

Statische Berechnung

WSW - Winkelstützwand Betriebs- u. Wendeplatz West

Auftrags-Nr.: MA-250346

Bauvorhaben: Hauptsammler Ost, HBF Wiesbaden

Bauherr: ELW - Entsorgungsbetriebe Wiesbaden
vertreten durch Herrn Schöneich
Unterer Zwerchweg 120
6525 Wiesbaden

Tragwerksplanung: Verheyen - Ingenieure GmbH & Co. KG
Bad Kreuznach | Mainz | Bonn - Siegburg | Gießen
NL Mainz
Lise-Meitner-Straße 11, 55129 Mainz
Dipl.-Ing. Martin Hofmann
Beratender Ingenieur / Geschäftsführer

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)

Seite:

1

Kapitel / Vorgang:
TB Titelblatt

Archiv-Nr.

Inhaltsverzeichnis

Position	Beschreibung	Seite
TB	Titelblatt	1
	Inhalt	2
V - Vorbemerkungen		V-1
V01	Vorbemerkung zur Gesamtmaßnahme	V-2
V02	Übersicht Bauteile	V-3
V03	Vorbemerkung zur Winkelstützwand	V-4
V04	Hinweise	V-5
V05	Hinweise zu Bestandsbauwerken im Baufeld	V-6
V06	Planungsgrundlagen	V-8
V07	Vorschriften / Literatur	V-10
A - Lastannahmen		A-1
A01	Lasten aus angrenzenden Gebäuden	A-2
A02	Lasten aus Straßenverkehr und Saugfahrzeug	A-3
A02.1	Lasten aus Saugfahrzeug	A-4
A03	Lasten aus Baggerbetrieb	A-7
A04	Lasten aus Hebezeug	A-8
A05	Belastung aus Bahnbetrieb	A-9
A05.1	Lasten aus Bahnbetrieb	A-11
A06	Sicherung gegen Absturz	12
B - Material und Baugrund		B-1
B01	Beton und Betonstahl	B-2
B02	Baugrund - allgemein im Baufeld	B-4
B03	Am Bauwerk vorliegende Verhältnisse	B-6
B04	Hinterfüllung	B-11
B05	Hinweise zur Hinterfüllung gem. WAS 7	B-13
C - Hinweise zur Berechnung		C-1
C04	Erddruck	C-2
V02x	Lastannahmen	C-3
V03x	Erddruck	C-4
D - Nachweise		D-1
D01	Winkelstützwand - Normalbereich	D-2
D02	Winkelstützwand - Eckbereich	D-24
D03	Winkelstützwand - Flügel	D-47

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: 2

Kapitel / Vorgang: Inhaltsverzeichnis

Archiv-Nr.

V - Vorbemerkungen

Pos. V01

Vorbemerkung zur Gesamtmaßnahme

Veranlassung

- Der Hauptsammler Ost (HS Ost) ist einer von zwei Zuleitungen zum Hauptklärwerk Wiesbaden. Er wurde im Jahr 1901 als gemauerter Kanal erstellt und leitet über eine Strecke von rd. 1.560 m das Mischwasser der Kernstadt Wiesbaden, den östlich gelegenen Direkteinzugsgebieten sowie das Regenwasser aus mehreren Überläufen und Überlaufbecken dem Hauptklärwerk zu.
- Der Hauptsammler verläuft parallel zum Salzbachkanal und zu großen Teilen unterhalb der Bahngleise bis zu einer am Ende befindlichen Regenentlastungs-anlage, die bei Regenwetter in den Salzbach entlastet.
- Der Hauptsammler Ost weist erhebliche bauliche Schäden auf, weshalb dieser inkl. der abzweigenden Rohrleitungen im Bereich des Wiesbadener Hauptbahnhofs umfassend saniert wird.
- Der Hauptsammler Ost wird vom Hauptbahnhof auf einer Strecke von 952 m, im grabenlosen Verfahren mit GFK-Rohren instandgesetzt. Die Schächte in diesem Bereich werden erneuert. Die alten Schächte für den Salzbach und den Hauptsammler werden bis auf den Einstieg zum Salzbach verdämmt. Einige Schächte werden, um Platz für die 6 neuen Schächte zu schaffen, zurückgebaut.
- Anstelle der schleifenden Gleisquerung, die am Ende der Maßnahme verdämmt wird, soll eine neue Gleisquerung rechtwinklig zu den Gleisen von ca. 127 m Länge im Vortrieb DN 1600 hergestellt werden. Von der neuen Querung am Schacht 44927 aus wird die Trasse über einen Kurvenvortrieb 352 m parallel zu den Gleisen bis zum Schacht 42225 geführt und dort an den Bestand DN 1500 angeschlossen.
- Die Baugruben für die Schächte überwiegend mit Bohrpfahlwänden errichtet.

Die Bohrpfahlwände sind aufgrund der angrenzenden Rohrleitungen in Teilbereichen ausgesetzt.

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: V-2

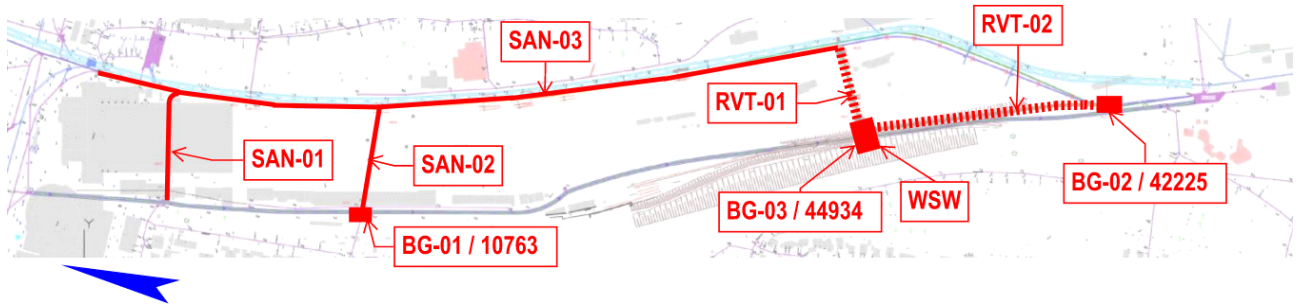
Kapitel / Vorgang: V - Vorbemerkungen
V01 Vorbemerkung zur Gesamtmaßnahme

Archiv-Nr.

Pos. V02

Übersicht Bauteile

Übersicht über die von Verheyen - Ingenieure bearbeiteten Bauteile:



LV-Pos.	Bauteil	Bezeichnung	Positionsplan
09	SAN-01	GFK Sanierung Querverbindung Nord Ei 600/1100	P101
10	SAN-02	GFK-Sanierung Querverbindung Süd Ei 700/1250	P201
11	SAN-03	GFK Sanierung Hauptsammler Ei 1000/1750	P301
07	RVT-01	Rohrvortrieb Gleisquerung	P401
08	RVT-02	Rohrvortrieb Gleisparallele Strecke	P501
05.01	BG-01	Baugrube für Schacht 10763 (an Rollkontor) P601	
14.03	BG-02	Baugrube für Schacht 42225 (Zielgrube)	P701
14.04	BG-03	Baugrube für Schacht 44934 (Startgrube)	P801
17	WSW	Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand an Wendepplatz für Saugfahrzeug)	P901
-	HSW	Nachweis besteh. Hauptsammler West im Bauzustand (Auftrieb) im Schacht 44934	- / -

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: V-3

Kapitel / Vorgang: V - Vorbemerkungen
V02 Übersicht Bauteile

Archiv-Nr.

Pos. V03

Vorbemerkung zur Winkelstützwand

- Im Folgenden werden die statischen Nachweise im Rahmen der Genehmigungsplanung ("Genehmigungsstatik") für das folgende Bauteil geführt:

Winkelstützwand am Wendeplatz

- Der Wendeplatz dient im späteren Betrieb dazu, mit Saugfahrzeugen befahren zu werden, um über den ebenfalls neu zu errichtenden Schacht 44934 den bestehenden Hauptsammler West reinigen zu können.
- Zudem wird von hier aus über den ebenfalls neu zu errichtenden Schacht 44927 der neu zu errichtende Hauptsammler Ost zugänglich gemacht.

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: V-4

Kapitel / Vorgang: V - Vorbemerkungen
V03 Vorbemerkung zur Winkelstützwand

Archiv-Nr.

Pos. V04

Hinweise

- Der Wendeplatz wird über der Baugrube für die neuen Schächte errichtet.
 - Der Wendeplatz wird durch eine neue Winkelstützwand gesichert.
- Die Geometrie der WSW muss an den geplanten Schacht 44927 angepasst werden.
- Zum Baugrund (der in großen Teilen aus der verfüllten Baugrube besteht) und zur Hinterfüllung sind im Baugrundgutachten [G101] keine speziellen Angaben gemacht.
- Daher werden im Folgenden Annahmen für die Kennwerte der Verfüllung der Baugrube bzw. der Hinterfüllung der WSW getroffen, die beim späteren Einbau zu beachten und einzuhalten sind.
- Die Bohrpfahlwand ist im Bereich des Wandfußes der WSW zu kappen und einheitliches Schotterpolster anzuordnen.

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: V-5

Kapitel / Vorgang: V - Vorbemerkungen
V04 Hinweise

Archiv-Nr.

Pos. V05

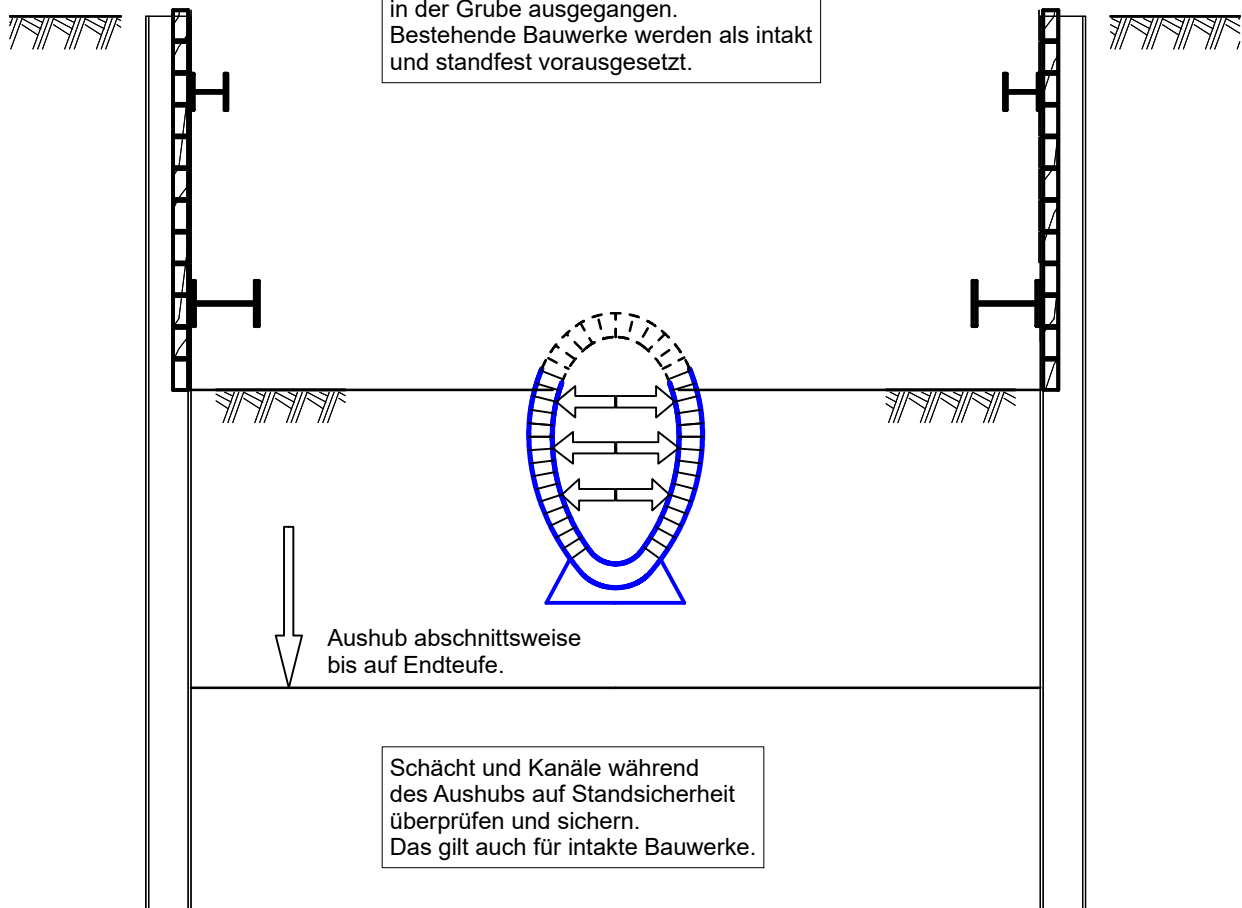
Hinweise zu Bestandsbauwerken im Baufeld

Hinweis:

In der Baugrube befindet sich bestehendes Schachtbauwerk, das im Zuge der Bauarbeiten abgerissen wird. Dieses ist in seinem unteren Bereich gemauert. Beim Abriss des Bestandes ist die Standsicherheit der Bohrpfähle zu gewährleisten. Dies bedeutet, dass die Pfähle baugrubenseitig gem. statischer Berechnung gestützt sind. Besteht beim partiellen Abbruch die Gefahr, dass die Wände des Bestandes in mehr als den berechneten Aushubtiefen kollabieren können, ist deren Standsicherheit durch geeignete Maßnahmen zu gewährleisten.

Beispiel: gemauerter Kanal

Beim Aushub wird von einer Stützung der Baugrubenwand durch das Erdreich in der Grube ausgegangen. Bestehende Bauwerke werden als intakt und standfest vorausgesetzt.



Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

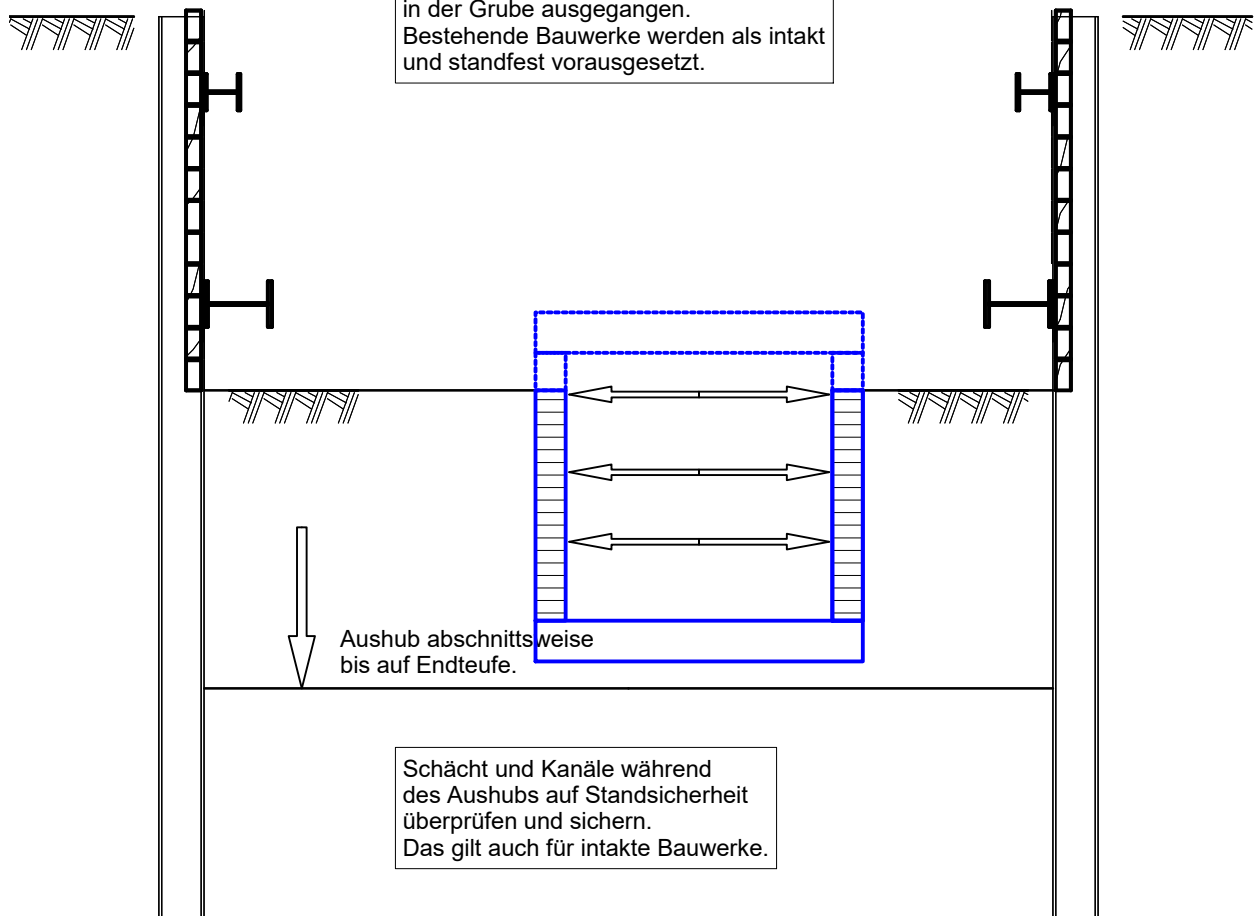
Seite: V-6

Kapitel / Vorgang: V - Vorbemerkungen
V05 Hinweise zu Bestandsbauwerken im Baufeld

Archiv-Nr.

Beispiel: gemauerter Schacht

Beim Aushub wird von einer Stützung der Baugrubenwand durch das Erdreich in der Grube ausgegangen. Bestehende Bauwerke werden als intakt und standfest vorausgesetzt.



Schacht und Kanäle während des Aushubs auf Standsicherheit überprüfen und sichern. Das gilt auch für intakte Bauwerke.

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: V-7

Kapitel / Vorgang: V - Vorbemerkungen
V05 Hinweise zu Bestandsbauwerken im Baufeld

Archiv-Nr.

Pos. V06

Planungsgrundlagen

Planungsgrundlagen

Die statische Bearbeitung erfolgte auf Grundlage folgender Dokumente:

Entwurfsunterlagen

[101]	1.1 "Bestand", Dr. Pecher GmbH, 24.11.2025	
[102]	1.2 "Übersichtsplan Baulogistik", Dr. Pecher GmbH,	24.11.2025
[103]	1.2.1 "Lageplan 1 Baulogistik", Dr. Pecher GmbH,	17.10.2025
[104]	1.2.2 "Lageplan 2 Baulogistik", Dr. Pecher GmbH,	17.10.2025
[105]	1.2.3 "Lageplan 3 Baulogistik", Dr. Pecher GmbH,	17.10.2025
[106]	1.3 "Übersichtslageplan Baugruben", Dr. Pecher GmbH,	24.11.2025
[107]	1.3.1 "Lageplan 1 Baugruben", Dr. Pecher GmbH,	17.10.2025
[108]	1.3.2 "Lageplan 2 Baugruben", Dr. Pecher GmbH,	17.10.2025
[109]	1.3.3 "Lageplan 3 Baugruben", Dr. Pecher GmbH,	17.10.2025
[110]	1.4 "Endzustand", Dr. Pecher GmbH,	24.11.2025
[111]	2.1 "Längsschnitt Gleisquerung", Dr. Pecher GmbH,	23.01.2025
[112]	2.2 "Längsschnitt gleisparallele Strecke", Dr. Pecher GmbH,	23.01.2025
[113]	4.9 "Bauwerksplan Schachtbauwerk 44934", Dr. Pecher GmbH,	23.01.2026
[114]	Längsschnitt Startgrube 44934, Dr. Pecher GmbH,	10.12.2025
[115]	4.10 "Bauwerksplan Schachtbauwerk 42225", Dr. Pecher GmbH,	23.01.2026
[116]	4.11 "Bauwerksplan Schachtbauwerk 10763", Dr. Pecher GmbH,	07.01.2026
[117]	"Stützwand", Dr. Pecher GmbH,	10.09.2025

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: V-8

Kapitel / Vorgang: V - Vorbemerkungen
V06 Planungsgrundlagen

Archiv-Nr.

Vermesser

[V101] Bestandsplan Hauptsammler Ost 351-23 UTM, 12.12.2025

Baugrundgutachten

[G101] Geotechnischer Bericht Teil 1, ICP Ingenieure GmbH, 31.08.2025

[G102] Mitteilung Kennwerte, ICP Ingenieure GmbH, 31.07.2025

[G103] Geotechnischer Bericht Teil 2, ICP Ingenieure GmbH, 12.11.2025

Dokumentation Hauptsammler West

[G201] LOS II - Stollenvortrieb des Hauptsammler West 11.01.2000
Projektgemeinschaft Hauptsammler West
Dr. Friedrich W. Hug Geoconsult GmbH /
Prof. Dr. Ing. Menzenbach + Partners Consulting Engineers GmbH
Niederhöchstädter Str. 71, 61476 Kronberg

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: V-9

Kapitel / Vorgang: V - Vorbemerkungen
V06 Planungsgrundlagen

Archiv-Nr.

Pos. V07

Vorschriften / Literatur

Allgemeine Vorschriften

[R101_xxx] **Eisenbahnspezifische Technische Baubestimmungen (EiTB)**
Ausgabe 2025/1
Herausgeber Eisenbahn-Bundesamt

[R102] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten - ZTV-ING, August 2025, Bundesministerium für Verkehr

Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbau

in [R101_xxx]

Anlage Ei A 1.2.2/4

A 1.2.3

A 1.2.3.1

Bauliche Anlagen im Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbau
Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
DIN EN 1992-1-1:2011-01
DIN EN 1992-1-1/A1:2015-03
DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04
DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 Anlagen A 1.2.3/1 und A 1.2.3/2

Beton, Stahlbeton und Spannbeton
DIN EN 206-1:2001-07
DIN EN 206-1/A1:2004-10
DIN EN 206-1/A2:2005-09
DIN EN 206-9:2010-09

DIN 1045-2:2008-08

Anlage A 1.2.3/4

Anlage Ei A 1.2.3/2

Ausführung von Tragwerken aus Beton
DIN 1045-3:2012-03
DIN 1045-3 Ber. 1:2013-07
DIN EN 13670:2011-03

Anlage A 1.2.3/4

Erd- und Grundbau

[R103] Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" (EAB), 5. Aufl.

[R104] Empfehlungen des Arbeitskreises "Pfähle" (EA Pfähle), 2. Aufl.

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
V-10

Kapitel / Vorgang: V - Vorbemerkungen
V07 Vorschriften / Literatur

Archiv-Nr.

in [R101_xxx]

A 1.2.2 Bauliche Anlagen im Erd- und Grundbau
A 1.2.2.1 Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
Allgemeine Regeln DIN EN 1997-1:2009-09
DIN EN 1997-1/NA:2010-12 Anlage A 1.2.2/1

Anlage Ei A 1.2.2/1 Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erdbau- und Grundbau
DIN 1054:2021-04 Anlage A 1.2.2/1

Anlage Ei A 1.2.2/2

A 1.2.2.2 Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Bohrpfähle
DIN EN 1536:2010-12
DIN SPEC 18140:2012-02 Anlage Ei A 1.2.2/3

A 1.2.2.3 Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Verdrängungspfähle
DIN EN 12699:2001-05
DIN EN 12699 Ber. 1:2010-11
DIN SPEC 18538:2012-02 Anlage A 1.2.2/2

A 1.2.2.4 Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude
DIN 4123:2013-04

A 1.2.2.5 Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Verpressanker
DIN EN 1537:2014-07
DIN /TS18537:2021-05 Anlage A 1.2.2/3

A 1.2.2.6 Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Mikropfähle
Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 14199:2012-01, Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle)
DIN EN 14199:2012-01
DIN SPEC 18539:2012-02

A 1.2.2.7 Ausführung von besonderen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Injektionen, Düsenstrahlverfahren
Bemessung von verfestigten Bodenkörpern - hergestellt mit Düsenstrahl-, Deep-Mixing- oder Injektions-Verfahren
DIN EN 12715:2000-10
DIN SPEC 18187:2015-08
DIN EN 12716:2019-03
DIN 4093:2015-11 Anlage A 1.2.2/4

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
V-11

Kapitel / Vorgang: V - Vorbemerkungen
V07 Vorschriften / Literatur

Archiv-Nr.

zusätzlich:

[R301] Handbuch
83601 | Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten

RIL 836 - Version 2.0 Gültig ab 01.05.2025

Herausgeber DB InfraGO AG

darin speziell:

Vortriebsrohre und Inliner

[R302] Richtlinie 836.4501 "Querungen - Grundsätze"

Die DB InfraGO AG hat die Richtlinie 836.4501 „Querungen; Grundsätze“ in einer geänderten Fassung zum 02.01.2025 in Kraft gesetzt.

[R303] Richtlinie 836.4502 "Querungen - Durchlässe und Rohrleitungen"

Ei A 1.2.10.3.5 Statische Berechnung von Vortriebsrohren
Arbeitsblatt DWA-A 161 aus 2014/03, korrigierte Fassung 2021-03

[R401] **Arbeitsblatt DWA-A 161 03/2021**
DWA-A 161 - Statische Berechnung von Vortriebsrohren - März 2014;
Stand: korrigierte Fassung März 2021

DIN EN 12889 Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, März 2000

[R402] **DWA-A 125** Rohrvortrieb und verwandte Verfahren,
korrigierte Fassung September 2020

{R40}3] **DWA-A 127-1** Statische Berechnung von Entwässerungsanlagen – Teil 1:
Grundlagen, korrigierte Fassung Dezember 2024

[R404] **DWA-A 127-10** Statische Berechnung von Entwässerungsanlagen –
Teil 10: Werkstoffkennwerte, September 2020

[R405] **DWA-A 143-2** Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von
Gebäuden - Teil 2: Statische Berechnung zur Sanierung von
Abwasserleitungen und -kanälen mit Lining- und Montageverfahren, Juli 2015

[R406] **DWA-M 143-12** Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von
Gebäuden – Teil 12: Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit
vorgefertigten Profilen – Einzelrohr-Lining, März 2025

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
V-12

Kapitel / Vorgang: V - Vorbemerkungen
V07 Vorschriften / Literatur

Archiv-Nr.

