 76

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

2.11. Zusammenfassung Anschlussbewehrung an Bohrpfahl

Nachfolgende Übersicht dient der Zusammenfassung der erforderlichen Anschlussbewehrung für die konstruktive Ausbildung der Bohrpfahlbewehrung im Übergang zum Kopfbalken. Die Ergebnisse der Bohrpfahlbemessung sowie die Ermittlung der erforderlichen Verankerungslängen sind dem Teil 2 der statischen Berechnung zu entnehmen.

Bemessungsschnitt	erforderliche Bewehrung		
	$A_{s, \text{erf}, M+N}$ [cm ²]	$A_{s, \text{erf}, Q}$ [cm ²]	$A_{s, \text{erf}, \text{tot}}$ [cm ²]
BS 1	1,30	6,31	7,61
BS 2	1,29	6,31	7,60
BS 3	0,35	5,47	5,82
BS 4	0,54	5,00	5,54

Bauteil: 2 Standsicherheit der Uferwand (Kopfbalken & Vorsatzschale)

Kapitel: 2.11 Zusammenfassung Anschlussbewehrung an Bohrpfahl

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFTLAGEN-NR. rüfung.

IL / 2004-0025
 S&P für
 Standortsicherheit
 Dipl.-Ing. A. Fomer

S. 77

BAUWERK: Ingenieurbauwerke des Vorhabens

Obj.Nr.: -

Datum: 02.07.2024

Schlussblatt Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

S. Rost-Athenstaedt

i. A. Dipl.-Ing. Stefan Rost-Athenstaedt

Aufgestellt am 02.07.2024 in Leipzig

Bauteil: Schlussblatt Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

Kapitel:

Vorgang: TWPL – Genehmigungsstatik - Teil 3 - Kopfbalken & Vorsatzschale

AUFGABEN-NR. rüfung.

IL / 2004-0025 für

S&P 190804 Standfestigkeit

S. 78