Hinterfüllung (Stützbauwerke)

- [R211] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau **ZTV E-StB 17**
- [R212] Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke **M HifüBau** (2017)

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
V-13

Kapitel / Vorgang: V - Vorbemerkungen
V07 Vorschriften / Literatur

Archiv-Nr.

A - Lastannahmen

Pos. A01**Lasten aus angrenzenden Gebäuden**

Anm.

Es sind keine angrenzenden bestehenden Gebäude vorhanden.

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346**Seite:**
A-2**Kapitel / Vorgang:** A - Lastannahmen
A01 Lasten aus angrenzenden Gebäuden**Archiv-Nr.**

Pos. A02

Lasten aus Straßenverkehr und Saugfahrzeug

Belastung aus Straßen- und Baustellenverkehr

- Gem. EAB [R103] EB 55 wird LKW-Verkehr mit für Straßenverkehr zugelassene Fahrzeugen im Abstand von 1,00 m zur Baugrubenrückseite abgedeckt mit
 $q_k = 10,0 \text{ kN/m}^2$.
- Bei einem geringeren Abstand ist die Flächenlast in einem Streifen von 1,50 m Breite unmittelbar neben der Baugrubenwand wie folgt zu erhöhen, wenn die Aufstandsflächen einen Abstand von wenigstens 0,60 m einhalten,
 $q'_k = 10 \text{ kN/m}^2$
- Der o.g. Mindestabstand ist sicherzustellen.

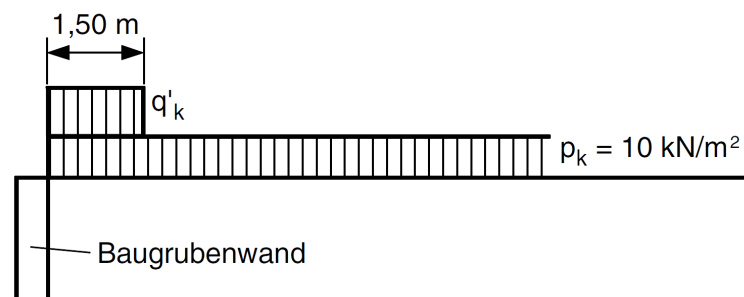
Belastung im Betrieb aus LKW / Saugfahrzeug

- Gem. EAB EB 55 wird LKW-Verkehr mit für Straßenverkehr zugelassene Fahrzeugen (Saugfahrzeug) abgedeckt mit $q_k = 10,0 \text{ kN/m}^2$.
- Die Stützwand erhält ein Geländer (Füllstabgeländer).

Die Absturzsicherung erfolgt durch eine vorgesetzte Leitplanke.

Damit wird ein Abstand des LKWs von 0,60 m sichergestellt.

Entsprechend erfolgt eine zusätzl. Belastung mit $q_k = 10,0 \text{ kN/m}^2$ auf 1,50 m



Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: A-3

Kapitel / Vorgang: A - Lastannahmen
A02 Lasten aus Straßenverkehr und Saugfahrzeug

Archiv-Nr.

Pos. A02.1 **Lasten aus Saugfahrzeug**

Belastung im Betrieb aus LKW / Saugfahrzeug

- Gem. **ZTV-ING - Teil 9 Bauwerke - Abschnitt 5 Becken und Pumpenhäuser aus Beton**

2.4.3.1 Verkehr

(3) Werden keine benachbarten Verkehrsflächen hergestellt, ist mindestens die Last eines Reinigungsfahrzeugs auf der Hinterfüllung zu berücksichtigen. Zu diesem Zweck sollte mindestens ein üblicher Saug-/ Spülwagen mit 30 t Gesamtgewicht bezogen auf eine Grundfläche von 3 m x 5 m zum Ansatz gebracht werden (von der Lastverteilung gem. DIN EN 1991 darf Gebrauch gemacht werden).

(4) Zusätzlich ist zu überprüfen, ob der Lastansatz von flächendeckenden 10 kN/m² (als ständige Einwirkung gemäß DIN 1054, zu Abschnitt 9.5.1 A(10)) ggf. ungünstigere Bemessungsergebnisse liefert. Der ungünstigste der beiden Lastansätze ist maßgebend.

Anordnung der Flächenlast

- Die Stützwand erhält ein Geländer (Füllstabgeländer).
Die Absturzsicherung erfolgt durch eine vorgesetzte Leitplanke.
Damit wird ein Abstand des LKWs von 0,60 m sichergestellt.
- Dies wird bei der ebenen Berechnung der Stützwand berücksichtigt.
Bei der Ermittlung der Belastung (Lastausbreitung) bleibt dies unberücksichtigt.
- Die Lastausbreitung im Baugrund wird mit 30° angesetzt.
(s. Skizze hinten)

Belastung

$Q_k = 300 \text{ kN}$

$q_o = 300 / (3,00 \cdot 5,00) = 20,0 \text{ kN/m}^2$

$q_u = 300 / 84,00 = 3,6 \text{ kN/m}^2$

Bewertung

Es ist offensichtlich, dass die Belastung nach EAB (vgl. Pos. A01) eine höhere Beanspruchung der Wand ergibt.

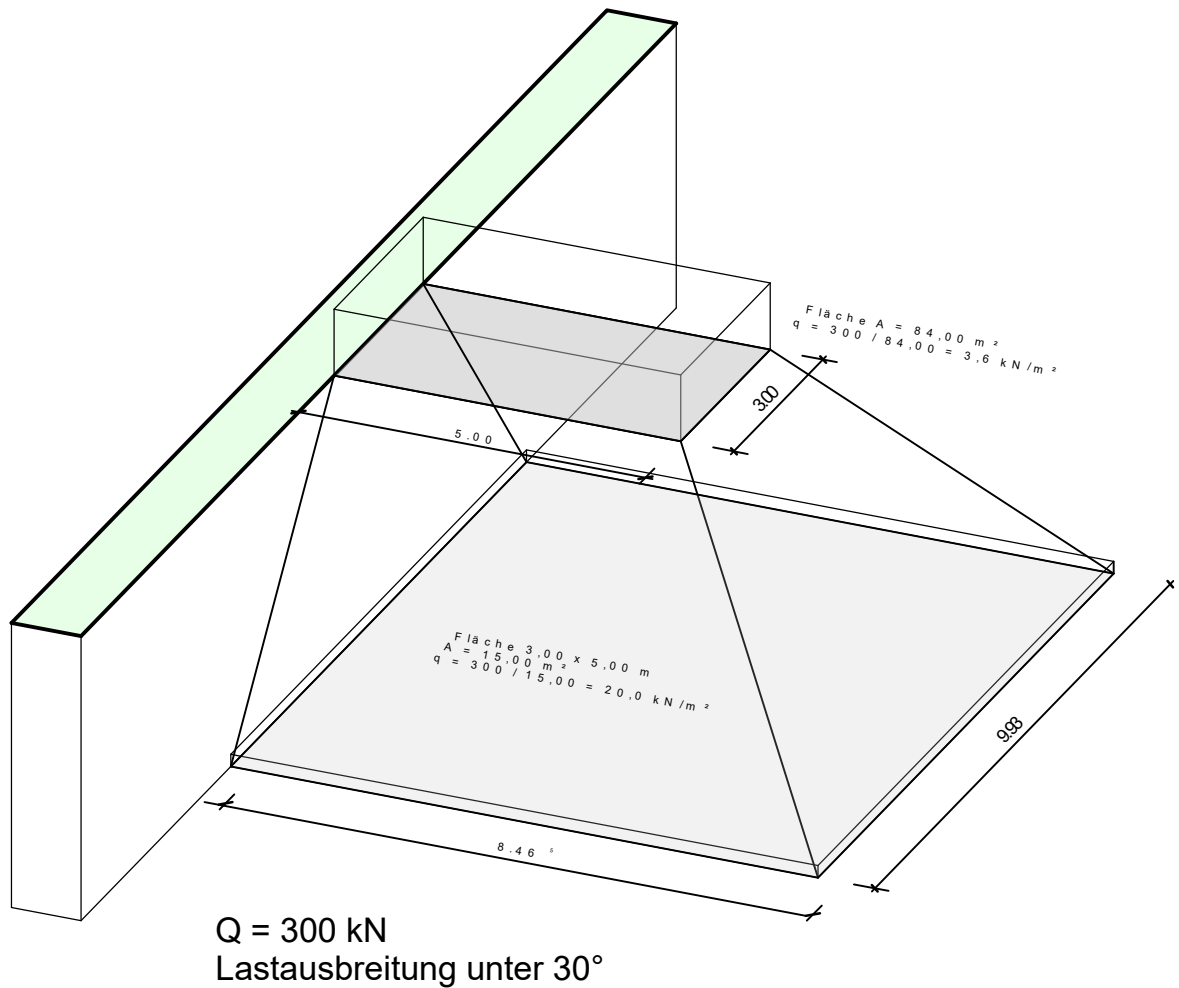
Die Untersuchung der Wand erfolgt daher nur mit Lastansatz nach EAB.

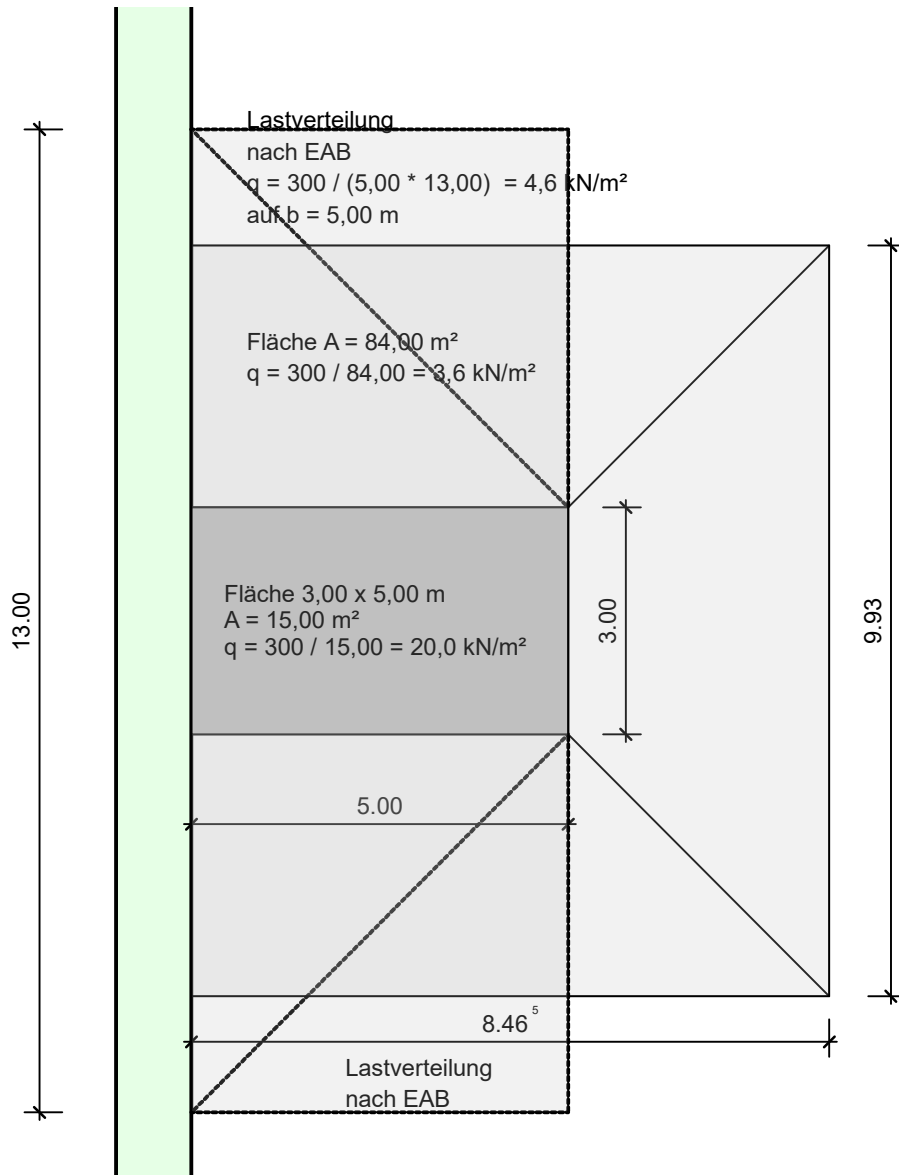
Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: A-4

Kapitel / Vorgang: A - Lastannahmen
A02.1 Lasten aus Saugfahrzeug

Archiv-Nr.




Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: A-6

Kapitel / Vorgang: A - Lastannahmen
A02.1 Lasten aus Saugfahrzeug

Archiv-Nr.

Pos. A03**Lasten aus Baggerbetrieb**

Anm. Lasten aus Bagger am Baugrubenrand sind hier nicht zu berücksichtigen.

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: A-7

Kapitel / Vorgang: A - Lastannahmen
A03 Lasten aus Baggerbetrieb

Archiv-Nr.

Pos. A04**Lasten aus Hebezeug**

Anm. Lasten aus Hebezeug am Baugrubenrand sind hier nicht zu berücksichtigen.

Pos. A05

Belastung aus Bahnbetrieb

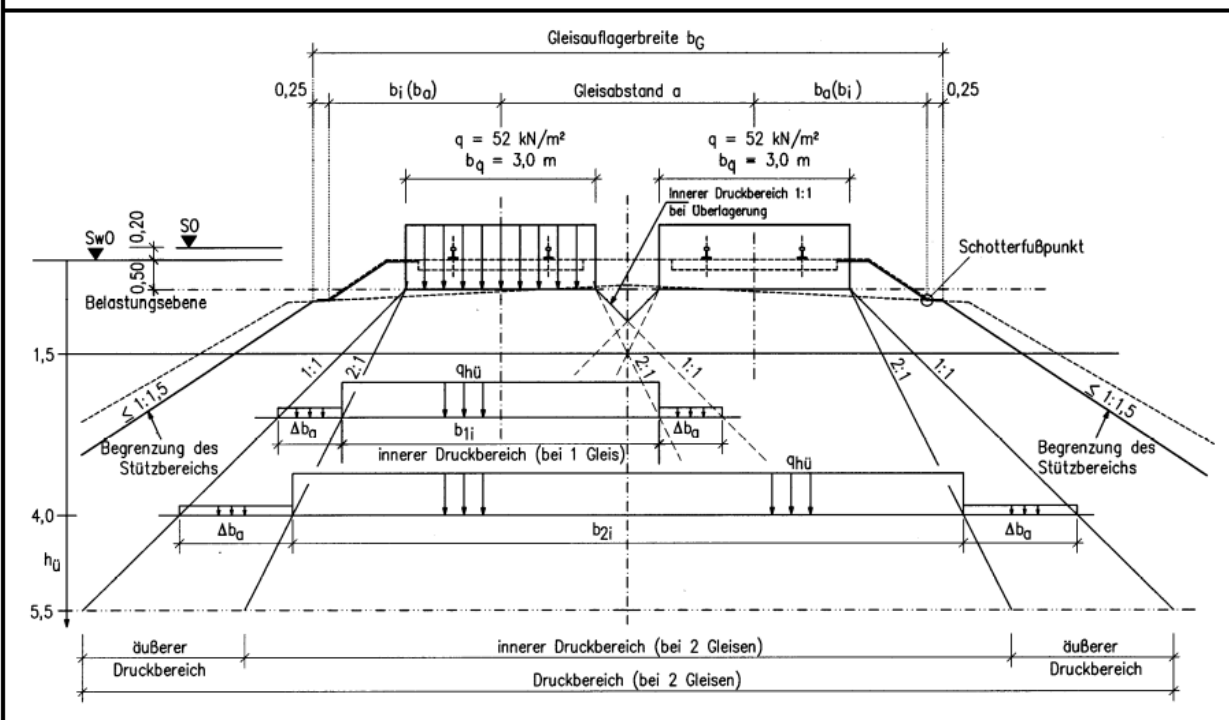
Lasten aus Bahnbetrieb

Für den Lastansatz aus Bahnverkehr werden die Ansätze gem. DB Richtlinie 836.2001 i.V.m. DIN EN 1991-2 gewählt.

Veränderliche Einwirkungen - Ausbreitung der Vertikallasten

Lastmodell gem. DB Richtlinie 836.2001

**Bild 1 Ausbreitung der vertikalen Lasten (charakteristische Werte)
Definitionen Druckbereich und Stützbereich**



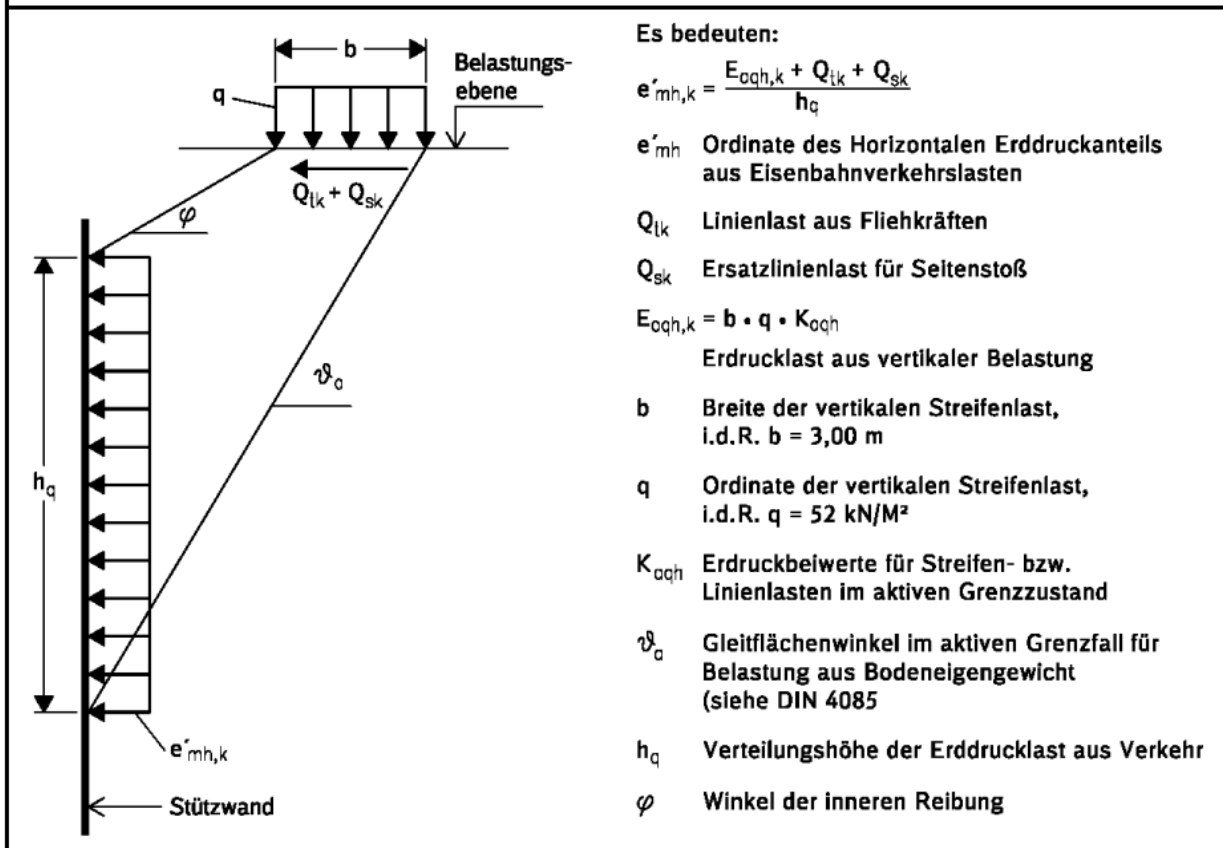
Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepunkt West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: A-9

Kapitel / Vorgang: A - Lastannahmen
A05 Belastung aus Bahnbetrieb

Archiv-Nr.

Bild 2: Erddruck aus Eisenbahnverkehrslasten auf streckenparallel verlaufende Stützwände (Prinzipdarstellung, charakteristische Werte)



Gewählte Lastansätze Vertikallasten

- $q_k = 56 \text{ kN/m}^2$ auf einer Breite von $b = 3,0 \text{ m}$
- Mehr als 2 Gleise: $0,71 \times q_k = 39,8 \text{ kN/m}^2$

Seitenstoß

gem. DIN EN 1991-2, Abs. 6.5.2:

- $Q_{s,k} = 100 \text{ kN}$

Fliehkräfte

- Fliehkräfte werden nicht angesetzt, da sich der Streckenabschnitt unmittelbar vor dem Bahnhof befindet, wenig kurvig trassiert ist und in diesem Bereich keine hohen Geschwindigkeiten gefahren werden (können).

Entgleisung

- Der Lastfall Entgleisung wird in Rücksprache mit Dr. Pecher AG nicht angesetzt.

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
A-10

Kapitel / Vorgang: A - Lastannahmen
A05 Belastung aus Bahnbetrieb

Archiv-Nr.

Pos. A05.1 Lasten aus Bahnbetrieb

Eisenbahnlasten für die Stützwand

- Die generellen Vorgaben sind in Pos. A04 zusammengestellt.
- Für die Stützwand ergibt sich gem. RIL 836.4101A07 / 7 (2) folgendes:
 Last aus Gleis "Aartalbahn" $q = 52,0 \text{ kN/m}^2$ auf $b = 3,00 \text{ m}$
 Last aus Gleis 199 $q = 52,0 \text{ kN/m}^2$ auf $b = 3,00 \text{ m}$
- Seitenstoß $Q = 100 \text{ kN}$ (auf Aartalbahn)
 Abstand zu Rückseite der Stützwand $8,25 \text{ m}$
 Verteilung auf eine Länge von $L = 2 \cdot a + 4,00 = 2 \cdot 8,25 + 4,00 = 20,50 \text{ m}$
 $q_s = 100 / 20,50 = 4,88 < 5,0 \text{ kN/m}$

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: A-11

Kapitel / Vorgang: A - Lastannahmen
A05.1 Lasten aus Bahnbetrieb

Archiv-Nr.

Pos. A06

Sicherung gegen Absturz

Geländer

RE-ING - Teil 4 Stützbauwerke / 11 Absturzsicherung und sonstige Schutzeinrichtungen

11.1 Geländer (1) Auf Stützbauwerken sind Geländer als Absturzsicherung herzustellen. Dabei sind die Mindestabmessungen nach den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING) 6-9 Tabelle 6.9.1 einzuhalten.

Bei Geländern hinter Fahrzeugrückhaltesystemen gilt ZTV-ING 6-9 Nr. 3.3 (7) analog.

- Bei einer Absturzhöhe < 12 m ist ein Geländer mit der Höhe 1,00 m ausreichend.

Gem. Angabe PECHER ist eine Höhe von 1,20 m gefordert.

- Das Geländer kann auf die Wandkrone ($b = 0,40 \text{ m}$) aufgedübelt werden.
- Zur Ausbildung des Geländers wird auf ZTV-ING 6-9 bzw. die entsprechenden Richtzeichnungen (RIZ-ING) des Bundesministeriums für Verkehr verwiesen.
- Holmlast auf das Geländer

Der charakteristische Wert der Horizontalkraft auf Geländer von Dienstgehwegen ist mit $0,8 \text{ kN/m}$ der Teilsicherheitsbeiwert zu $= 1,5$ anzunehmen. ^{sup, Q_Y}

Die Holmlast ist für die Bemessung der Stützwand nicht wesentlich und wird bei den weiteren Betrachtungen außer Acht gelassen.

Rückhalteeinrichtung

- Aufgrund des Rangierbetriebes ist eine Rückhalteeinrichtung erforderlich.
- Vor den Kopf der Stützwand, d.h. vor dem Geländer ist eine Rückhalteeinrichtung (Leitplanke) anzuordnen. Das Rückhaltesystem wird im Erdreich in ausreichendem Abstand vom Geländer / Wandkopf angeordnet.
- Das Rückhaltesystem sollte den Anforderungen des Bundesministeriums für Verkehr genügen.
- Lasten aus Rückhalteeinrichtung werden bei der folgenden Betrachtung außer Acht gelassen, dies wird durch den Ansatz des Seitenstoßes für die Eisenbahnlasten (s. hinten) kompensiert.

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: 12

Kapitel / Vorgang:
A06 Sicherung gegen Absturz

Archiv-Nr.

B - Material und Baugrund

Pos. B01

Beton und Betonstahl

Beton

Bodenplatte, Stützwand

Druckfestigkeitsklasse C30/37

Expositionsklassen XC4 XD1 XF2 WA $r \leq 0,3$

Wechselnd nass und trocken (frei bewittert) XC4

Sprühnebelbereich, mäßige Feuchte XD1

Frost, Sprühnebelbereich XF2

Alkalizufuhr WA

Festigkeitsentwicklung langsam $r \leq 0,3$

Betondeckung gem. DIN EN 1992-2/NA

Tabelle 4.3.1DE — Mindestmaß und Nennmaß der Betondeckung von Betonstahl für Brücken und andere Ingenieurbauwerke an Verkehrswegen

Bauteil	$c_{\min, \text{dur}}$ mm	c_{nom} mm
Überbau	40	45
Kappen und dergleichen bei Straßenbrücken		
- nicht betonberührte Flächen	40	50
- betonberührte Flächen	20	25
Kappen und dergleichen bei Eisenbahnbrücken		
- nicht betonberührte Flächen	30	35
- betonberührte Flächen	20	25
Unterbauten und dergleichen		
- nicht erdberührte Flächen	40	45
- erdberührte Flächen	50	55

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: B-2

Kapitel / Vorgang: B - Material und Baugrund
B01 Beton und Betonstahl

Archiv-Nr.

Betonstahl

- B500B nach DIN 488-1:2009-08

Rissbreite

- Beschränkung der Rissbreite auf $w_k = 0,20 \text{ mm}$

Pos. B02

Baugrund - allgemein im Baufeld

Baugrundgutachten

[G101]	Geotechnischer Bericht Teil 1, ICP Ingenieure GmbH,	31.08.2025
[G102]	Mitteilung Kennwerte, ICP Ingenieure GmbH,	31.07.2025
[G103]	Geotechnischer Bericht Teil 2, ICP Ingenieure GmbH,	12.11.2025

Untergrundverhältnisse

- Bei fast allen Bohrungen wurden in den ersten Metern ab Geländeoberkante Auffüllungen aufgeschlossen, die sowohl bindigen Bodengruppen als auch nichtbindigen Bodengruppen zugeordnet werden können.

Die Auffüllungen weisen gemäß der Baugrundaufschlüsse sehr unterschiedliche Mächtigkeiten auf.
- Unterhalb dieser Auffüllungen wurden in Teilbereichen Schluffe/Lösslehme bis 7,50 m uGOK aufgeschlossen. Diese sind den Bodengruppen TL und TM nach DIN 18196 zuzuordnen (also leicht plastische Tone und mittelpastische Tone)

Diese werden im Bereich Hauptsammler Ost in weicher bis steifer Konsistenz aufgeschlossen.

Die Tone im Bereich Hauptsammler West wurden in mind. steifer Konsistenz aufgeschlossen. (Dies betrifft die von Verheyen - Ingenieure zu bearbeitenden Baugruben.)
- Die mächtigsten aufgeschlossenen Schichten setzen sich aus den tertiären Hydrobienschichten zusammen. Diese wurden teilweise unterhalb der Auffüllungen bzw. unterhalb der Terrassenablagerungen in unterschiedlichen Mächtigkeiten bis zu den jeweiligen Endteufen der Bohrungen aufgeschlossen. Im Bereich der Kernbohrungen KB12 bis KB15 wurden diese Tone bis in die Tiefen zwischen 5,00 m -7,00 m uGOK aufgeschlossen.
- In diese tonigen Schichten sind regionalgeologisch bedingt Kalksteinbänke eingeschaltet, die unterschiedliche Mächtigkeiten aufweisen. Im Bereich der Kalksteinbänke in größerer Mächtigkeit liegen diese mit immer wiederkehrender Wechsellagerung aus bindigem Material vor. Zum Teil kam es zu großen Spülwasserverlusten (siehe Anlage 4), die auf Klüfte rückschließen lassen.

Anm. Die Spülverluste können aber auch anders als Klüfte auch als zwischengelagerte Tonschichten interpretiert werden.

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: B-4

Kapitel / Vorgang: B - Material und Baugrund
B02 Baugrund - allgemein im Baufeld

Archiv-Nr.

Ansatz für die erdstatischen Berechnungen

- Da sowohl die Auffüllungen mit sehr unterschiedlicher Mächtigkeit vorliegen und auch die unterlagernden Wechsellagerungen aus Ton und Kalksteinbänken vermutlich zu sich kleinräumig ändernden Verhältnissen führen, können die Kernbohrungen nur bedingt "streng" bei der Betrachtung des zugeordneten Bauwerks herangezogen werden. Insbesondere können die Kalkstein-einlagerungen nicht sicher als durchgehende Schicht interpretiert werden, sondern eher als punktuelle Einlagerung.
- Um die Eigenschaften des Baugrundes aus statischer Sicht nicht zu überschätzen, wird daher eine einheitlichen Tonschicht über die gesamte Höhe unterhalb der angegebenen Schluffschicht (ab -6,0 m) angesetzt.

Hydrologische Verhältnisse, Grundwasser

- Für den Bereich der Schächte rund um die Bohrungen KB3, KB4 und KB 5 mit ca. 104,50 m üNN
- Im Bereich KB1, KB6, KB7 und KB8 bei ca.102,50 m üNN
- Ab der Bohrung KB10 bis zum Ende der Trasse KB17 bei ca. 99,00 m üNN

Bereich (Kernbohrungen)	Schächte	Annahme Bemessungswasserstand
KB 3, KB 4, KB 5,	3848	ca. 104,50 m ü.NN
	44933	
	3846	
KB 1, KB 3, KB 7, KB 8	10763	ca. 102,50 m ü.NN
	44932	
	44929	
	44930	
KB 10 - KB 17	42225	ca. 99,0 m ü.NN
	44927	
	44934	
	44928	

- Für den Nachweis der Baugruben wird teilweise ein bauzeitlicher Bemessungs-wasserstand angegeben. Dieser beträgt im Bereich des Schachtes 10763 ca. 101,6 m ü NN.

Bohrpfofil KB 12

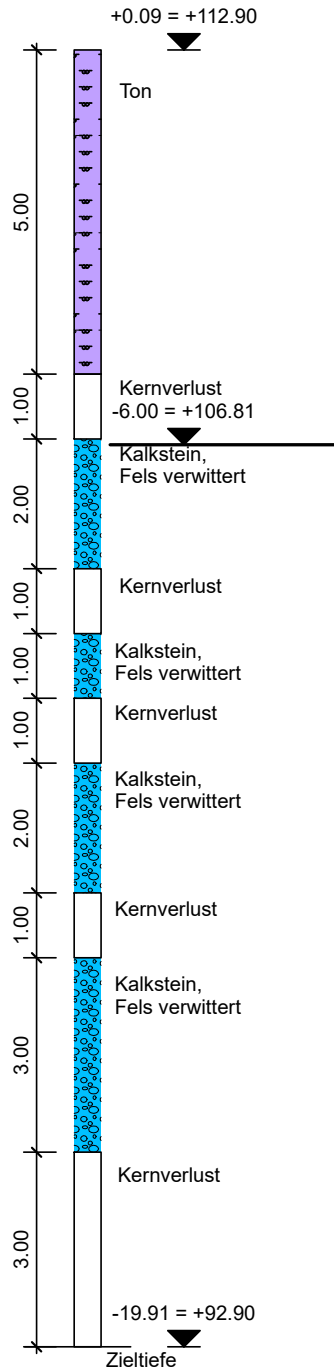
Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: B-7

Kapitel / Vorgang: B - Material und Baugrund
B03 Am Bauwerk vorliegende Verhältnisse

Archiv-Nr.

KB 12



Auswertung Bohrpfofil

Bauteil:	WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand) MA-250346	Seite:	B-8
Kapitel / Vorgang:	B - Material und Baugrund B03 Am Bauwerk vorliegende Verhältnisse	Archiv-Nr.	

Bodenkennwerte gem. [G101], Anlage 4.6,

- / -	-	Auffüllung [GU] Kies-Schluff Gemisch	$\gamma_k = 20,0 \text{ kN/m}^3$ $\phi'_k = 32,5^\circ$ $\delta = 32,5^\circ$	$\gamma'_k = 10,0 \text{ kN/m}^3$ $c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$ $k_f = 10^{-4} \text{ m/s}$
		Mantelreibung / Spitzendruck	$q_{b,k} = 1,5 \text{ MN/m}^2$	$q_{s,k} = 0,1 \text{ MN/m}^2$
- / -	-	Schluff [TU]	$\gamma_k = 20,5 \text{ kN/m}^3$ $\phi'_k = 27,5^\circ$ $\delta = 27,5^\circ$	$\gamma'_k = 10,5 \text{ kN/m}^3$ $c'_k = 2 \text{ kN/m}^2$ $k_f = 10^{-7} \text{ m/s}$
		Mantelreibung / Spitzendruck	$q_{b,k} = 0,5 \text{ MN/m}^2$	$q_{s,k} = 0,03 \text{ MN/m}^2$
3,00 - 6,00 m	-	Ton [TL] Ton, leicht plastisch	$\gamma_k = 21,0 \text{ kN/m}^3$ $\phi'_k = 27,5^\circ$ $\delta = 27,5^\circ$	$\gamma'_k = 11,0 \text{ kN/m}^3$ $c'_k = 5 \text{ kN/m}^2$ $k_f = 10^{-7} \text{ m/s}$
		Mantelreibung / Spitzendruck	$q_{b,k} = 0,5 \text{ MN/m}^2$	$q_{s,k} = 0,03 \text{ MN/m}^2$
- / -	-	Ton [TL, TM] mittelplastisch	$\gamma_k = 20,5 \text{ kN/m}^3$ $\phi'_k = 22,5^\circ$ $\delta = 22,5^\circ$	$\gamma'_k = 10,5 \text{ kN/m}^3$ $c'_k = 10 \text{ kN/m}^2$ $k_f = 10^{-8} \text{ m/s}$
		Mantelreibung / Spitzendruck	$q_{b,k} = 1,0 \text{ MN/m}^2$	$q_{s,k} = 0,7 \text{ MN/m}^2$
ab 6,00 m		Kalkstein, Fels, verwittert		

Angesetzte Bodenkenwerte - Untergrund

- Unterhalb -6,00 m unter GOK / Bohransatzpunkt wurde nur noch wechselnd Fels, verwittert, wechselnd mit "Kernverlust" erbohrt.
- "Kernverlust" wird hier mit Ton gleichgesetzt, da angenommen wird, dass die Kalksteinbänke stark variieren und daher nicht als Grundlage der Berechnung dienen können.
- Unterhalb der Sohle der Wlnkestützwand wird daher in der Berechnung einheitlich angesetzt:
- Ton [TL, TM]
mittelplastisch
Mantelreibung / Spitzendruck

$\gamma_k = 20,5 \text{ kN/m}^3$ $\phi'_k = 22,5^\circ$ $\delta = 22,5^\circ$	$\gamma'_k = 10,5 \text{ kN/m}^3$ $c'_k = 10 \text{ kN/m}^2$ $k_f = 10^{-8} \text{ m/s}$
$q_{b,k} = 1,0 \text{ MN/m}^2$	$q_{s,k} = 0,7 \text{ MN/m}^2$

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: B-9

Kapitel / Vorgang: B - Material und Baugrund
B03 Am Bauwerk vorliegende Verhältnisse

Archiv-Nr.

Einbau verbesserter Aushubmassen

Wichte $\gamma_c / \gamma' = 21,0 / 11,0 \text{ kN/m}^3$

Reibungswinkel $\varphi' = 32,5^\circ$ (Ersatzreibungswinkel)

Ansatz für die Berechnung

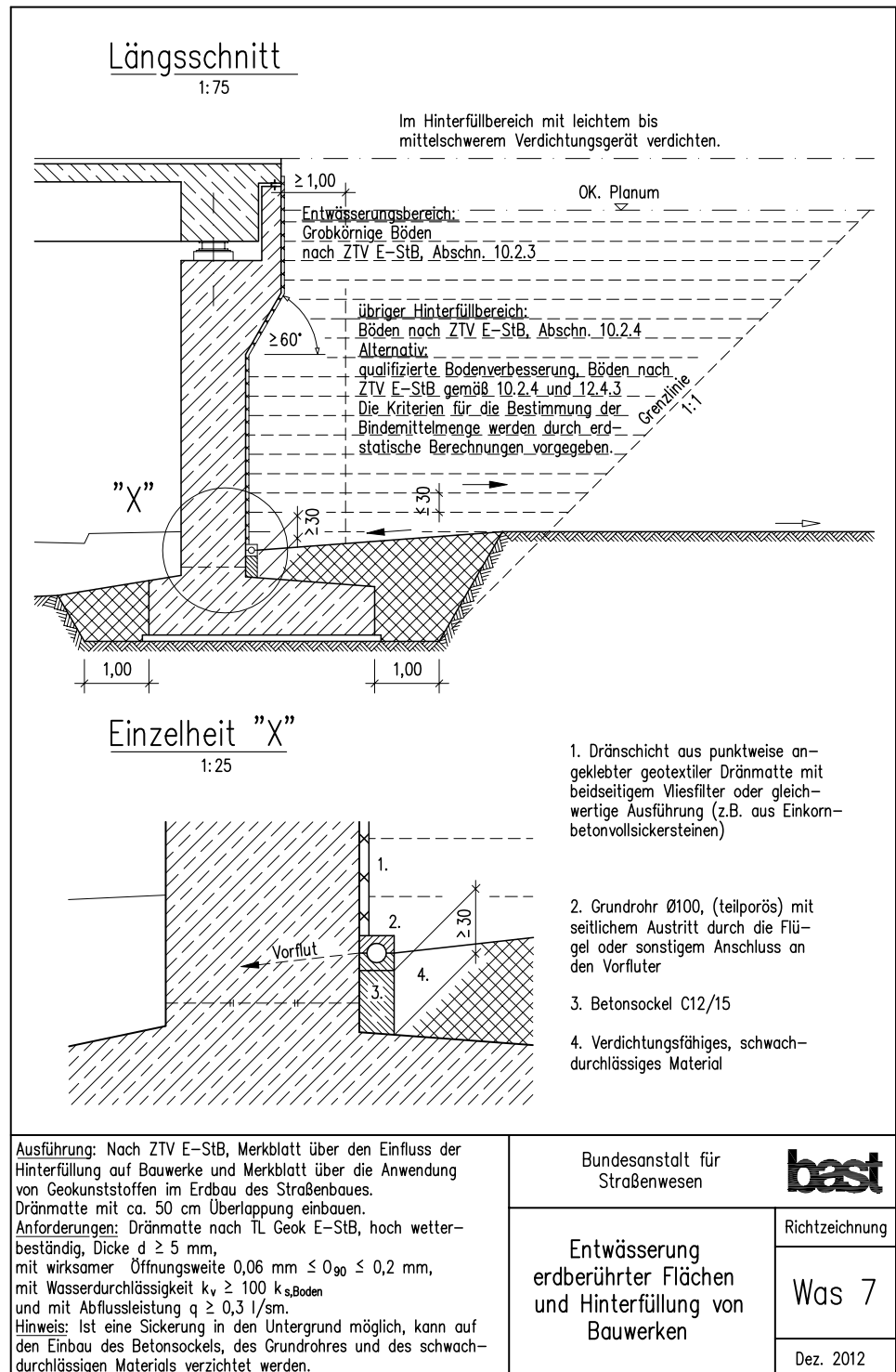
- Für die Berechnung der Stützwand wird die Hinterfüllung mit den o.g. Werten für den angenommenen Einbau der entsprechend konditionierten Aushubmassen angesetzt:

Wichte $\gamma_c / \gamma' = 21,0 / 11,0 \text{ kN/m}^3$

Reibungswinkel $\varphi' = 32,5^\circ$ (Ersatzreibungswinkel)

Pos. B05

Hinweise zur Hinterfüllung gem. WAS 7


Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: B-13

Kapitel / Vorgang: B - Material und Baugrund
B05 Hinweise zur Hinterfüllung gem. WAS 7

Archiv-Nr.

C - Hinweise zur Berechnung

Pos. C04

Erddruck

Erddruckansatz im Bahnbereich gem. RIL 836.4301

- (3) Stützkonstruktionen zur Sicherung des Unterbaus von Eisenbahngleisen für dauerhafte Zwecke sind so auszubilden, dass keine unzulässigen Verformungen der Gleisanlagen auftreten.
Massive Stützbauwerke für Dauerzwecke sind in der Regel als verformungsarme Stützkonstruktionen auszubilden und mit erhöhtem aktiven Erddruck mit mind. 50 %-Erdruhedruckanteil nach DIN 4085 zu bemessen.

Bei konstruktiv als weitgehend unverschieblich ausgebildeten Wänden wie Widerlagerwänden kann der Ansatz des Erdruhedrucks erforderlich werden.

Ansatz für Standsicherheitsnachweise im Normalbereich

- wg. Eisenbahnlasten: $0,50 E_a + 0,50 E_0$

Ansatz für Standsicherheitsnachweise im Eckbereich / Flügelwände

- wg. unverschiebl. Ausbildung: $1,00 E_0$

Pos. V02x

Lastannahmen

Im Folgenden werden die Lastannahmen, die auf die Winkelstützwand wirken, erläutert.

Der Erddruck ergibt sich aus den in den Vorbemerkungen genannten Tonschichten:

Auffüllung (0 - 1 m):	$\gamma_k = 20,5 \text{ kN/m}^3$	$\gamma'_k = 10,5 \text{ kN/m}^3$
	$\varphi'_k = 27,5^\circ$	$c'_k = 2 \text{ kN/m}^2$
Schluff (2,24 - 3,54 m):	$\gamma_k = 19,5 \text{ kN/m}^3$	$\gamma'_k = 9,5 \text{ kN/m}^3$
	$\varphi'_k = 22,5^\circ$	$c'_k = 5 \text{ kN/m}^2$
Sand/Kies (ab 3,54 m):	$\gamma_k = 20,5 \text{ kN/m}^3$	$\gamma'_k = 10,5 \text{ kN/m}^3$
	$\varphi'_k = 22,5^\circ$	$c'_k = 10 \text{ kN/m}^2$

Es werden Lasten aus der nahe liegenden Bahn und des Saugfahrzeugs angesetzt:

Bahnlasten: $q = 56 \text{ kN/m}^2$

Seitenstoß Bahn: $Q_{s,k} = 100 \text{ kN}$

Saugfahrzeug: 3-achsig 30t = 300 kN

Pos. V03x

Erddruck

Erddruckansatz

- **Erddrucktheorie nach Culmann**
- Im Einflussbereich der Bahngleise (in Betrieb):

$$25 \% * E_a + 75 \% * E_0$$
- Außerhalb des Einflussbereiches der Bahn (Böschung und Hundeschule):

$$75 \% * E_a + 25 \% * E_0$$
- **Bestandskanal:** $50 \% * E_a + 50 \% * E_0$

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: C-4

Kapitel / Vorgang: C - Hinweise zur Berechnung
V03x Erddruck

Archiv-Nr.

D - Nachweise

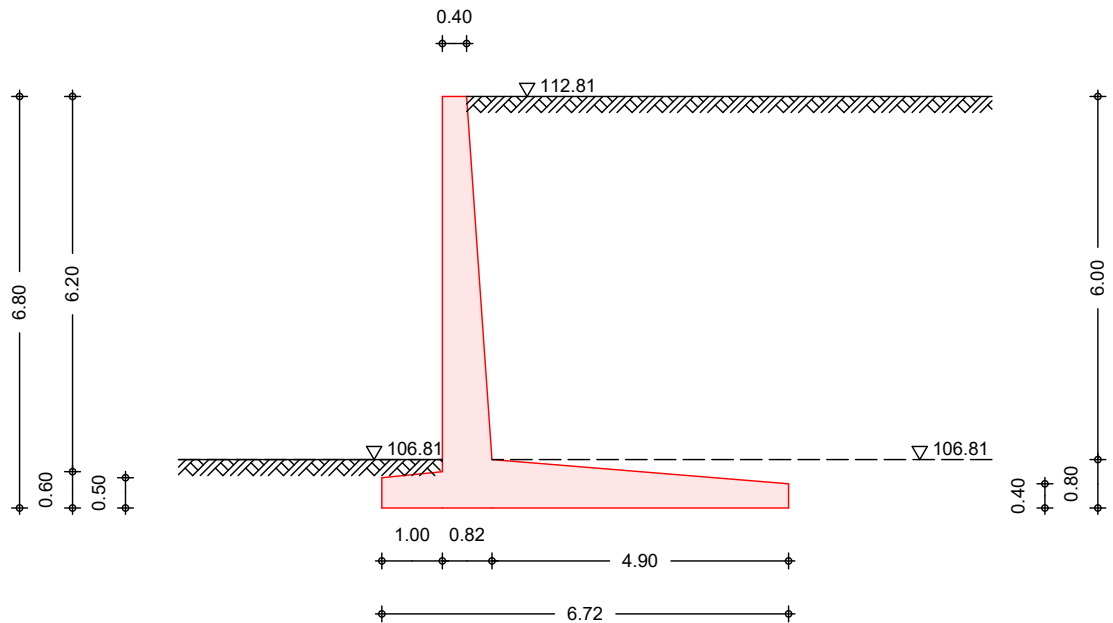
Pos. D01

Winkelstützwand - Normalbereich

- Bemerkungen**
- Hier erfolgt der Nachweis der Wand im Mittelereich.
 - Der Erddruck wird auf die geneigte Ersatzfläche angesetzt.
 - Um den Einfluss der zus. Nutzlast aus Saugfahrzeug nicht zu unterschätzen (Lastanteile innerhalb des Bereiches Wand / Gleitfläche werden bei diesem Ansatz nicht berücksichtigt), wird die Last um 1,26 m verschoben.
 - Die Lasten aus Einsenbahnbetrieb (q , q_H) werden abweichend von der Darstellung gem. Pos. A02 (ungünstig) dreieckförmig angesetzt.

System

M 1:125



Geometrie

Wandschenkel	$h[m]$	$d_o[m]$	$\alpha_{luft}[^\circ]$	$\alpha_{erd}[^\circ]$
	6.00	0.40	0.00	4.00
Sporne	$l[m]$	$h_a[m]$	$h_e[m]$	
lufts.	1.00	0.60	0.50	
erds.	4.90	0.80	0.40	

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-2

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D01 Winkelstützwand - Normalbereich

Archiv-Nr.

Gelände ebene Geländeoberfläche
Abstand OK Gelände-Wandkopf $Z_{\text{luft}} = 6.00 \text{ m}$
 $Z_{\text{erd}} = 0.00 \text{ m}$

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 [°]
	6.0	21.0	11.0	32.5	-	-	0.0	0.0	0.0
	999.0	20.5	10.5	22.5	10.0	-	15.0	-15.0	0.0

Expositionsklassen WA, XA1, XC4, XD1 und XF2

Einwirkungen Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12

Gk Eigenlasten
Ständige Einwirkungen

Qk.N Nutzlasten
Kategorie A - Wohn- und Aufenthaltsräume f_w

Gk.E.A # Erddruck
Ständiger Erddruck

Gk.H.S # Wasserstand ständig
Ständiger Wasserdruck
Die Einwirkung wurde automatisch generiert.

Belastungen

Eigengewicht	EW	Anteil	γ [kN/m ³]	G [kN/m]
Gk		Gesamtlast Wand	25.00	195.11
Gk		Sporn luftseitig	25.00	13.75
Gk		Sporn erdseitig	25.00	73.50
Gk		Wandschenkel	25.00	91.47
Gk		Bodenkeil erdseitig	20.98	422.05
Gk		Bodenkeil luftseitig	20.50	5.13

Grundwasser	EW	Art	h_{Luft} [m]	h_{Erd} [m]
Gk.H.S		ständiges Grundwasser	13.81	13.81

Blocklasten	Nr.	EW	a_h [m]	s [m]	l_e [m]	q [kN/m ²]
	1	Qk.N	0.00	8.00	0.00	10.00
	(a) 2	Qk.N	1.50	1.50	0.00	10.00
	(b) 3	Qk.N	8.00	3.00	0.00	52.00
	(c) 4	Qk.N	12.50	3.00	0.00	52.00

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

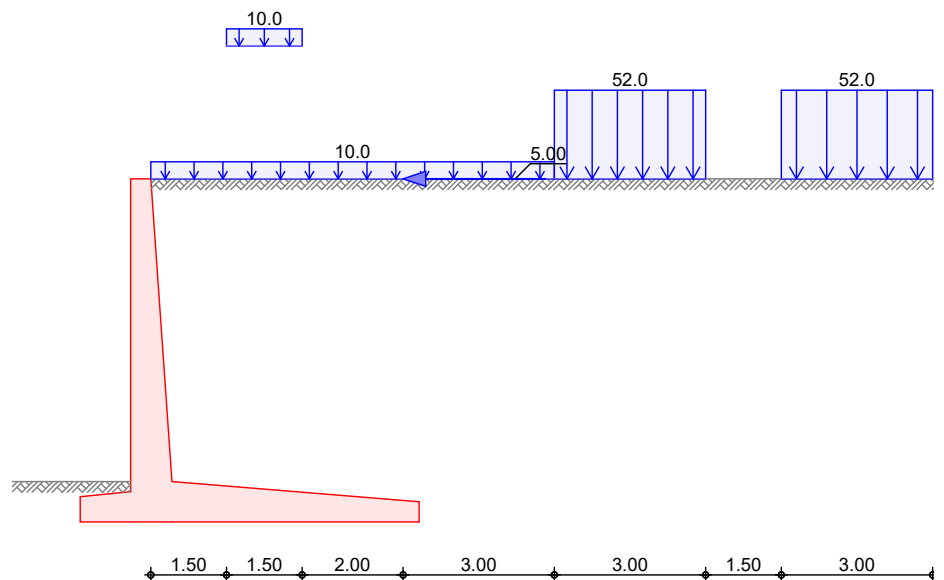
Seite: D-3

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D01 Winkelstützwand - Normalbereich

Archiv-Nr.

(a)	Nutzlast aus Starßenfahrzeug 0.60 m vom Rand	10.0 =	10.00	kN/m ²
(b)	Ahrtalbahn	52.0 =	52.00	kN/m ²
(c)	Gleis 199	52.0 =	52.00	kN/m ²
Horizontale Linienlasten	Nr. EW		a _h [m]	q [kN/m]
(a) 1	Qk.N		5.00	5.00
(a)	Seitenstoß	5.0 =	5.00	kN/m

Grafik Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)
Einwirkung Qk.N



Erddruck Berechnung nach DIN 4085:2017-08
Standicherheit

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-4

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D01 Winkelstützwand - Normalbereich

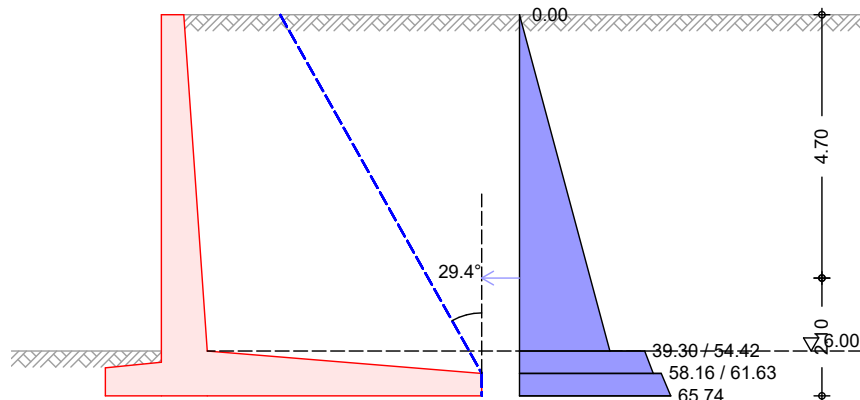
Archiv-Nr.

EW Gk.E.A

erhöhter aktiver Erddruck aus Bodeneigengewicht und Kohäsion
Erddruckermittlung für nicht ebene Wandflächen

Mittlerer Reibungswinkel	φ =	31.29	°
Gleitflächenwinkel	ϑ_{ag} =	60.64	°
Winkel Gegengleitfl.-Vertikale	α_{max} =	29.36	°
Schnitt Gegengleitfl.-Gelände	z =	0.00	m
Anteil aktiver Erddruck	μ =	0.50	-
Grundwasser	z_{gw} =	13.81	m

M 1:135


Resultierende
Erddruckspannungen

z [m]	$\Sigma e'_{ah}$ [kN/m ²]	K_{min} [-]	e_{min} [kN/m ²]	$\Sigma e'_{ah}$ [kN/m ²]
0.00	0.00	-	-	0.00
6.00	39.30	-	-	39.30
6.00	54.42	0.214	27.01	54.42
6.40	58.16	0.214	28.77	58.16
6.40	61.63	0.179	23.97	61.63
6.80	65.74	0.179	25.43	65.74

erhöhte aktive Erddruckkraft

E'_{ah} =	165.88	kN/m
E'_{av} =	252.39	kN/m
z_s =	4.70	m

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-5

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D01 Winkelstützwand - Normalbereich

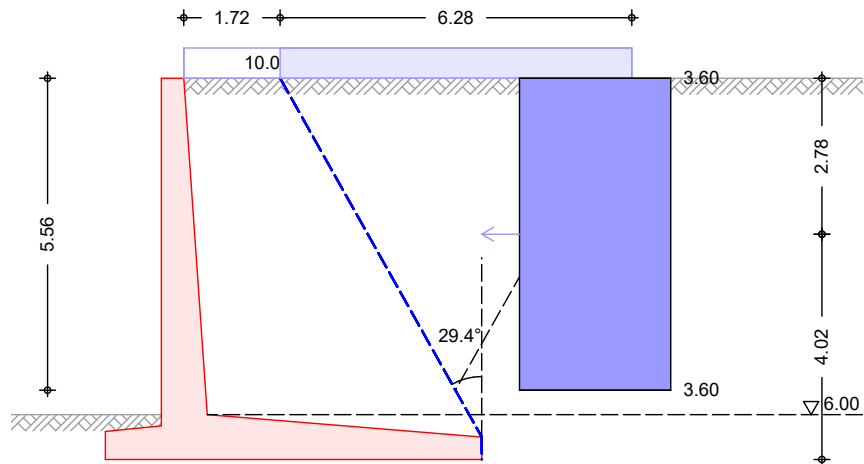
Archiv-Nr.

EW Qk.N

erhöhter aktiver Erddruck aus Blocklast (Nr. 1)
Lastordinate

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

M 1:135



φ [°]	ϑ [°]	$z\varphi$ [m]	$z\vartheta$ [m]	K_{aVh} [-]	$e_{aph,o}$ [kN/m²]	$e_{aph,u}$ [kN/m²]
30.29	60.48	0.00	5.56	0.319	3.60	3.60

erhöhte aktive Erddruckkraft

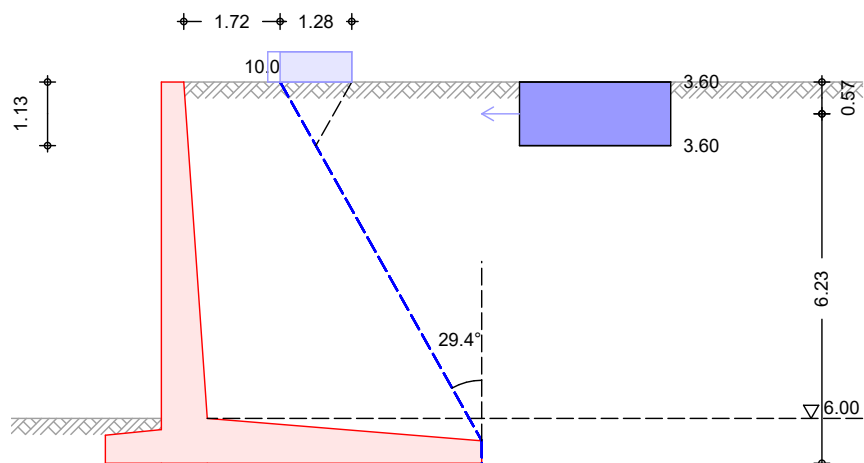
 $E'_{ah} = 20.05 \text{ kN/m}$
 $E'_{av} = 29.96 \text{ kN/m}$
 $z_s = 2.78 \text{ m}$

EW Qk.N

erhöhter aktiver Erddruck aus Blocklast (Nr. 2)
Lastordinate

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

M 1:135


Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-6

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D01 Winkelstützwand - Normalbereich

Archiv-Nr.

φ [°]	ϑ [°]	$z\varphi$ [m]	$z\vartheta$ [m]	K_{aVh} [-]	$e_{aph,o}$ [kN/m ²]	$e_{aph,u}$ [kN/m ²]
30.29	60.48	0.00	1.13	0.319	3.60	3.60

erhöhte aktive Erddruckkraft

$$\begin{aligned} E'_{ah} &= 4.09 \text{ kN/m} \\ E'_{av} &= 6.11 \text{ kN/m} \\ z_S &= 0.57 \text{ m} \end{aligned}$$

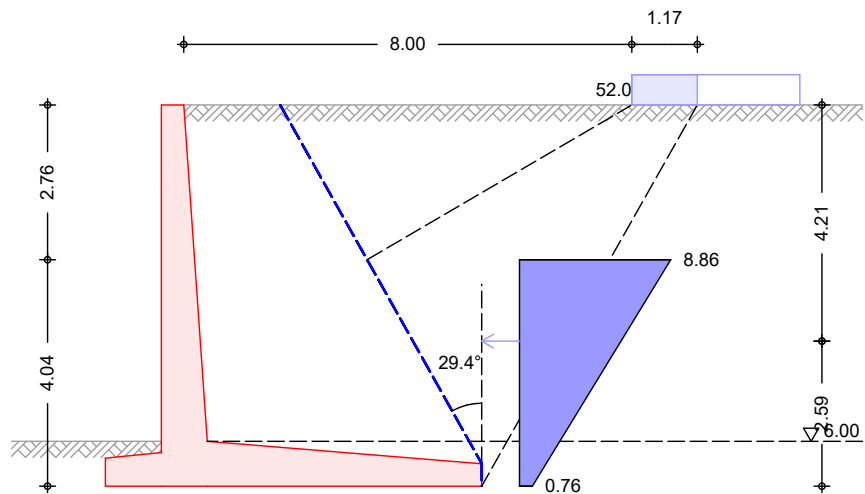
EW Qk.N

erhöhter aktiver Erddruck aus Blocklast (Nr. 3)

Lastordinate

$$ve = 52.00 \text{ kN/m}^2$$

M 1:135



φ [°]	ϑ [°]	$z\varphi$ [m]	$z\vartheta$ [m]	K_{aVh} [-]	$e_{aph,o}$ [kN/m ²]	$e_{aph,u}$ [kN/m ²]
30.29	60.48	2.76	6.80	0.319	8.86	0.76

erhöhte aktive Erddruckkraft

$$\begin{aligned} E'_{ah} &= 19.42 \text{ kN/m} \\ E'_{av} &= 29.02 \text{ kN/m} \\ z_S &= 4.21 \text{ m} \end{aligned}$$

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-7

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D01 Winkelstützwand - Normalbereich

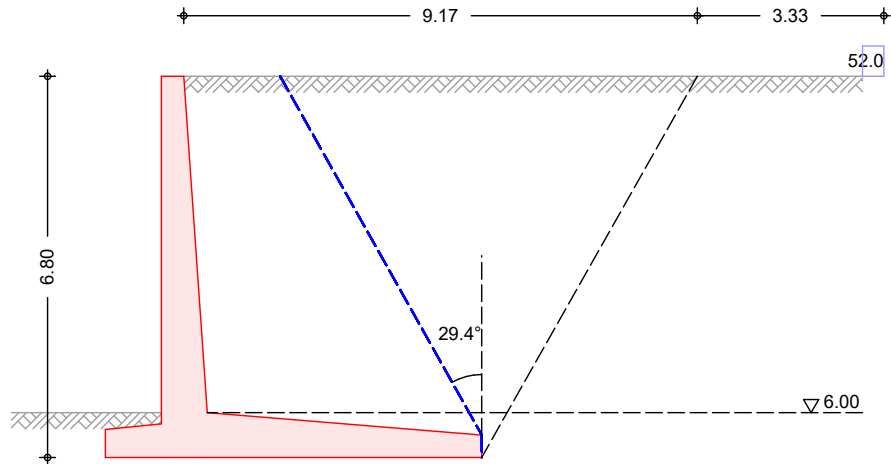
Archiv-Nr.

EW Qk.N

erhöhter aktiver Erddruck aus Blocklast (Nr. 4)
Lastordinate

 $v_e = 52.00 \text{ kN/m}^2$

M 1:135



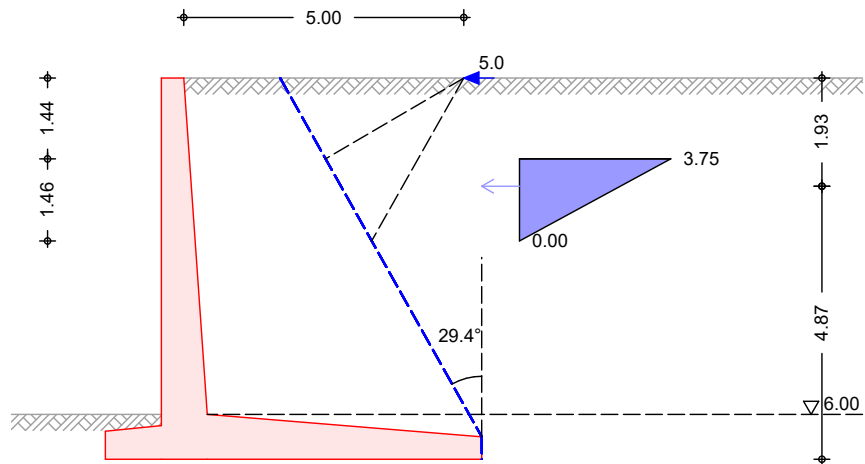
Last verursacht keinen Erddruck auf die Wand

EW Qk.N

erhöhter aktiver Erddruck aus Horiz. Linienlast (Nr. 1)
Lastordinate

 $H_e = 5.00 \text{ kN/m}$

M 1:135



φ [°]	ϑ [°]	$z\varphi$ [m]	$z\vartheta$ [m]	K_{aHh} [-]	$e_{aph,o}$ [kN/m²]	$e_{aph,u}$ [kN/m²]
30.29	60.48	1.44	2.91	0.549	3.75	0.00

erhöhte aktive Erddruckkraft

 $E'_{ah} = 2.74 \text{ kN/m}$
 $E'_{av} = 4.10 \text{ kN/m}$
 $z_s = 1.93 \text{ m}$
Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-8

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D01 Winkelstützwand - Normalbereich

Archiv-Nr.

Bemessung
EW Gk.E.A

erhöhter aktiver Erddruck aus Bodeneigengewicht und Kohäsion

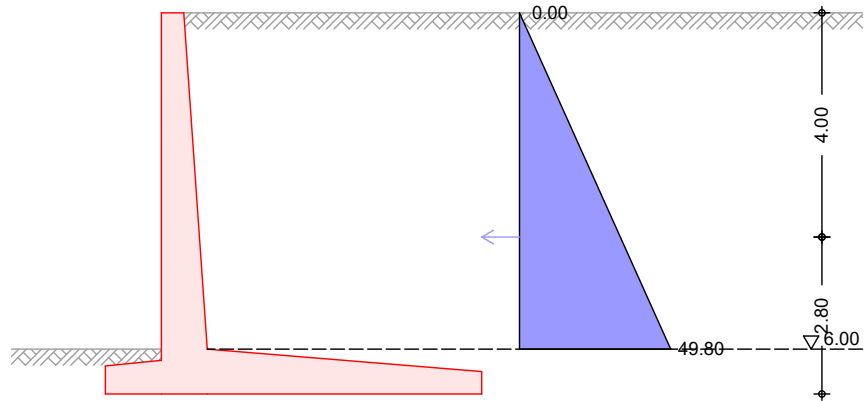
Anteil aktiver Erddruck

 $\mu = 0.50$ -

Grundwasser

 $z_{gw} = 13.81$ m

M 1:135


Resultierende
Erddruckspannungen

z [m]	$\Sigma e'_{ah}$ [kN/m²]	K_{min} [-]	e_{min} [kN/m²]	$\Sigma e'_{ah}$ [kN/m²]
0.00	0.00	-	-	0.00
6.00	49.80	-	-	49.80

erhöhte aktive Erddruckkraft

 $E'_{ah} = 149.41$ kN/m

 $E'_{av} = 10.45$ kN/m

 $z_s = 4.00$ m

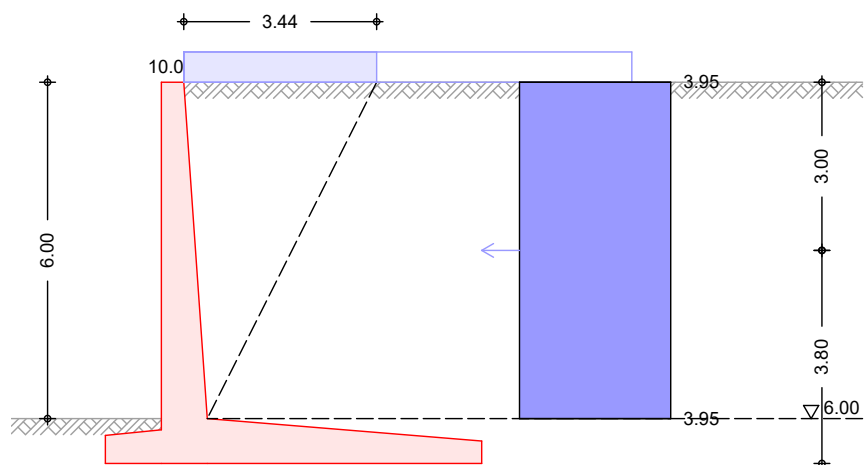
EW Qk.N

erhöhter aktiver Erddruck aus Blocklast (Nr. 1)

Lastordinate

 $ve = 10.00$ kN/m²

M 1:135


Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-9

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D01 Winkelstützwand - Normalbereich

Archiv-Nr.

φ [°]	ϑ [°]	$z\varphi$ [m]	$z\vartheta$ [m]	K_{aph} [-]	$e_{aph,o}$ [kN/m ²]	$e_{aph,u}$ [kN/m ²]
32.50	63.25	0.00	6.00	0.395	3.95	3.95

erhöhte aktive Erddruckkraft

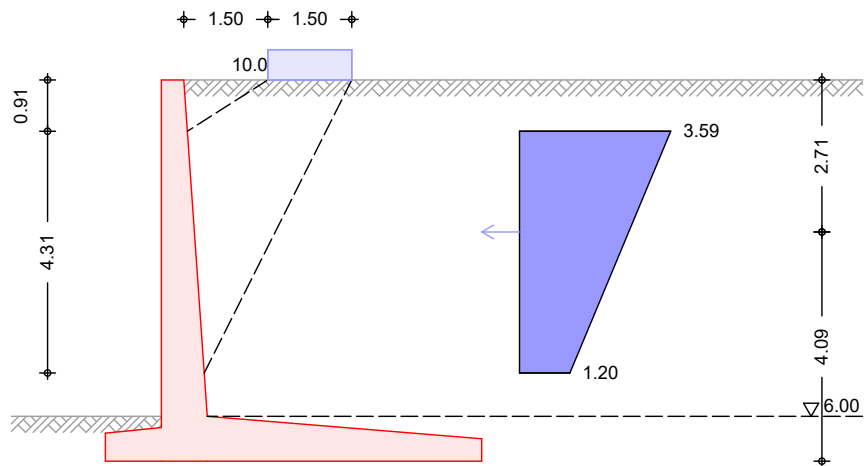
$$\begin{aligned} E'_{ah} &= 23.72 \text{ kN/m} \\ E'_{av} &= 1.66 \text{ kN/m} \\ z_S &= 3.00 \text{ m} \end{aligned}$$

EW Qk.N

 erhöhter aktiver Erddruck aus Blocklast (Nr. 2)
Lastordinate

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

M 1:135



φ [°]	ϑ [°]	$z\varphi$ [m]	$z\vartheta$ [m]	K_{aVh} [-]	$e_{aph,o}$ [kN/m ²]	$e_{aph,u}$ [kN/m ²]
32.50	63.25	0.91	5.23	0.689	3.59	1.20

erhöhte aktive Erddruckkraft

$$\begin{aligned} E'_{ah} &= 10.33 \text{ kN/m} \\ E'_{av} &= 0.72 \text{ kN/m} \\ z_S &= 2.71 \text{ m} \end{aligned}$$

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-10

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D01 Winkelstützwand - Normalbereich

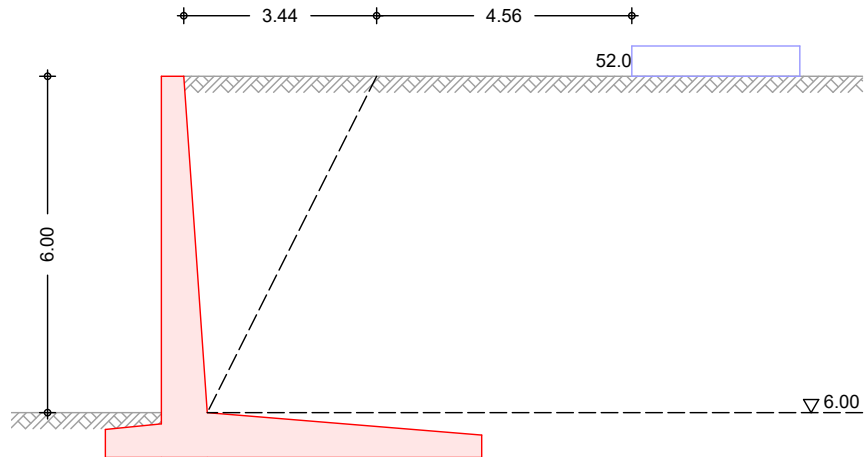
Archiv-Nr.

EW Qk.N

erhöhter aktiver Erddruck aus Blocklast (Nr. 3)
Lastordinate

 $ve = 52.00 \text{ kN/m}^2$

M 1:135



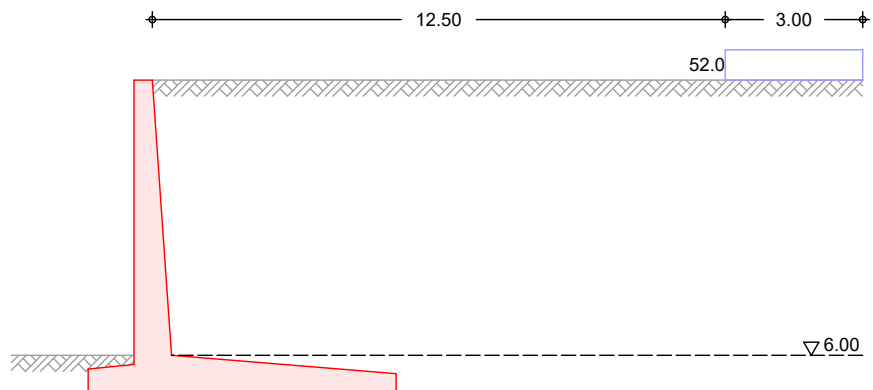
Last verursacht keinen Erddruck auf die Wand

EW Qk.N

erhöhter aktiver Erddruck aus Blocklast (Nr. 4)
Lastordinate

 $ve = 52.00 \text{ kN/m}^2$

M 1:165



Last verursacht keinen Erddruck auf die Wand

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-11

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D01 Winkelstützwand - Normalbereich

Archiv-Nr.

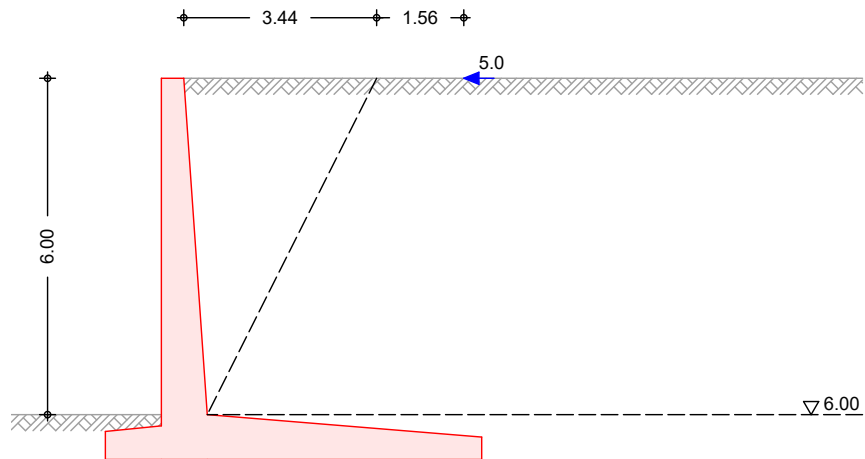
EW Qk.N

erhöhter aktiver Erddruck aus Horiz. Linienlast (Nr. 1)

Lastordinate

 $H_e = 5.00 \text{ kN/m}$

M 1:135



Last verursacht keinen Erddruck auf die Wand

Wasserdruck

EW Gk.H.S

Wasserdruck bei ständigem Grundwasser

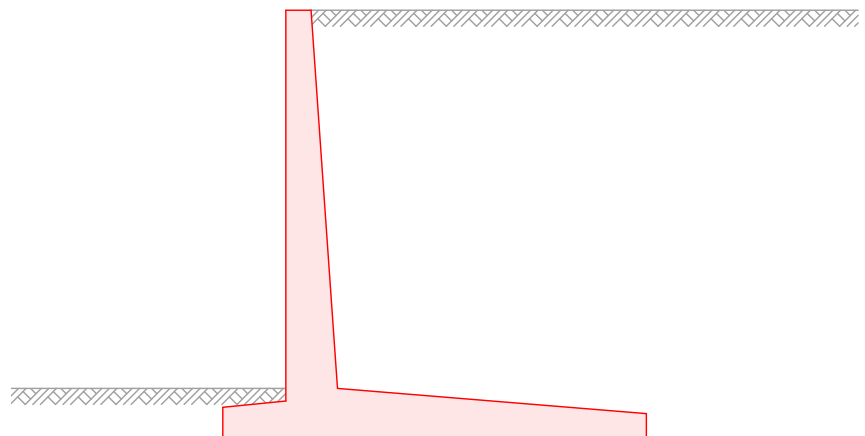
Grundwasser luftseitig

 $Z_{gw} = 13.81 \text{ m}$

Grundwasser erdseitig

 $Z_{gw} = 13.81 \text{ m}$

M 1:120



Wasserdruckkräfte	$W_{h,Luft}$ [kN/m]	$W_{h,Erd}$ [kN/m]	$W_{v,Sporn,Luft}$ [kN/m]	$W_{v,Sporn,Erd}$ [kN/m]	$W_{v,Sohle}$ [kN/m]
Standsicherheit	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bemessung	0.00	0.00	-	-	-

Char. Schnittgrößen

Standsicherheit	EW	Hinweis	H_{Ek} [kN/m]	V_{Ek} [kN/m]	M_{Ek} [kNm/m]
	Gk	lufts.	0.00	5.13	-14.83
	Gk	erds.	0.00	617.16	-180.76
	Qk.N	erds.	46.31	69.18	-64.23
	Gk.E.A		165.88	252.39	198.74

Bemessung (GZT) Kein Ansatz des Erdwiderstands

Wandschenkel	z [m]	EW	N_{Ek} [kN/m]	V_{Ek} [kN/m]	M_{Ek} [kNm/m]
	2.00	Gk	46.99	0.00	-1.56
		Qk.N	1.61	22.96	-19.47
		Gk.E.A	2.32	33.20	-21.62
	4.00	Gk	53.99	0.00	-3.45
		Qk.N	1.70	24.25	-45.65
		Gk.E.A	4.64	66.41	-87.39
	6.00	Gk	91.47	0.00	-8.49
		Qk.N	2.38	34.05	-104.66
		Gk.E.A	10.45	149.41	-296.00

Sporn erdseitig

Anteile aus Standsicherheit

EW	Hinweis	N_{Ek} [kN/m]	V_{Ek} [kN/m]	M_{Ek} [kNm/m]
Gk	erds.	0.00	495.55	840.43
Qk.N	erds.	46.31	88.58	71.04
Gk.E.A		165.88	252.39	653.84

Anteile aus Bemessung

EW	Hinweis	N_{Ek} [kN/m]	V_{Ek} [kN/m]	M_{Ek} [kNm/m]
Qk.N	erds.	34.05	2.38	-119.25
Gk.E.A		149.41	10.45	-360.05

Sporn luftseitig

Anteile aus Standsicherheit

EW	Hinweis	N_{Ek} [kN/m]	V_{Ek} [kN/m]	M_{Ek} [kNm/m]
Gk	lufts.	0.00	18.88	-9.40

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-13

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D01 Winkelstützwand - Normalbereich

Archiv-Nr.

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1997-1
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Standsicherheit

	Ek	$\Sigma (\gamma^* \psi^* E W)$		
GZ EQU, BS-P	7	1.10*Gk +0.90*Gk.H.S	+1.50*Qk.N	+0.90*Gk.E.A
GZ GEO-2, BS-P	17	1.35*Gk +1.35*Gk.H.S	+1.50*Qk.N	+1.27*Gk.E.A
GZ GEO-2, BS-P: Gleiten	29	1.00*Gk +1.00*Gk.H.S	+1.50*Qk.N	+1.35*Gk.E.A
GZ GEO-3, BS-P	35	1.00*Gk +1.00*Gk.H.S	+1.30*Qk.N	+1.00*Gk.E.A
GZ SLS	37	1.00*Gk +1.00*Gk.H.S	+1.00*Qk.N	+1.00*Gk.E.A
	38	1.00*Gk	+1.00*Gk.E.A	+1.00*Gk.H.S

Bemessung (GZT)

	Ek	$\Sigma (\gamma^* \psi^* E W)$		
GZ STR, BS-P	39	1.35*Gk +1.35*Gk.H.S	+1.50*Qk.N	+1.35*Gk.E.A
	47	1.00*Gk +1.35*Gk.H.S	+1.50*Qk.N	+1.35*Gk.E.A
	52	1.00*Gk	+1.00*Gk.E.A	+1.35*Gk.H.S

Bem.-schnittgrößen

Standsicherheit

GZ EQU: Nachweis der Kippsicherheit

Ek	H_{Ed} [kN/m]	V_{Ed} [kN/m]	M_{Ed} [kNm/m]
7	218.76	1015.43	-132.62

GZ GEO-2: Nachweis der Grundbruchsicherheit

Ek	H_{Ed} [kN/m]	V_{Ed} [kN/m]	M_{Ed} [kNm/m]
17	280.96	1265.65	-106.99

GZ GEO-2: Gleitnachweis Boden-Bauteil

Ek	H_{Ed} [kN/m]	V_{Ed} [kN/m]	M_{Ed} [kNm/m]
29	293.40	1066.78	-23.63

GZ SLS: Nachweis der 1. Kernweite

Ek	H_{Ed} [kN/m]	V_{Ed} [kN/m]	M_{Ed} [kNm/m]
38	165.88	874.68	3.16

GZ SLS: Nachweis der 2. Kernweite

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-14

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D01 Winkelstützwand - Normalbereich

Archiv-Nr.

**Bemessung (GZT)
Wandschenkel**

Ek	H _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
37	212.19	943.86	-61.07

GZ GEO-2: Nachweis Sohldruck

Ek	H _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
17	280.96	1265.65	-106.99

z [m]	Ek	N _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
2.00	39	68.98	79.26	-60.49
	47	52.53	79.26	-59.95
	52	49.31	33.20	-23.18

z [m]	Ek	N _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
4.00	39	81.69	126.03	-191.12
	47	62.80	126.03	-189.91
	52	58.63	66.41	-90.84

z [m]	Ek	N _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
6.00	39	141.16	252.77	-568.06
	47	109.14	252.77	-565.08

Sporn luftseitig

Ek	Anteil	N _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
39	Standicherheit	0.00	25.48	-12.69
	Sohldruck	46.74	209.26	-91.01
	Resultierende	-46.74	-183.77	78.32
52	Standicherheit	0.00	18.88	-9.40
	Sohldruck	24.62	129.81	-57.51
	Resultierende	-24.62	-110.94	48.11

Sporn erdseitig

Ek	Anteil	N _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
39	Standicherheit	293.40	1142.59	2123.81
	Erddruck Bemessung Wand	252.77	17.68	-664.94
	Sohldruck	209.16	936.51	2330.96
	Resultierende	-168.54	188.40	457.79
47	Standicherheit	293.40	969.15	1829.66
	Erddruck Bemessung Wand	252.77	17.68	-664.94
	Sohldruck	211.44	789.76	1998.88
	Resultierende	-170.82	161.71	495.73

Material

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

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-15

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D01 Winkelstützwand - Normalbereich

Archiv-Nr.

Material

Material	f_{ck} [N/mm ²]	f_y [N/mm ²]	E [N/mm ²]
C 30/37	30.0	-	33000
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
 XF2 Mäßige Wassersättigung mit
 Taumittel oder Meerwasser
 XA1 Chemisch schwach
 angreifende Umgebung
 WA Häufig oder längere Zeit
 feuchter Beton mit Alkalizufuhr von
 außen

Sporn

umlaufend

 XC4 wechselnd nass und trocken
 XD1 mäßige Feuchte
 XF2 Mäßige Wassersättigung mit
 Taumittel oder Meerwasser
 XA1 Chemisch schwach
 angreifende Umgebung
 WA Häufig oder längere Zeit
 feuchter Beton mit Alkalizufuhr von
 außen

Bewehrungsanordnung
Achsabstände, Betondeckungen

Bezug

 c_{min}
[mm]

 Δc_{dev}
[mm]

 c_{nom}
[mm]

 c_v
[mm]

 d'
[mm]

Wand

luftseitig

40

15

55

55

71

erdseitig

40

15

55

55

75

Sporn

oben

40

15

55

55

73

unten

40

15

55

55

69

**** FEHLER ****

Der gewählte Beton deckt nicht die Forderungen der maßgebenden Expositionsklasse hinsichtlich des Schutzes gegen Bewehrungskorrosion oder Betonangriff ab.

Standicherheit

 Standsicherheitsnachweise nach DIN EN 1997-1:2014-03
 ständige Situationen

Kippen

nach DIN 1054:2010-12, GZ EQU

Ek	M_{Ed} [kNm/m]	V_{Ed} [kN/m]	e/b [-]	zul e/b [-]	η [-]
7	-132.62	1015.43	-0.019	1/2	0.04

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
 MA-250346

Seite:
 D-16

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
 D01 Winkelstützwand - Normalbereich

Archiv-Nr.

Geländebruch

nach DIN 1054 (12/10), A 11.1.1
Lamellenverfahren mit kreisförmiger Gleitlinie

Anzahl untersuchter Gleitkreise	n =	193	-
maßgeb. Gleitkreismittelpunkt	x =	-0.50	m
	z =	4.00	m
Halbmesser	r =	12.27	m

TS-Beiwerte

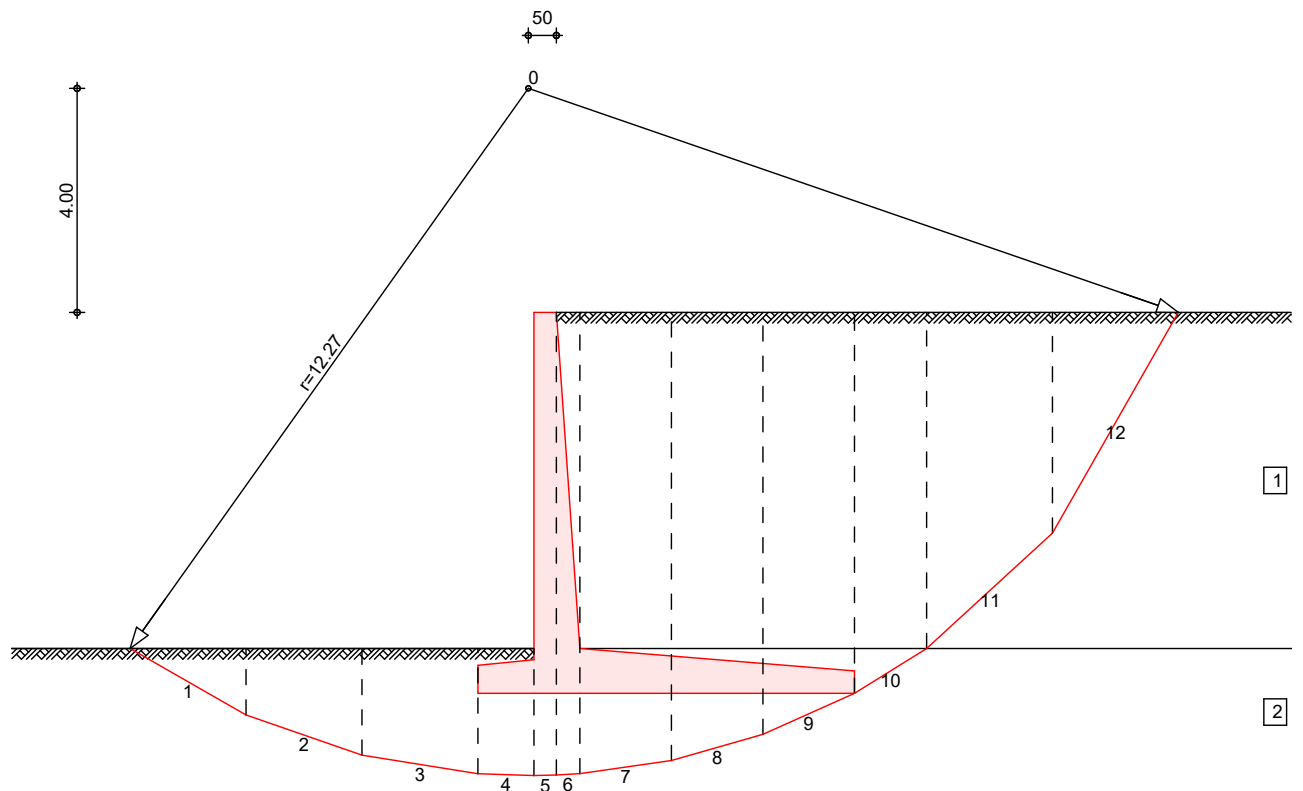
Maßgebende Kombination (GZ GEO-3)

Ek 35

ständige Einwirkungen	$\gamma_G =$	1.00	-
veränderliche Einwirkungen	$\gamma_Q =$	1.30	-
Reibungsbeiwert des Bodens	$\gamma_\varphi =$	1.25	-
Kohäsion des Bodens	$\gamma_c =$	1.25	-

maßgeb. Gleitkreis
M 1:135

mit größter Ausnutzung


Lamellenwerte

Nr.	x [m]	z [m]	b [m]	θ [°]	φ_d [°]	C_d [kN/m²]
1	-6.57	-6.59	2.07	-29.8	18.3	8.0
2	-4.50	-7.54	2.07	-19.1	18.3	8.0
3	-2.43	-8.07	2.07	-9.1	18.3	8.0
4	-0.90	-8.25	1.00	-1.9	18.3	8.0
5	-0.20	-8.26	0.40	1.4	18.3	8.0

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-18

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D01 Winkelstützwand - Normalbereich

Archiv-Nr.

Nr.	x [m]	z [m]	b [m]	θ [°]	φ_d [°]	C_d [kN/m ²]
6	0.21	-8.25	0.42	3.3	18.3	8.0
7	1.24	-8.12	1.63	8.2	18.3	8.0
8	2.87	-7.77	1.63	16.0	18.3	8.0
9	4.50	-7.17	1.63	24.1	18.3	8.0
10	5.96	-6.40	1.29	31.9	18.3	8.0
11	7.73	-4.97	2.25	42.5	27.0	0.0
12	9.98	-1.97	2.25	60.3	27.0	0.0

Lasten Tangentialkräfte	Nr.	G_d [kN/m]	$P_{v,d}$ [kN/m]	$(G+P) \cdot \sin \theta$ [kN/m]	T [kN/m]
	1	25.15	0.00	-12.51	33.75
	2	65.52	0.00	-21.47	44.54
	3	87.77	0.00	-13.89	48.24
	4	48.63	0.00	-1.59	24.33
	5	80.00	0.00	1.96	29.53
	6	78.73	0.00	4.56	29.05
	7	282.12	0.00	40.02	103.75
	8	269.49	0.00	74.20	99.06
	9	248.54	21.23	110.31	100.49
	10	172.75	16.73	100.02	74.01
	11	234.35	75.73	209.63	156.62
	12	92.89	145.19	206.84	143.61
	Σ			698.07	887.00

Momente aus Einwirkungen	infolge Eigen- und Auflasten	$M(G_i) = 8564.02$ kNm/m
	infolge Horizontallasten	$M(F_h) = 26.00$ kNm/m
		$E_M = 8590.02$ kNm/m

Momente aus Widerständen	infolge Tangentialkräfte	$M(T_i) = 10881.84$ kNm/m
		$R_M = 10881.84$ kNm/m

Ausnutzung $\eta = 8590.02 / 10881.84 = 0.79 \leq 1.0$

1. Kernweite

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ SLS

E_k	M_{Ed} [kNm/m]	V_{Ed} [kN/m]	e/b [-]	zul e/b [-]	η [-]
38	3.16	874.68	0.001	1/3 *	0.00

*: nach FGSV Merkblatt über Stützkonstruktionen, 8.4.4 Außermittigkeit

2. Kernweite

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ SLS

E_k	M_{Ed} [kNm/m]	V_{Ed} [kN/m]	e/b [-]	zul e/b [-]	η [-]
37	-61.07	943.86	-0.010	1/3	0.03

Mittlerer Sohldruck nach DIN 1054:2010-12

Ek	M _k	V _k	e	b'	V _d	σ _{E,d}	σ _{R,d}	η
	[kNm/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]
17	-61.1	943.9	-0.06	6.59	1266	192.05	200.00	0.96

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 [cm²/m]	a _{s,min} [cm²/m]
	2.00	lufts.	39	-60.49	-68.98	-	-
			39	-60.49	-68.98		-
		erds.	47	-59.95	-52.53	2.17	
			52	-23.18	-49.31		6.31
	4.00	lufts.	39	-191.12	-81.69	-	-
			39	-191.12	-81.69		-
		erds.	47	-189.91	-62.80	6.19	
			52	-90.84	-58.63		7.75
	6.00	lufts.	39	-568.06	-141.16	-	-
			39	-568.06	-141.16		-
		erds.	47	-565.08	-109.14	15.78	
			52	-304.50	-101.91		8.99

Sporn luftseitig

	Seite	Ek	M _{Ed} [kNm/m]	N _{Ed} [kN/m]	a _s [cm²/m]	a _{s,min} [cm²/m]
unten	43		78.18	-39.18	2.78	
	52		48.11	-24.62		7.10

Sporn erdseitig

	Seite	Ek	M _{Ed} [kNm/m]	N _{Ed} [kN/m]	a _s [cm²/m]	a _{s,min} [cm²/m]
oben	47		495.73	170.82	17.23	
	47		495.73	170.82		10.38

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} [cm²/m²]
	2.00	47	18.43	79.26	197.71	1483.54	-
	4.00	47	18.43	126.03	233.95	2018.48	-
	6.00	47	18.43	252.77	243.40	2553.42	5.57M

Sporn luftseitig	Ek	θ [°]	V _{Ed} [kN/m]	V _{Rd,c} [kN/m]	V _{Rd,max} [kN/m]	a _{sw} [cm²/m²]
39		18.43	-183.77	214.22	1713.60	-

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-20

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D01 Winkelstützwand - Normalbereich

Archiv-Nr.

Sporn erdseitig	Ek	θ [°]	V_{Ed} [kN/m]	$V_{Rd,c}$ [kN/m]	$V_{Rd,max}$ [kN/m]	a_{sw} [cm²/m²]
	39	18.43	188.40	209.84	2478.60	-

erf. Bewehrung Biege- und Querkraftbewehrung

Wand	z [m]	a_{sl} [cm²/m]	a_{se} [cm²/m]	a_{sw} [cm²/m²]
	2.00	-	6.31M	-
	4.00	-	7.75M	-
	6.00	-	15.78	5.57M

Sporne	a_{so} [cm²/m]	a_{su} [cm²/m]	a_{sw} [cm²/m²]
luftseitig	-	7.10M	-
erdseitig	17.23	-	-

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)

Nachweise (GZG)

Begrenzung der Rissbreiten nach DIN EN 1992-1-1, 7.3

vertikale Bewehrung

Rissbreitenbegrenzung für Lastbeanspruchung

wirksame Betonzugfestigkeit	$f_{ct,eff}$ =	3.20	N/mm²
Stabdurchmesser	d_s =	20	mm
Verhältnis E_s/E_{cm}	α_e =	6.06	-

z	Ek	$N_{Ed,perm}$ [kN/m]	$M_{Ed,perm}$ [kNm/m]
6.00	56	-102.63	-335.89

Rissbreitennachweis nach 7.3.4 kann entfallen, da max. Beanspruchung nicht zur Erstrissbildung führt

Bewehrungswahl
Biegebewehrung

	Richtung	gewählt	vorh a_s [cm²/m]	erf a_s [cm²/m]
Wand luftseitig	vertikal	ø12 / 15 cm	7.54	0.00
	wandlängs	ø10 / 25 cm	3.14	0.00
Wand erdseitig	vertikal	ø20 / 15 cm	20.94	15.78
	wandlängs	ø10 / 20 cm	3.93	3.16
Sporn oben	horizontal	ø20 / 15 cm	20.94	17.23
	wandlängs	ø8 / 10 cm	5.03	3.45
Sporn unten	horizontal	ø12 / 15 cm	7.54	7.10
	wandlängs	ø8 / 25 cm	2.01	1.42

Querkraftbewehrung

	ø [mm]	$S_{w,längs}$ [cm]	$S_{w,v}$ [cm]	$S_{w,h}$ [cm]	vorh a_{sw} [cm²/m]	erf a_{sw} [cm²/m]
Wand	8	50.0	15.0		6.70	5.57

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

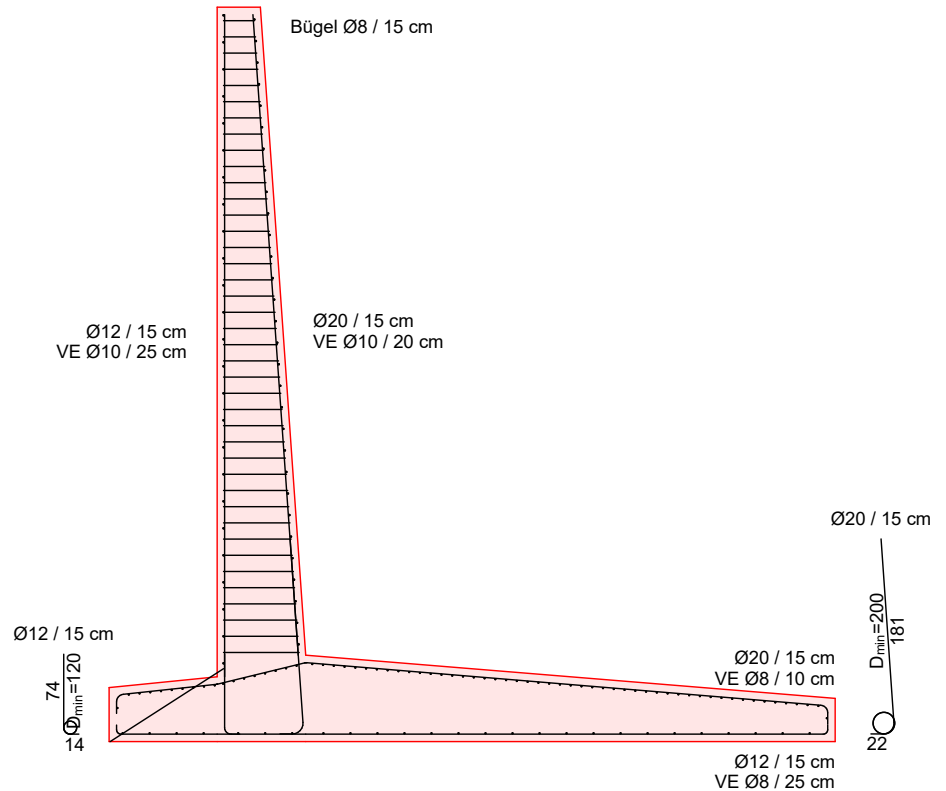
Seite:
D-21

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D01 Winkelstützwand - Normalbereich

Archiv-Nr.

Anschlussbewehrung

	Ausführung	gewählt	vorh a_s [cm ² /m]	erf a_s [cm ² /m]	l_0 [cm]	l_{bd} [cm]
luftseitig	Aufbiegung	ø12 / 15 cm	7.54	0.00	20.0	12.9
erdseitig	Aufbiegung	ø20 / 15 cm	20.94	15.78	108	53.9

Grafik
M 1:70

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis

Expositionsklassen
n.OK

	η [-]
Kippen	OK 0.04
Sohldruck	OK 0.96
Gleiten Sohlfuge	OK 0.83
Grundbruch	OK 1.00
Geländebruch	OK 0.79
Bewehrungswahl	OK

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-22

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D01 Winkelstützwand - Normalbereich

Archiv-Nr.

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis

		η [-]
1. Kernweite	OK	0.00
2. Kernweite	OK	0.03

Bewehrungswahl

- Vertikalbewehrung bzw. Bewehrung im Fuß senkrecht zur Wand wie im Programm ausgewiesen.
- Horizontalbewehrung gem. DIN Fachbericht Betonbrücken

Bewehrungsbereiche h_1, h_2, h_3
für Wandhöhe h

$h \leq 2,0 \text{ m}$: $h_1 = h$

$2,0 < h < 4,0 \text{ m}$: $h_1 = 2,0 \text{ m}$
 $h_2 \geq h - 2,0 \text{ m}$

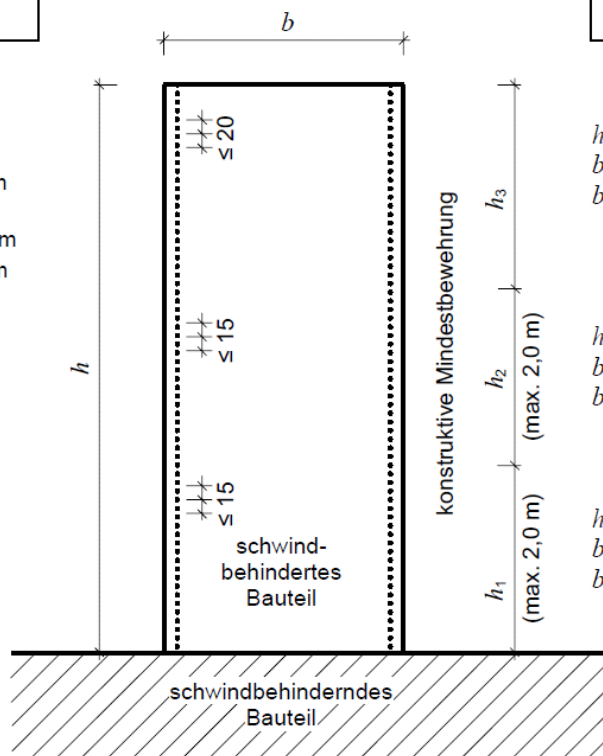
$h \geq 4,0 \text{ m}$: $h_1 = h_2 = 2,0 \text{ m}$
 $h_3 = h - 4,0 \text{ m}$

Bewehrung je Wandseite
im Bereich h_1, h_2, h_3

h_3 :
 $b \leq 65 \text{ cm}$: $\emptyset 10, s \leq 20 \text{ cm}$
 $b > 65 \text{ cm}$: $A_s \geq 0,06 \% \cdot A_c$

h_2 :
 $b \leq 50 \text{ cm}$: $\emptyset 10, s \leq 15 \text{ cm}$
 $b > 50 \text{ cm}$: $\emptyset 12, s \leq 15 \text{ cm}$

h_1 :
 $b \leq 50 \text{ cm}$: $\emptyset 12, s \leq 15 \text{ cm}$
 $b > 50 \text{ cm}$: $\emptyset 16, s \leq 15 \text{ cm}$



Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-23

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D01 Winkelstützwand - Normalbereich

Archiv-Nr.

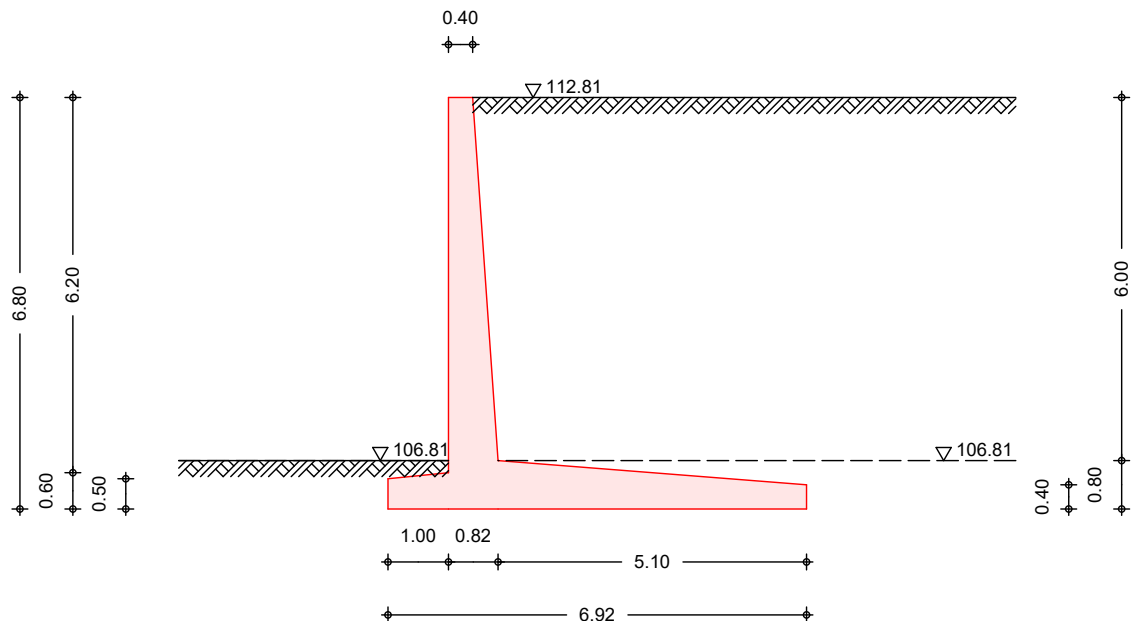
Pos. D02

Winkelstützwand - Eckbereich

- Bemerkungen**
- Hier erfolgt der Nachweis der Wand im Eckbereich.
 - Aufgrund der Versteifung durch den Flügel wird der Erdruhedruck angesetzt.
 - Der Erddruck wird auf die geneigte Ersatzfläche angesetzt.
 - Um den Einfluss der zus. Nutzlast aus Saugfahrzeug nicht zu unterschätzen (Lastanteile innerhalb des Bereiches Wand / Gleitfläche werden bei diesem Ansatz nicht berücksichtigt), wird die Last um 1,26 m verschoben.
 - Die Lasten aus Eisenbahnbetrieb (q , q_H) werden abweichend von der Darstellung gem. Pos. A02 (ungünstig) dreieckförmig angesetzt.

System

M 1:125



Geometrie

Wandschenkel	$h[m]$	$d_o[m]$	$\alpha_{luft}[^\circ]$	$\alpha_{erd}[^\circ]$
	6.00	0.40	0.00	4.00
Sporne	$l[m]$	$h_a[m]$	$h_e[m]$	
lufts.	1.00	0.60	0.50	
erds.	5.10	0.80	0.40	

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-24

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D02 Winkelstützwand - Eckbereich

Archiv-Nr.

Gelände

ebene Geländeoberfläche

Abstand OK Gelände-Wandkopf

 $Z_{\text{luft}} = 6.00 \text{ m}$
 $Z_{\text{erd}} = 0.00 \text{ m}$
Baugrund

Boden

h	γ	γ'	φ	c_a	c_p	δ_a	δ_p	δ_0
[m]	[kN/m ³]		[°]		[kN/m ²]	[°]	[°]	[°]
6.0	21.0	11.0	32.5	-	-	0.0	0.0	0.0
999.0	20.5	10.5	22.5	10.0	-	15.0	-15.0	0.0

Expositionsklassen

WA, XA1, XC4, XD1 und XF2

Einwirkungen

Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12

Gk

Eigenlasten

Ständige Einwirkungen

Qk.N

Nutzlasten

Kategorie A - Wohn- und Aufenthaltsräume

 f_w

Gk.E.A

Erddruck

Ständiger Erddruck

Gk.H.S

Wasserstand ständig

Ständiger Wasserdruck

Die Einwirkung wurde automatisch generiert.

Belastungen

Eigengewicht

EW	Anteil	γ	G
		[kN/m ³]	[kN/m]
Gk	Gesamtlast Wand	25.00	198.11
Gk	Sporn luftseitig	25.00	13.75
Gk	Sporn erdseitig	25.00	76.50
Gk	Wandschenkel	25.00	91.47
Gk	Bodenkeil erdseitig	20.98	448.07
Gk	Bodenkeil luftseitig	20.50	5.13

Grundwasser

EW	Art	h_{Luft}	h_{Erd}
		[m]	[m]
Gk.H.S	ständiges Grundwasser	13.81	13.81

Blocklasten

Nr.	EW	a_h	s	l_e	q
		[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]
1	Qk.N	0.00	8.00	0.00	10.00
(a) 2	Qk.N	1.50	1.50	0.00	10.00
(b) 3	Qk.N	8.00	3.00	0.00	52.00
(c) 4	Qk.N	12.50	3.00	0.00	52.00

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-25

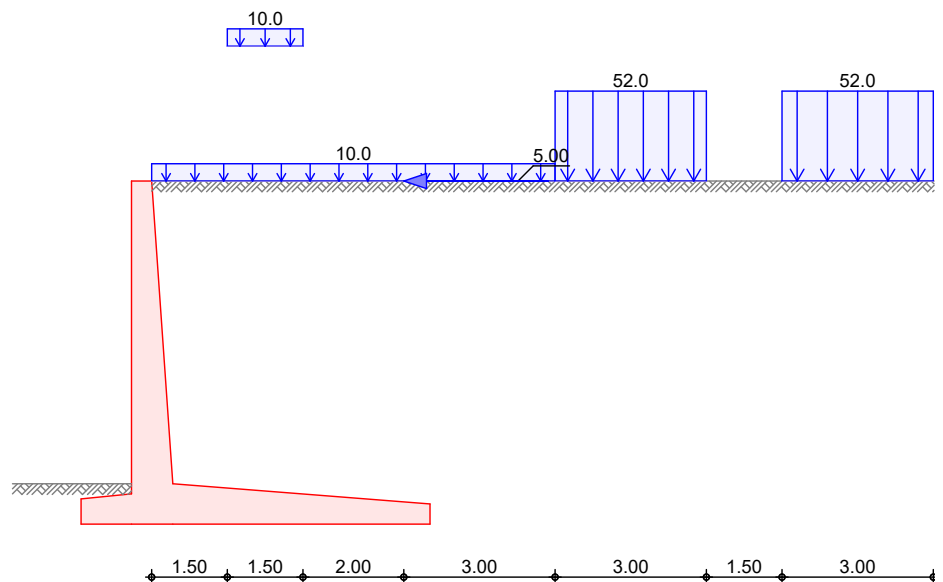
Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D02 Winkelstützwand - Eckbereich

Archiv-Nr.

(a)	Nutzlast aus Starßenfahrzeug 0.60 m vom Rand	10.0 =	10.00	kN/m ²
(b)	Ahrtalbahn	52.0 =	52.00	kN/m ²
(c)	Gleis 199	52.0 =	52.00	kN/m ²
Horizontale Linienlasten	Nr. EW		a _h [m]	q [kN/m]
(a) 1	Qk.N		5.00	5.00
(a)	Seitenstoß	5.0 =	5.00	kN/m

Grafik Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkung Qk.N



Erddruck

Berechnung nach DIN 4085:2017-08

Standicherheit

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-26

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D02 Winkelstützwand - Eckbereich

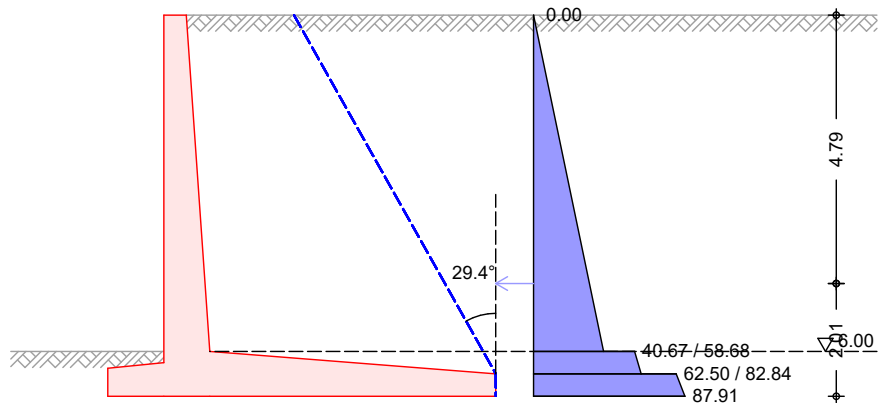
Archiv-Nr.

EW Gk.E.A

Erdruchdruck aus Bodeneigengewicht
Erddruckermittlung für nicht ebene Wandflächen

Mittlerer Reibungswinkel	φ =	31.29	°
Gleitflächenwinkel	ϑ_{ag} =	60.64	°
Winkel Gegengleitfl.-Vertikale	α_{max} =	29.36	°
Schnitt Gegengleitfl.-Gelände	z =	0.00	m
Grundwasser	z_{gw} =	13.81	m

M 1:135


Resultierende
Erddruckspannungen

z [m]	Σe_{0h} [kN/m²]
0.00	0.00
6.00	40.67
6.00	58.68
6.40	62.50
6.40	82.84
6.80	87.91

Erdruchdruckkraft

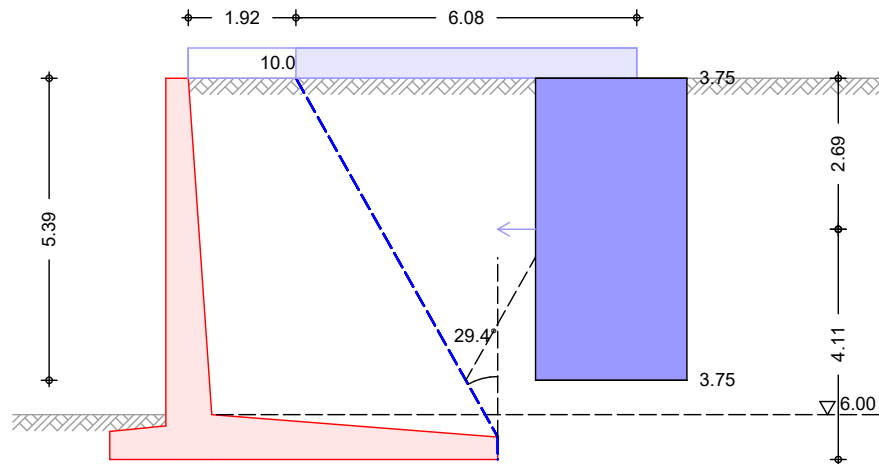
E_{0h} =	180.41	kN/m
E_{0v} =	258.96	kN/m
z_s =	4.79	m

EW Qk.N

Erdruchdruck aus Blocklast (Nr. 1)
Lastordinate

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

M 1:135



φ [°]	ϑ [°]	$z\varphi$ [m]	$z\vartheta$ [m]	K_{0Vh} [-]	$e_{0ph,o}$ [kN/m²]	$e_{0ph,u}$ [kN/m²]
30.29	60.48	0.00	5.39	0.332	3.75	3.75

Erdruchdruckkraft

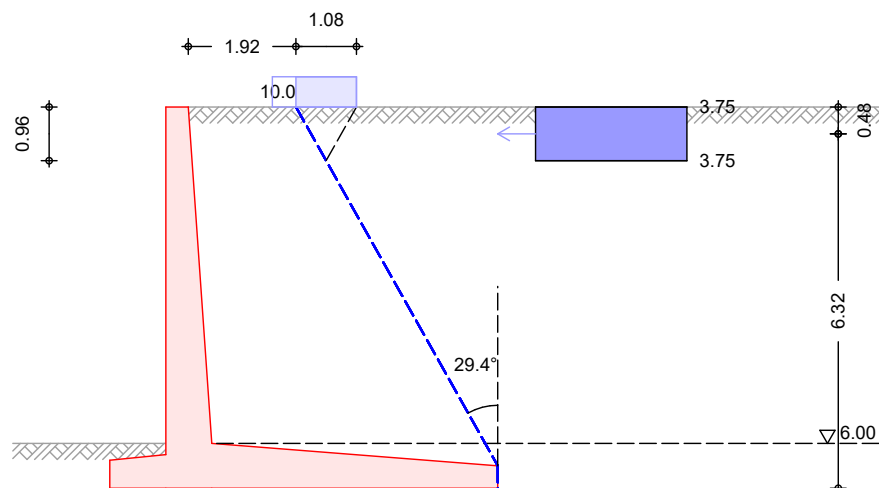
 $E_{0h} = 20.19 \text{ kN/m}$
 $E_{0v} = 29.21 \text{ kN/m}$
 $z_s = 2.69 \text{ m}$

EW Qk.N

Erdruchdruck aus Blocklast (Nr. 2)
Lastordinate

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

M 1:135


Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-28

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D02 Winkelstützwand - Eckbereich

Archiv-Nr.

φ [°]	ϑ [°]	$z\varphi$ [m]	$z\vartheta$ [m]	K_{0Vh} [-]	$e_{0ph,o}$ [kN/m ²]	$e_{0ph,u}$ [kN/m ²]
30.29	60.48	0.00	0.96	0.332	3.75	3.75

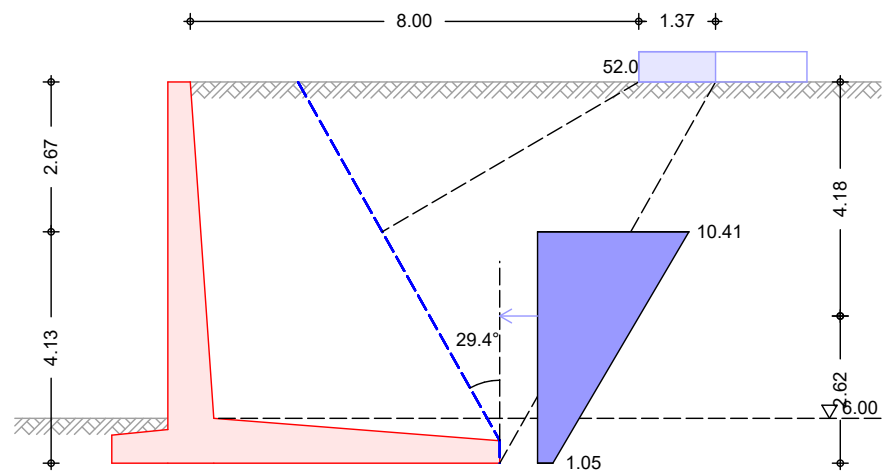
Erdruhedruckkraft	E_{0h} =	3.59	kN/m
	E_{0v} =	5.19	kN/m
	z_s =	0.48	m

EW Qk.N

Erdruhedruck aus Blocklast (Nr. 3)
Lastordinate

 $ve = 52.00$ kN/m²

M 1:135



φ [°]	ϑ [°]	$z\varphi$ [m]	$z\vartheta$ [m]	K_{0Vh} [-]	$e_{0ph,o}$ [kN/m ²]	$e_{0ph,u}$ [kN/m ²]
30.29	60.48	2.67	6.80	0.332	10.41	1.05

Erdruhedruckkraft	E_{0h} =	23.65	kN/m
	E_{0v} =	34.22	kN/m
	z_s =	4.18	m

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-29

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D02 Winkelstützwand - Eckbereich

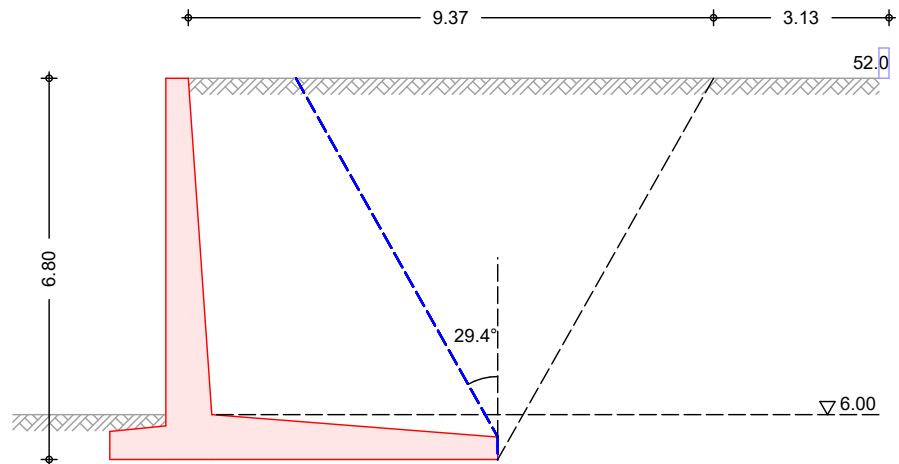
Archiv-Nr.

EW Qk.N

Erdruchdruck aus Blocklast (Nr. 4)
Lastordinate

 $v_e = 52.00 \text{ kN/m}^2$

M 1:135



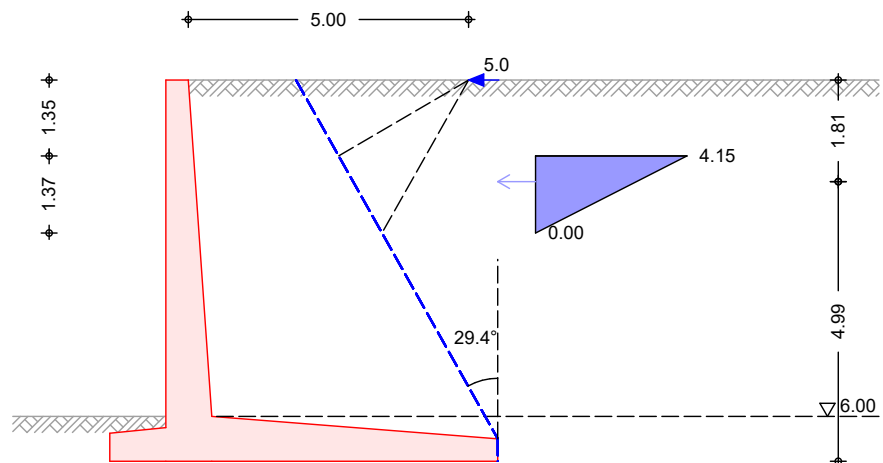
Last verursacht keinen Erddruck auf die Wand

EW Qk.N

Erdruchdruck aus Horiz. Linienlast (Nr. 1)
Lastordinate

 $H_e = 5.00 \text{ kN/m}$

M 1:135



φ [°]	ϑ [°]	$z\varphi$ [m]	$z\vartheta$ [m]	K_{0Hh} [-]	$e_{0ph,o}$ [kN/m²]	$e_{0ph,u}$ [kN/m²]
30.29	60.48	1.35	2.73	0.571	4.15	0.00

Erdruchdruckkraft

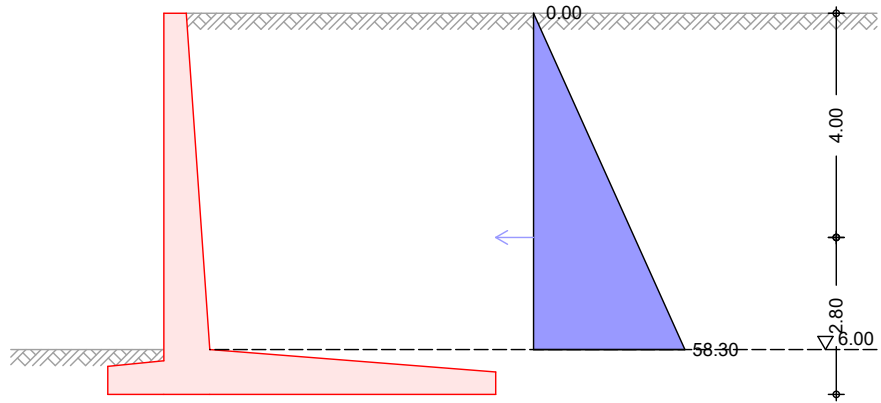
 $E_{0h} = 2.85 \text{ kN/m}$
 $E_{0v} = 4.13 \text{ kN/m}$
 $z_s = 1.81 \text{ m}$
Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-30

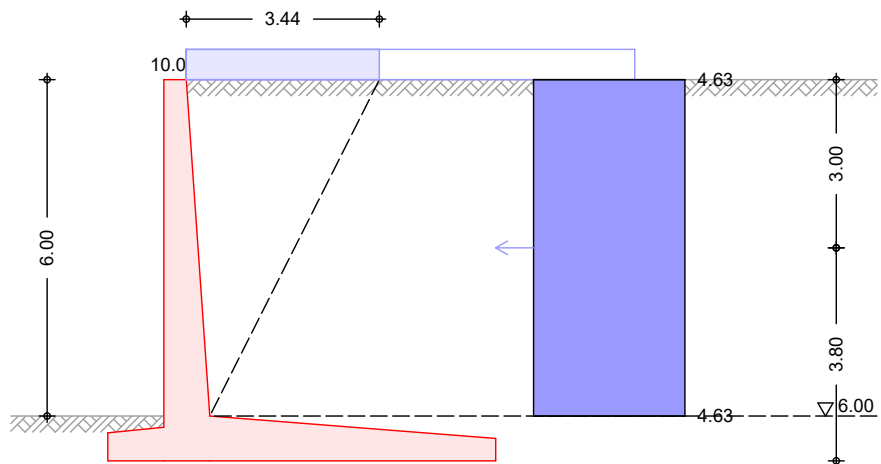
Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D02 Winkelstützwand - Eckbereich

Archiv-Nr.

Bemessung
EW Gk.E.A

Erdruchdruck aus Bodeneigengewicht
Grundwasser
 $z_{gw} = 13.81 \text{ m}$
M 1:135

Resultierende
Erddruckspannungen

z [m]	Σe_{0h} [kN/m ²]
0.00	0.00
6.00	58.30

Erdruchdruckkraft
 $E_{0h} = 174.90 \text{ kN/m}$
 $E_{0v} = 12.23 \text{ kN/m}$
 $z_s = 4.00 \text{ m}$
EW Qk.N
Erdruchdruck aus Blocklast (Nr. 1)
Lastordinate
 $ve = 10.00 \text{ kN/m}^2$
M 1:135

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-31

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D02 Winkelstützwand - Eckbereich

Archiv-Nr.

φ [°]	ϑ [°]	$z\varphi$ [m]	$z\vartheta$ [m]	K_{0ph} [-]	$e_{0ph,o}$ [kN/m ²]	$e_{0ph,u}$ [kN/m ²]
32.50	63.25	0.00	6.00	0.463	4.63	4.63

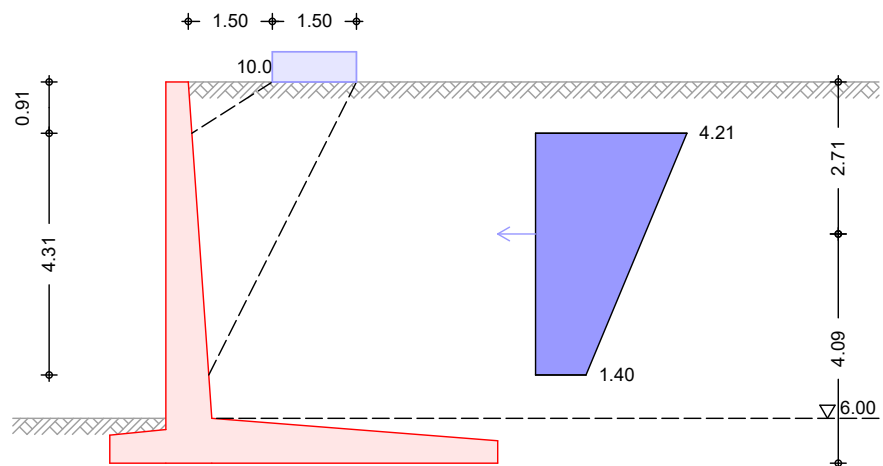
Erdruhedruckkraft	$E_{0h} =$	27.76	kN/m
	$E_{0v} =$	1.94	kN/m
	$z_s =$	3.00	m

EW Qk.N

Erdruhedruck aus Blocklast (Nr. 2)
Lastordinate

 $ve = 10.00$ kN/m²

M 1:135



φ [°]	ϑ [°]	$z\varphi$ [m]	$z\vartheta$ [m]	K_{0Vh} [-]	$e_{0ph,o}$ [kN/m ²]	$e_{0ph,u}$ [kN/m ²]
32.50	63.25	0.91	5.23	0.806	4.21	1.40

Erdruhedruckkraft	$E_{0h} =$	12.09	kN/m
	$E_{0v} =$	0.85	kN/m
	$z_s =$	2.71	m

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-32

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D02 Winkelstützwand - Eckbereich

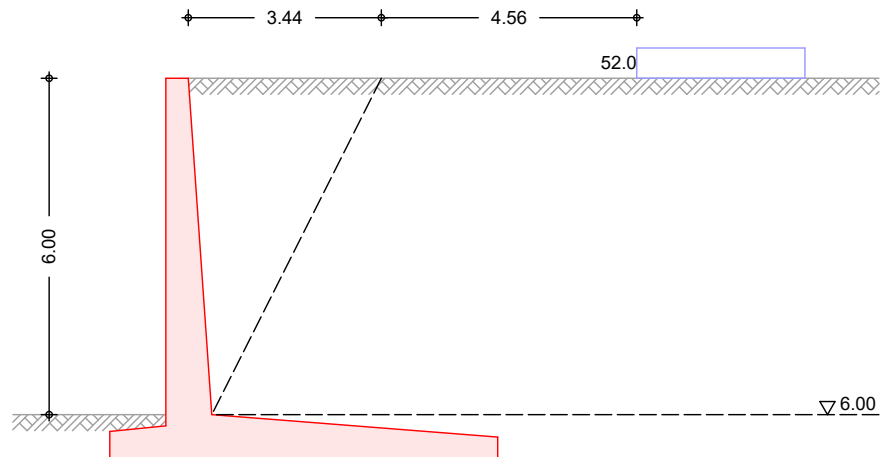
Archiv-Nr.

EW Qk.N

Erdruchdruck aus Blocklast (Nr. 3)
Lastordinate

 $ve = 52.00 \text{ kN/m}^2$

M 1:135



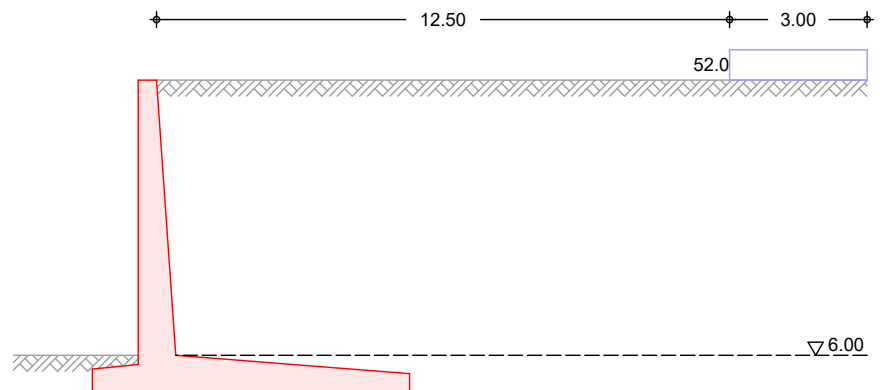
Last verursacht keinen Erddruck auf die Wand

EW Qk.N

Erdruchdruck aus Blocklast (Nr. 4)
Lastordinate

 $ve = 52.00 \text{ kN/m}^2$

M 1:165



Last verursacht keinen Erddruck auf die Wand

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-33

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D02 Winkelstützwand - Eckbereich

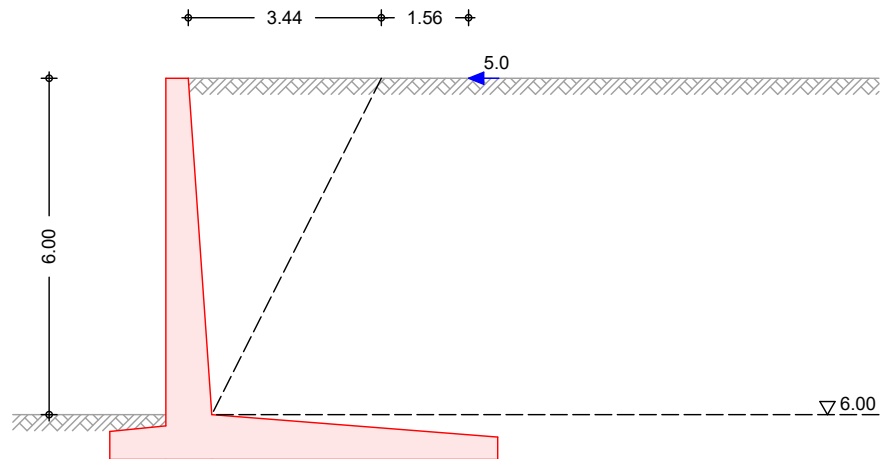
Archiv-Nr.

EW Qk.N

Erdruchdruck aus Horiz. Linienlast (Nr. 1)
Lastordinate

 $H_e = 5.00 \text{ kN/m}$

M 1:135



Last verursacht keinen Erddruck auf die Wand

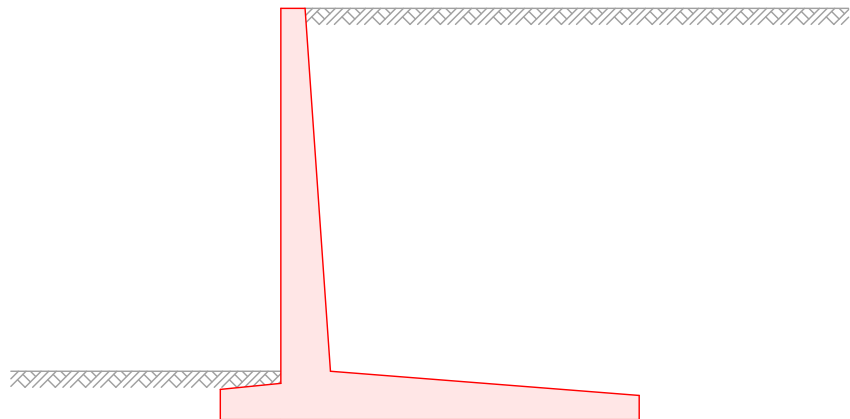
Wasserdruck

EW Gk.H.S

Wasserdruck bei ständigem Grundwasser
Grundwasser luftseitig
Grundwasser erdseitig

 $Z_{gw} = 13.81 \text{ m}$
 $Z_{gw} = 13.81 \text{ m}$

M 1:125



Wasserdruckkräfte	$W_{h,Luft}$ [kN/m]	$W_{h,Erd}$ [kN/m]	$W_{v,Sporn,Luft}$ [kN/m]	$W_{v,Sporn,Erd}$ [kN/m]	$W_{v,Sohle}$ [kN/m]
Standicherheit	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bemessung	0.00	0.00	-	-	-

Char. Schnittgrößen

Standicherheit	EW	Hinweis	H_{Ek} [kN/m]	V_{Ek} [kN/m]	M_{Ek} [kNm/m]
	Gk	lufts.	0.00	5.13	-15.34
	Gk	erds.	0.00	646.18	-193.59
	Qk.N	erds.	50.28	72.74	-61.88
	Gk.E.A		180.41	258.96	221.69

Bemessung (GZT) Kein Ansatz des Erdwiderstands

Wandschenkel	z [m]	EW	N_{Ek} [kN/m]	V_{Ek} [kN/m]	M_{Ek} [kNm/m]
	2.00	Gk	46.99	0.00	-1.56
		Qk.N	1.88	26.87	-22.79
		Gk.E.A	2.72	38.87	-25.30
	4.00	Gk	53.99	0.00	-3.45
		Qk.N	1.99	28.39	-53.44
		Gk.E.A	5.44	77.73	-102.30
	6.00	Gk	91.47	0.00	-8.49
		Qk.N	2.79	39.85	-122.51
		Gk.E.A	12.23	174.90	-346.50

Sporn erdseitig

Anteile aus Standicherheit

EW	Hinweis	N_{Ek} [kN/m]	V_{Ek} [kN/m]	M_{Ek} [kNm/m]
Gk	erds.	0.00	524.57	936.90
Qk.N	erds.	50.28	96.14	93.34
Gk.E.A		180.41	258.96	718.61

Anteile aus Bemessung

EW	Hinweis	N_{Ek} [kN/m]	V_{Ek} [kN/m]	M_{Ek} [kNm/m]
Qk.N	erds.	39.85	2.79	-139.59
Gk.E.A		174.90	12.23	-421.47

Sporn luftseitig

Anteile aus Standicherheit

EW	Hinweis	N_{Ek} [kN/m]	V_{Ek} [kN/m]	M_{Ek} [kNm/m]
Gk	lufts.	0.00	18.88	-9.40

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-35

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D02 Winkelstützwand - Eckbereich

Archiv-Nr.

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1997-1
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Standsicherheit

	Ek	$\Sigma (\gamma^* \psi^* E W)$		
GZ EQU, BS-P	7	1.10*Gk +0.90*Gk.H.S	+1.50*Qk.N	+0.90*Gk.E.A
GZ GEO-2, BS-P	17	1.35*Gk +1.35*Gk.H.S	+1.50*Qk.N	+1.20*Gk.E.A
GZ GEO-2, BS-P: Gleiten	29	1.00*Gk +1.00*Gk.H.S	+1.50*Qk.N	+1.35*Gk.E.A
GZ GEO-3, BS-P	35	1.00*Gk +1.00*Gk.H.S	+1.30*Qk.N	+1.00*Gk.E.A
GZ SLS	37	1.00*Gk +1.00*Gk.H.S	+1.00*Qk.N	+1.00*Gk.E.A
	38	1.00*Gk	+1.00*Gk.E.A	+1.00*Gk.H.S

Bemessung (GZT)

	Ek	$\Sigma (\gamma^* \psi^* E W)$		
GZ STR, BS-P	39	1.35*Gk +1.35*Gk.H.S	+1.50*Qk.N	+1.35*Gk.E.A
	47	1.00*Gk +1.35*Gk.H.S	+1.50*Qk.N	+1.35*Gk.E.A
	52	1.00*Gk	+1.00*Gk.E.A	+1.35*Gk.H.S

Bem.-schnittgrößen

Standsicherheit

GZ EQU: Nachweis der Kippsicherheit

Ek	H_{Ed} [kN/m]	V_{Ed} [kN/m]	M_{Ed} [kNm/m]
7	237.80	1058.61	-123.12

GZ GEO-2: Nachweis der Grundbruchsicherheit

Ek	H_{Ed} [kN/m]	V_{Ed} [kN/m]	M_{Ed} [kNm/m]
17	291.92	1299.12	-108.85

GZ GEO-2: Gleitnachweis Boden-Bauteil

Ek	H_{Ed} [kN/m]	V_{Ed} [kN/m]	M_{Ed} [kNm/m]
29	318.98	1110.01	-2.47

GZ SLS: Nachweis der 1. Kernweite

Ek	H_{Ed} [kN/m]	V_{Ed} [kN/m]	M_{Ed} [kNm/m]
38	180.41	910.26	12.76

GZ SLS: Nachweis der 2. Kernweite

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-36

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D02 Winkelstützwand - Eckbereich

Archiv-Nr.

**Bemessung (GZT)
Wandschenkel**

Ek	H _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
37	230.69	983.00	-49.12

GZ GEO-2: Nachweis Sohldruck

Ek	H _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
17	291.92	1299.12	-108.85

z [m]	Ek	N _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
2.00	39	69.93	92.78	-70.45
	47	53.48	92.78	-69.91
	52	49.71	38.87	-26.87

z [m]	Ek	N _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
4.00	39	83.20	147.53	-222.93
	47	64.30	147.53	-221.72
	52	59.42	77.73	-105.75

z [m]	Ek	N _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
6.00	39	144.17	295.90	-663.01
	47	112.16	295.90	-660.04

Sporn luftseitig

Ek	Anteil	N _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
39	Standicherheit	0.00	25.48	-12.69
	Sohldruck	48.82	210.17	-90.77
	Resultierende	-48.82	-184.69	78.08
52	Standicherheit	0.00	18.88	-9.40
	Sohldruck	25.80	130.18	-57.31
	Resultierende	-25.80	-111.31	47.91

Sporn erdseitig

Ek	Anteil	N _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
39	Standicherheit	318.98	1201.97	2374.96
	Erddruck Bemessung Wand	295.90	20.69	-778.38
	Sohldruck	230.83	993.61	2582.20
	Resultierende	-207.74	187.68	571.14
47	Standicherheit	318.98	1018.38	2047.04
	Erddruck Bemessung Wand	295.90	20.69	-778.38
	Sohldruck	233.40	837.88	2215.41
	Resultierende	-210.32	159.80	610.00

Material

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

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-37

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D02 Winkelstützwand - Eckbereich

Archiv-Nr.

Material

Material	f_{ck} [N/mm ²]	f_y [N/mm ²]	E [N/mm ²]
C 30/37	30.0	-	33000
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
 XF2 Mäßige Wassersättigung mit
 Taumittel oder Meerwasser
 XA1 Chemisch schwach
 angreifende Umgebung
 WA Häufig oder längere Zeit
 feuchter Beton mit Alkalizufuhr von
 außen

Sporn

umlaufend

 XC4 wechselnd nass und trocken
 XD1 mäßige Feuchte
 XF2 Mäßige Wassersättigung mit
 Taumittel oder Meerwasser
 XA1 Chemisch schwach
 angreifende Umgebung
 WA Häufig oder längere Zeit
 feuchter Beton mit Alkalizufuhr von
 außen

Bewehrungsanordnung

Achsabstände, Betondeckungen

Bezug

c_{min} [mm]	Δc_{dev} [mm]	c_{nom} [mm]	c_v [mm]	d' [mm]
-------------------	--------------------------	-------------------	---------------	--------------

Wand

luftseitig

40	15	55	55	71
----	----	----	----	----

erdseitig

40	15	55	55	75
----	----	----	----	----

Sporn

oben

40	15	55	55	73
----	----	----	----	----

unten

40	15	55	55	69
----	----	----	----	----

**** FEHLER ****

Der gewählte Beton deckt nicht die Forderungen der maßgebenden Expositionsklasse hinsichtlich des Schutzes gegen Bewehrungskorrosion oder Betonangriff ab.

Standicherheit

 Standsicherheitsnachweise nach DIN EN 1997-1:2014-03
ständige Situationen

Kippen

nach DIN 1054:2010-12, GZ EQU

Ek	M_{Ed} [kNm/m]	V_{Ed} [kN/m]	e/b [-]	zul e/b [-]	η [-]
7	-123.12	1058.61	-0.017	1/2	0.03

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-38

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D02 Winkelstützwand - Eckbereich

Archiv-Nr.

Gleiten

in Sohlfuge nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ GEO-2

Sohlreibungswinkel

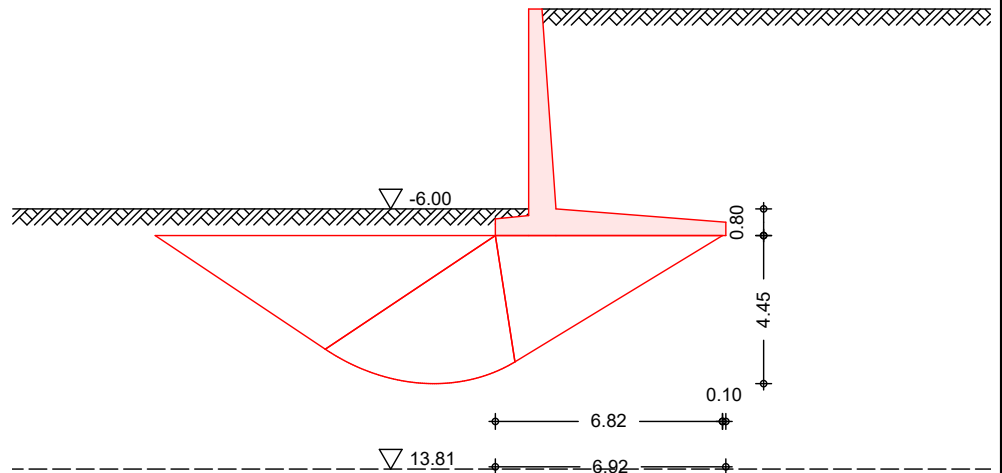
 $\delta_k = 22.50^\circ$

E_k	V_k [kN/m]	R_k [kN/m]	$\gamma_{R,h}$ [-]	H_d [kN/m]	R_d [kN/m]	η [-]
29	983.00	407.17	1.10	318.98	370.16	0.86

Grundbruch

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ GEO-2

M 1:227



Grundrissform: Streifen

b' [m]	d [m]	α [°]	β [°]
6.82	0.80	0.00	0.00

Z_{max} [m]	φ [°]	c [kN/m ²]	γ_1 [kN/m ³]	γ_2 [kN/m ³]
4.45	22.50	0.00	20.50	20.50

T [kN/m]	N [kN/m]	δ [°]	ω [°]	m [-]
230.69	983.00	13.21	90.00	2.00

Einfluß	N_0	v	i	λ	ξ	N
Breite	2.99	1.000	0.448	1.000	1.000	1.34
Tiefe	8.23	1.000	0.586	1.000	1.000	4.82
Kohäsion	17.45	1.000	0.528	1.000	1.000	9.22

E_k	V_d [kN/m]	R_k [kN/m]	$\gamma_{R,v}$ [-]	R_d [kN/m]	η [-]
17	1299.12	1818.79	1.40	1299.14	1.00

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-39

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D02 Winkelstützwand - Eckbereich

Archiv-Nr.

Geländebruch

nach DIN 1054 (12/10), A 11.1.1

Lamellenverfahren mit kreisförmiger Gleitlinie

Anzahl untersuchter Gleitkreise

n = 176 -

maßgeb. Gleitkreismittelpunkt

$$x = -0.50 \text{ m}$$
$$z = 3.50 \text{ m}$$

Halbmesser

$$r = 11.93 \text{ m}$$

TS-Beiwerte

Maßgebende Kombination (GZ GEO-3)

Ek 35

ständige Einwirkungen

$$\gamma_G = 1.00 \quad -$$

veränderliche Einwirkungen

$$\gamma_Q = 1.30 \quad -$$

Reibungsbeiwert des Bodens

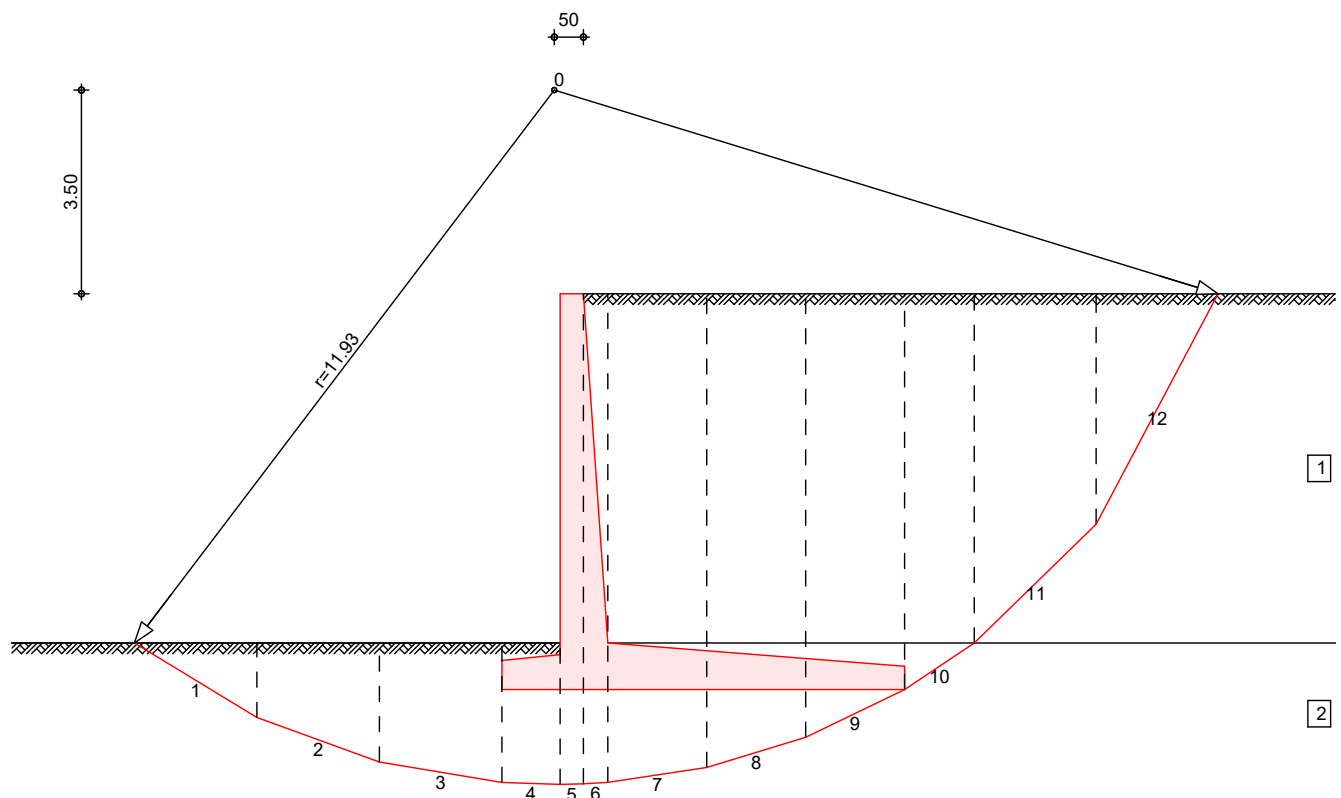
$$\gamma_{\phi} = 1.25$$

Kohäsion des Bodens

$$Y_c = 1.25 -$$

maßgeb. Gleitkreis
M 1:130

mit größter Ausnutzung



Lamellenwerte

Nr.	x [m]	z [m]	b [m]	θ [°]	φ_d [°]	C_d [kN/m ²]
1	-6.66	-6.64	2.11	-31.3	18.3	8.0
2	-4.56	-7.66	2.11	-20.0	18.3	8.0
3	-2.45	-8.22	2.11	-9.5	18.3	8.0
4	-0.90	-8.41	1.00	-1.9	18.3	8.0

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-40

Kapitel / Vorgang:	D - Nachweise D02 Winkelstützwand - Eckbereich
---------------------------	---

Archiv-Nr.

Nr.	x [m]	z [m]	b [m]	θ [°]	φ_d [°]	C_d [kN/m ²]
5	-0.20	-8.42	0.40	1.4	18.3	8.0
6	0.21	-8.41	0.42	3.4	18.3	8.0
7	1.27	-8.27	1.70	8.6	18.3	8.0
8	2.97	-7.88	1.70	17.0	18.3	8.0
9	4.67	-7.21	1.70	25.8	18.3	8.0
10	6.12	-6.40	1.20	33.8	18.3	8.0
11	7.76	-4.98	2.09	44.3	27.0	0.0
12	9.86	-1.98	2.09	62.1	27.0	0.0

Lasten Tangentialkräfte

Nr.	G_d [kN/m]	$P_{v,d}$ [kN/m]	$(G+P) \cdot \sin \theta$ [kN/m]	T [kN/m]
1	27.62	0.00	-14.35	36.12
2	71.76	0.00	-24.52	47.73
3	95.85	0.00	-15.75	51.50
4	51.94	0.00	-1.74	25.45
5	81.32	0.00	2.05	29.96
6	80.11	0.00	4.77	29.50
7	298.86	0.00	44.45	109.62
8	284.47	0.00	82.96	104.49
9	260.23	22.10	122.73	105.73
10	160.60	15.56	97.90	69.64
11	219.01	71.49	202.75	148.82
12	87.06	141.58	202.10	142.00
Σ			703.34	900.57

**Momente aus
Einwirkungen**

infolge Eigen- und Auflasten
infolge Horizontallasten

$$\begin{aligned} M(G_i) &= 8390.80 \text{ kNm/m} \\ M(F_h) &= 22.75 \text{ kNm/m} \\ E_M &= 8413.55 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

**Momente aus
Widerständen**

infolge Tangentialkräfte

$$\begin{aligned} M(T_i) &= 10743.82 \text{ kNm/m} \\ R_M &= 10743.82 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

Ausnutzung

$$\eta = 8413.55 / 10743.82 = 0.78 \leq 1.0$$

1. Kernweite

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ SLS

Ek	M_{Ed} [kNm/m]	V_{Ed} [kN/m]	e/b [-]	zul e/b [-]	η [-]
38	12.76	910.26	0.002	1/3 *	0.01

*: nach FGSV Merkblatt über Stützkonstruktionen, 8.4.4 Außermittigkeit

2. Kernweite

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ SLS

Ek	M_{Ed} [kNm/m]	V_{Ed} [kN/m]	e/b [-]	zul e/b [-]	η [-]
37	-49.12	983.00	-0.007	1/3	0.02

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-41

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D02 Winkelstützwand - Eckbereich

Archiv-Nr.

Mittlerer Sohldruck nach DIN 1054:2010-12

Ek	M _k	V _k	e	b'	V _d	σ _{E,d}	σ _{R,d}	η
	[kNm/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]
17	-49.1	983.0	-0.05	6.82	1299	190.50	200.00	0.95

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 [cm²/m]	a _{s,min} [cm²/m]
	2.00	lufts.	39	-70.45	-69.93	-	-
			39	-70.45	-69.93	-	-
		erds.	47	-69.91	-53.48	2.63	-
			52	-26.87	-49.71	-	6.31
	4.00	lufts.	39	-222.93	-83.20	-	-
			39	-222.93	-83.20	-	-
		erds.	47	-221.72	-64.30	7.35	-
			52	-105.75	-59.42	-	7.74
	6.00	lufts.	39	-663.01	-144.17	-	-
			39	-663.01	-144.17	-	-
		erds.	47	-660.04	-112.16	18.71	-
			52	-354.99	-103.70	-	8.98

Sporn luftseitig

	Seite	Ek	M _{Ed} [kNm/m]	N _{Ed} [kN/m]	a _s [cm²/m]	a _{s,min} [cm²/m]
unten	43		78.28	-40.97	2.77	-
	52		47.91	-25.80	-	7.10

Sporn erdseitig

	Seite	Ek	M _{Ed} [kNm/m]	N _{Ed} [kN/m]	a _s [cm²/m]	a _{s,min} [cm²/m]
oben	47		610.00	210.32	21.29	-
	47		610.00	210.32	-	10.61

Querkraftbemessung

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

Wand	z	Ek	θ	V _{Ed}	V _{Rd,c}	V _{Rd,max}	a _{sw}
	[m]		[°]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[cm²/m²]
	2.00	47	18.43	92.78	197.81	1483.54	-
	4.00	47	18.43	147.53	234.11	2018.48	-
	6.00	47	18.43	295.90	243.73	2553.42	5.57M
Sporn luftseitig	Ek	θ	V _{Ed}	V _{Rd,c}	V _{Rd,max}	a _{sw}	
		[°]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[cm²/m²]	
	39	18.43	-184.69	214.44	1713.60	-	

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-42

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D02 Winkelstützwand - Eckbereich

Archiv-Nr.

Sporn erdseitig	Ek	θ [°]	V_{Ed} [kN/m]	$V_{Rd,c}$ [kN/m]	$V_{Rd,max}$ [kN/m]	a_{sw} [cm ² /m ²]
	39	18.43	187.68	205.53	2478.60	-

erf. Bewehrung

Biege- und Querkraftbewehrung

Wand	z [m]	a_{sl} [cm ² /m]	a_{se} [cm ² /m]	a_{sw} [cm ² /m ²]
	2.00	-	6.31M	-
	4.00	-	7.74M	-
	6.00	-	18.71	5.57M

Sporne	a_{so} [cm ² /m]	a_{su} [cm ² /m]	a_{sw} [cm ² /m ²]
luftseitig	-	7.10M	-
erdseitig	21.29	-	-

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)

Nachweise (GZG)

Begrenzung der Rissbreiten nach DIN EN 1992-1-1, 7.3

vertikale Bewehrung

Rissbreitenbegrenzung für Lastbeanspruchung

wirksame Betonzugfestigkeit	$f_{ct,eff}$ =	3.20	N/mm ²
Stabdurchmesser	d_s =	20	mm
Verhältnis E_s/E_{cm}	α_e =	6.06	-

z	Ek	$N_{Ed,perm}$ [kN/m]	$M_{Ed,perm}$ [kNm/m]
[m]			
6.00	56	-104.53	-391.75

Gl.(7.8)	$A_{c,eff}$ [cm ²]	$\rho_{p,eff}$ [-]	σ_s [N/mm ²]	$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$ [-]	$S_{r,max}$ [mm]	W_k [mm]	W_{max} [mm]
	1365.93	0.01533	241.64	0.00075	362.33	0.27	0.20

Bewehrungswahl
Biegebewehrung

	Richtung	gewählt	vorh a_s [cm ² /m]	erf a_s [cm ² /m]
Wand luftseitig	vertikal	ø12 / 15 cm	7.54	0.00
	wandlängs	ø10 / 25 cm	3.14	0.00
Wand erdseitig	vertikal	ø20 / 15 cm	20.94	18.71
	wandlängs	ø10 / 20 cm	3.93	3.74
Sporn oben	horizontal	ø20 / 15 cm	20.94	21.29
	wandlängs	ø8 / 10 cm	5.03	4.26
Sporn unten	horizontal	ø12 / 15 cm	7.54	7.10
	wandlängs	ø8 / 25 cm	2.01	1.42

**** FEHLER ****

Die gewählte Bewehrung ist nicht ausreichend.

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-43

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D02 Winkelstützwand - Eckbereich

Archiv-Nr.

Querkraftbewehrung

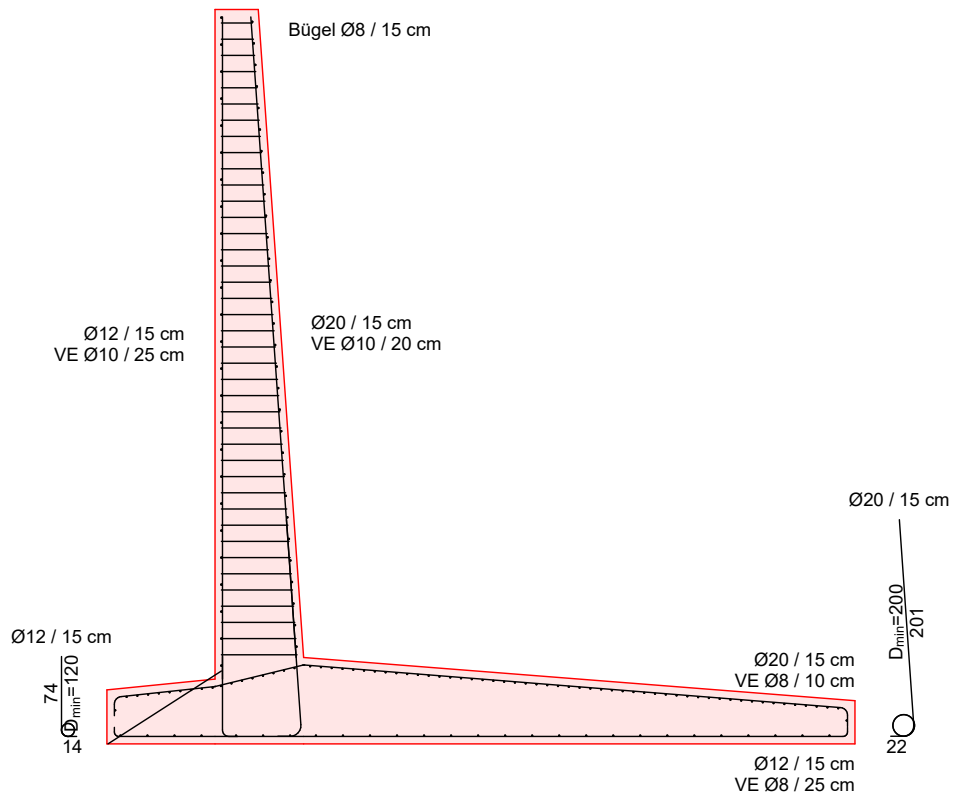
	Ø [mm]	$S_{w,längs}$ [cm]	$S_{w,v}$ [cm]	$S_{w,h}$ [cm]	vorh a_{sw} [cm ² /m]	erf a_{sw} [cm ² /m]
Wand	8	50.0	15.0		6.70	5.57

Anschlussbewehrung

	Ausführung	gewählt	vorh a_s [cm ² /m]	erf a_s [cm ² /m]	l_0 [cm]	l_{bd} [cm]
luftseitig	Aufbiegung	Ø12 / 15 cm	7.54	0.00	20.0	12.9
erdseitig	Aufbiegung	Ø20 / 15 cm	20.94	18.71	128	63.9

Grafik

M 1:70


Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis

 η
[-]

Expositionsklassen
n.OK

Kippen	OK	0.03
Sohldruck	OK	0.95
Gleiten Sohlfuge	OK	0.86
Grundbruch	OK	1.00
Geländebruch	OK	0.78

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-44

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D02 Winkelstützwand - Eckbereich

Archiv-Nr.

Nachweis η
[-]

Bewehrungswahl **n.OK**

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis η
[-]

1. Kernweite OK 0.01

2. Kernweite OK 0.02

Bewehrungswahl

- Vertikalbewehrung bzw. Bewehrung im Fuß senkrecht zur Wand
wie im Programm ausgewiesen.
 - Horizontalbewehrung gem. DIN Fachbericht Betonbrücken
- => Horizontalbewehrung Innenecke / Anschluss Flügel an Wand
wie Vertikalbewehrung erdseitig
- => Ø 20 / 10 innen auf 2,00 m unten
- Ø 20 / 15 auf 2,00 m
- Ø 16 / 15 oben

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-45

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D02 Winkelstützwand - Eckbereich

Archiv-Nr.

Bewehrungsbereiche h_1, h_2, h_3
für Wandhöhe h

$h \leq 2,0 \text{ m}$: $h_1 = h$

$2,0 < h < 4,0 \text{ m}$: $h_1 = 2,0 \text{ m}$
 $h_2 \geq h - 2,0 \text{ m}$

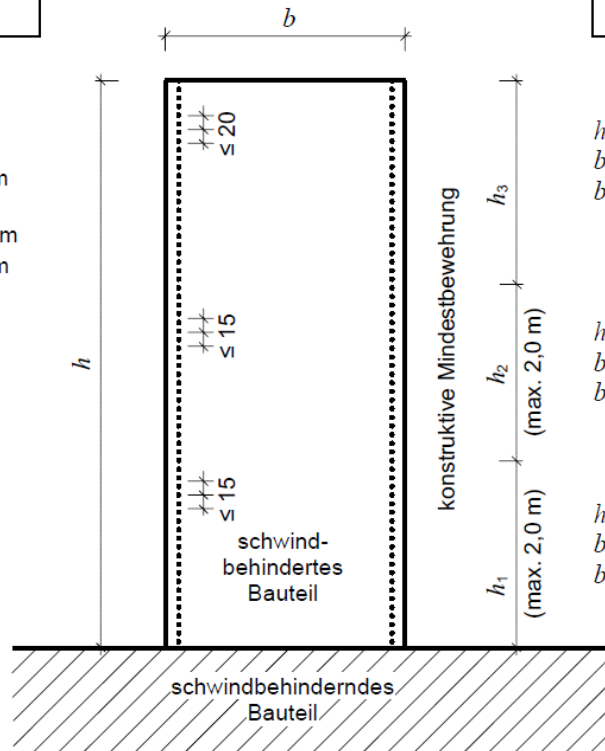
$h \geq 4,0 \text{ m}$: $h_1 = h_2 = 2,0 \text{ m}$
 $h_3 = h - 4,0 \text{ m}$

Bewehrung je Wandseite
im Bereich h_1, h_2, h_3

h_3 :
 $b \leq 65 \text{ cm}$: $\varnothing 10, s \leq 20 \text{ cm}$
 $b > 65 \text{ cm}$: $A_s \geq 0,06 \% \cdot A_c$

h_2 :
 $b \leq 50 \text{ cm}$: $\varnothing 10, s \leq 15 \text{ cm}$
 $b > 50 \text{ cm}$: $\varnothing 12, s \leq 15 \text{ cm}$

h_1 :
 $b \leq 50 \text{ cm}$: $\varnothing 12, s \leq 15 \text{ cm}$
 $b > 50 \text{ cm}$: $\varnothing 16, s \leq 15 \text{ cm}$



Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepunkt West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-46

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D02 Winkelstützwand - Eckbereich

Archiv-Nr.

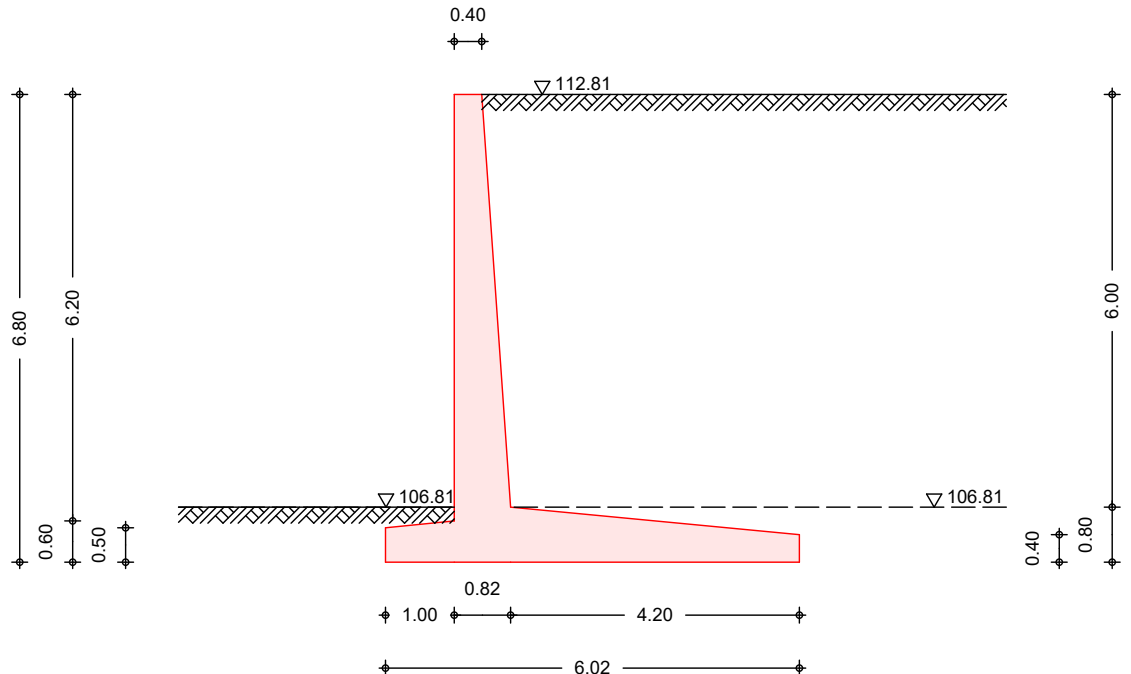
Pos. D03

Winkelstützwand - Flügel

- Bemerkungen**
- Hier erfolgt der Nachweis der Wand im Eckbereich.
 - Der Einfluss der Eisenbahnlasten wird durch den Ansatz auf die Ersatzwand erfasst.
 - Aufgrund der Versteifung durch den Flügel wird der Erdruchedruck angesetzt.
 - Die Lasten aus Eisenbahnbetrieb (q , q_H) werden abweichend von der Darstellung gem. Pos. A02 (ungünstig) dreieckförmig angesetzt.
 - Hier wird nur der Wandfuß für die aufgrund de Nähe zu den Gleisen höheren Belastung nachgewiesen.
 - Der stützende Effekt durch die Böschung (außerhalb) wird rechnerisch nicht angesetzt.
 - Die erdstatischen Nachweise sind wegen der großen Ausdehnung der Platte und letztendlich "Kurzschluss" mit der anderen Seite nicht maßgebend.

System

M 1:110



Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-47

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D03 Winkelstützwand - Flügel

Archiv-Nr.

Geometrie

Wandschenkel	h[m]	d _o [m]	α _{luft} [°]	α _{erd} [°]
	6.00	0.40	0.00	4.00
Sporne	l[m]	h _a [m]	h _e [m]	
lufts.	1.00	0.60	0.50	
erds.	4.20	0.80	0.40	

Gelände

ebene Geländeoberfläche				
Abstand OK Gelände-Wandkopf	Z _{luft} =	6.00	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/m²]	[°]	[°]	[°]
	6.0	21.0	11.0	32.5	-	-	0.0	0.0	0.0
	999.0	20.5	10.5	22.5	10.0	-	15.0	-15.0	0.0

Expositionsklassen WA, XA1, XC4, XD1 und XF2

Einwirkungen

Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12

Gk	Eigenlasten	
	Ständige Einwirkungen	
Qk.N	Nutzlasten	
	Kategorie A - Wohn- und Aufenthaltsräume	fw
Gk.E.A	# Erddruck	
	Ständiger Erddruck	
Gk.H.S	# Wasserstand ständig	
	Ständiger Wasserdruck	
	# Die Einwirkung wurde automatisch generiert.	

Belastungen

Eigengewicht	EW	Anteil	γ	G
			[kN/m³]	[kN/m]
	Gk	Gesamtlast Wand	25.00	184.61
	Gk	Sporn luftseitig	25.00	13.75
	Gk	Sporn erdseitig	25.00	63.00
	Gk	Wandschenkel	25.00	91.47
	Gk	Bodenkeil erdseitig	20.98	572.85
	Gk	Bodenkeil luftseitig	20.50	5.13
Grundwasser	EW	Art	h _{Luft}	h _{Erd}
			[m]	[m]
	Gk.H.S	ständiges Grundwasser	13.81	13.81

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-48

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D03 Winkelstützwand - Flügel

Archiv-Nr.

Blocklasten	Nr.	EW	a_h [m]	s [m]	l_e [m]	q [kN/m ²]
	1	Qk.N	0.00	8.00	0.00	10.00
(a)	2	Qk.N	1.50	1.50	0.00	10.00
(b)	3	Qk.N	8.00	3.00	0.00	52.00
(c)	4	Qk.N	12.50	3.00	0.00	52.00

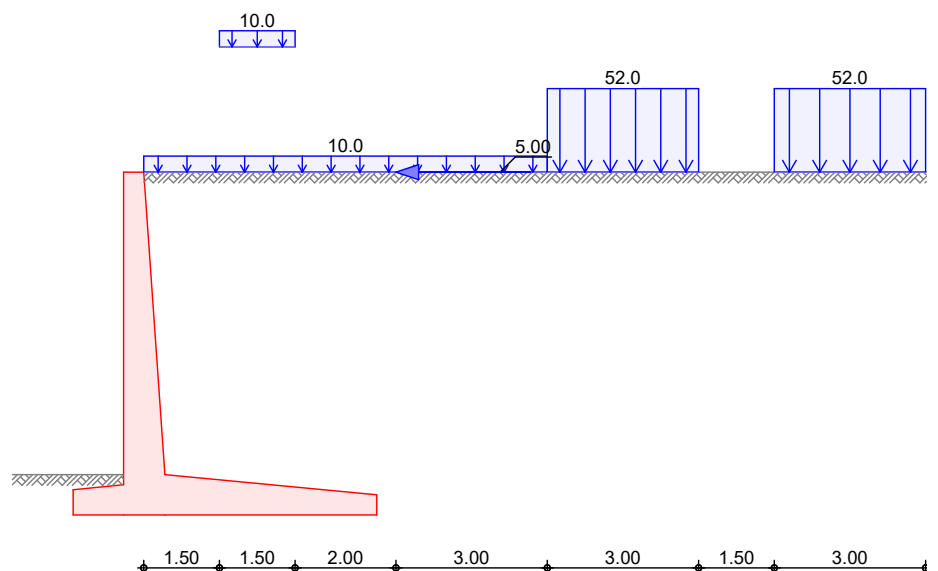
(a)	Nutzlast aus Starßenfahrzeug 0.60 m vom Rand			10.0 =	10.00	kN/m ²
(b)	Ahrtalbahn			52.0 =	52.00	kN/m ²
(c)	Gleis 199			52.0 =	52.00	kN/m ²

Horizontale Linienlasten	Nr.	EW	a_h [m]	q [kN/m]
(a)	1	Qk.N	5.00	5.00

(a)	Seitenstoß	5.0 =	5.00	kN/m
-----	------------	-------	------	------

Grafik Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkung Qk.N



Erddruck

Berechnung nach DIN 4085:2017-08

Standicherheit

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-49

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D03 Winkelstützwand - Flügel

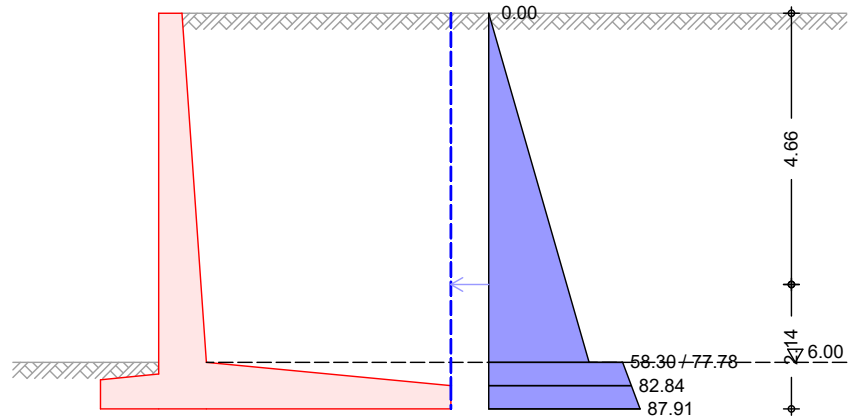
Archiv-Nr.

EW Gk.E.A

Erdruchdruck aus Bodeneigengewicht
Grundwasser

 $z_{gw} = 13.81 \text{ m}$

M 1:130


Resultierende
Erddruckspannungen

z [m]	Σe_{0h} [kN/m²]
0.00	0.00
6.00	58.30
6.00	77.78
6.40	82.84
6.80	87.91

Erdruchdruckkraft

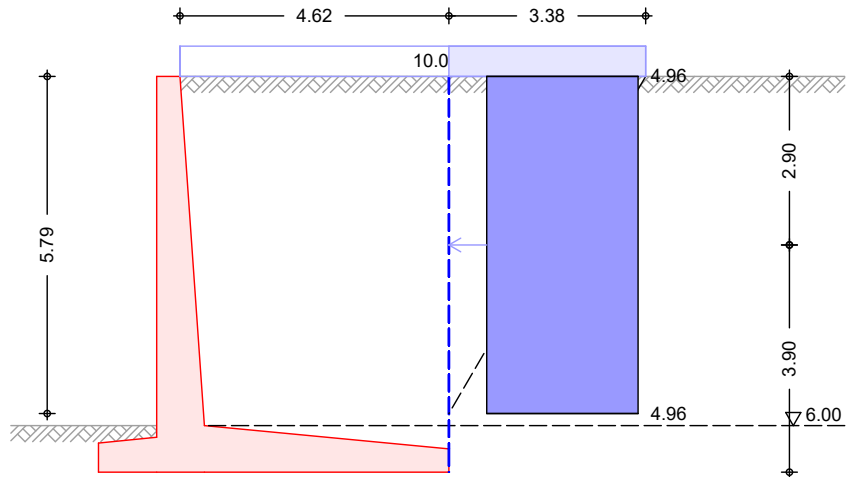
 $E_{0h} = 241.18 \text{ kN/m}$
 $E_{0v} = 0.00 \text{ kN/m}$
 $z_s = 4.66 \text{ m}$

EW Qk.N

Erdruchdruck aus Blocklast (Nr. 1)
Lastordinate

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

M 1:130



φ [°]	ϑ [°]	$z\varphi$ [m]	$z\vartheta$ [m]	K_{0Vh} [-]	$e_{0ph,o}$ [kN/m²]	$e_{0ph,u}$ [kN/m²]
30.29	59.73	0.00	5.79	0.849	4.96	4.96

Erdruchdruckkraft

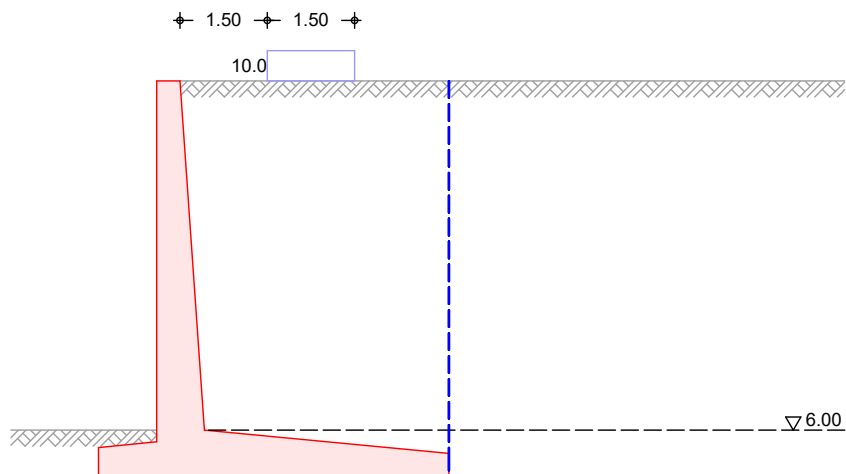
 $E_{0h} = 28.71 \text{ kN/m}$
 $E_{0v} = 0.00 \text{ kN/m}$
 $Z_s = 2.90 \text{ m}$

EW Qk.N

Erdruchdruck aus Blocklast (Nr. 2)
Lastordinate

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

M 1:130



Last verursacht keinen Erddruck auf die Wand

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-51

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D03 Winkelstützwand - Flügel

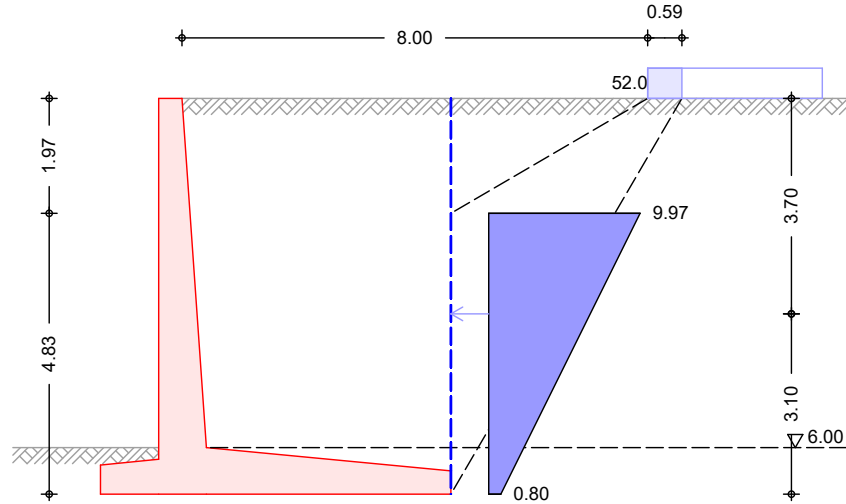
Archiv-Nr.

EW Qk.N

Erdruchdruck aus Blocklast (Nr. 3)
Lastordinate

 $ve = 52.00 \text{ kN/m}^2$

M 1:130



φ [°]	ϑ [°]	$z\varphi$ [m]	$z\vartheta$ [m]	K_{0Vh} [-]	$e_{0ph,o}$ [kN/m²]	$e_{0ph,u}$ [kN/m²]
30.29	59.73	1.97	6.80	0.849	9.97	0.80

Erdruchdruckkraft

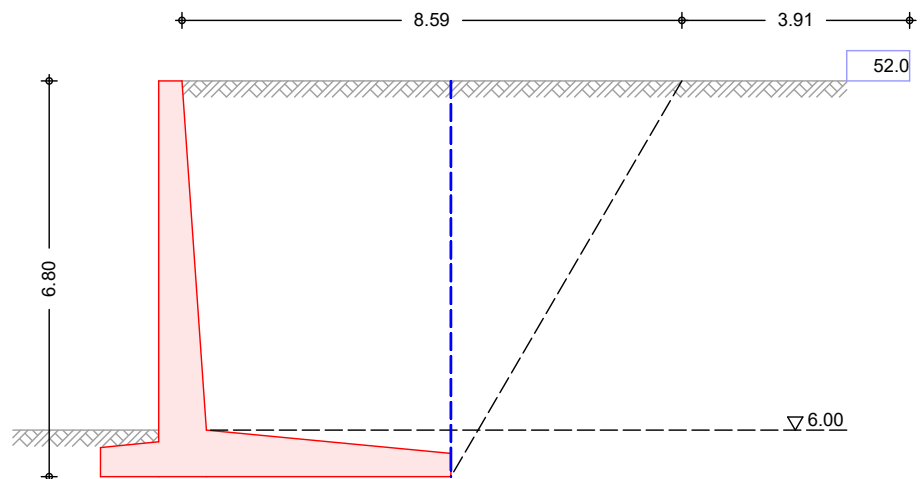
 $E_{0h} = 25.97 \text{ kN/m}$
 $E_{0v} = 0.00 \text{ kN/m}$
 $z_s = 3.70 \text{ m}$

EW Qk.N

Erdruchdruck aus Blocklast (Nr. 4)
Lastordinate

 $ve = 52.00 \text{ kN/m}^2$

M 1:130



Last verursacht keinen Erddruck auf die Wand

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-52

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D03 Winkelstützwand - Flügel

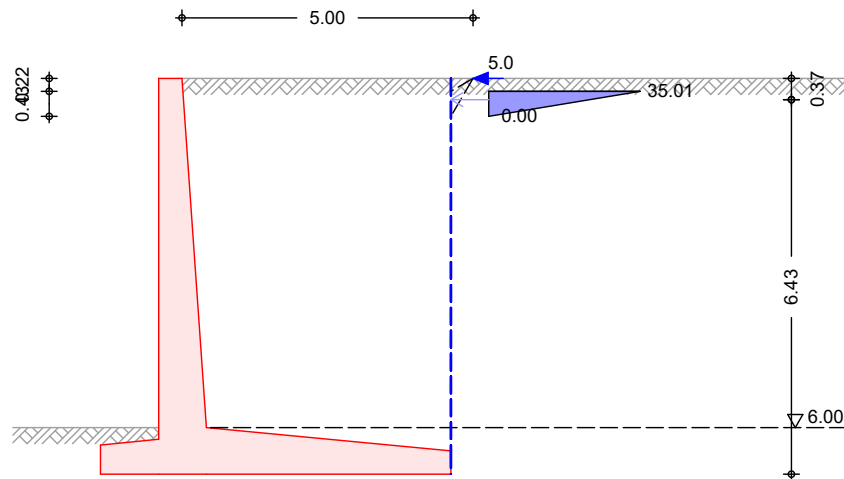
Archiv-Nr.

EW Qk.N

Erdruchdruck aus Horiz. Linienlast (Nr. 1)
Lastordinate

 $H_e = 5.00 \text{ kN/m}$

M 1:130



φ [°]	θ [°]	$z\varphi$ [m]	$z\theta$ [m]	K_{0Hh} [-]	$e_{0ph,o}$ [kN/m²]	$e_{0ph,u}$ [kN/m²]
30.29	59.73	0.22	0.65	1.505	35.01	0.00

Erdruchdruckkraft

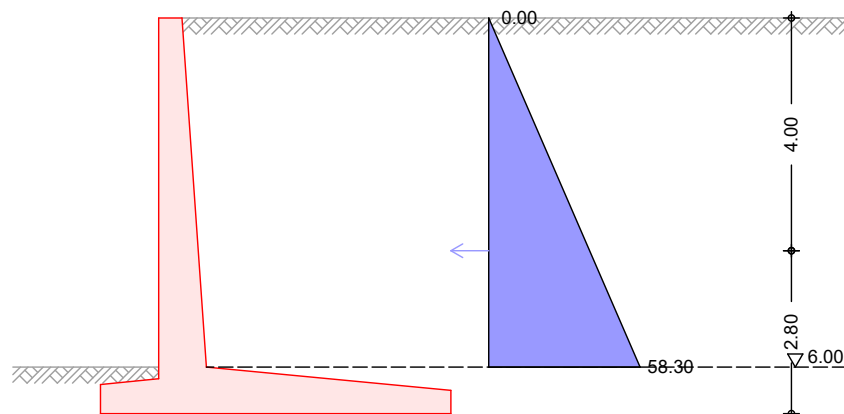
 $E_{0h} = 7.52 \text{ kN/m}$
 $E_{0v} = 0.00 \text{ kN/m}$
 $Z_s = 0.37 \text{ m}$

Bemessung
EW Gk.E.A

Erdruchdruck aus Bodeneigengewicht
Grundwasser

 $Z_{gw} = 13.81 \text{ m}$

M 1:130


Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-53

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D03 Winkelstützwand - Flügel

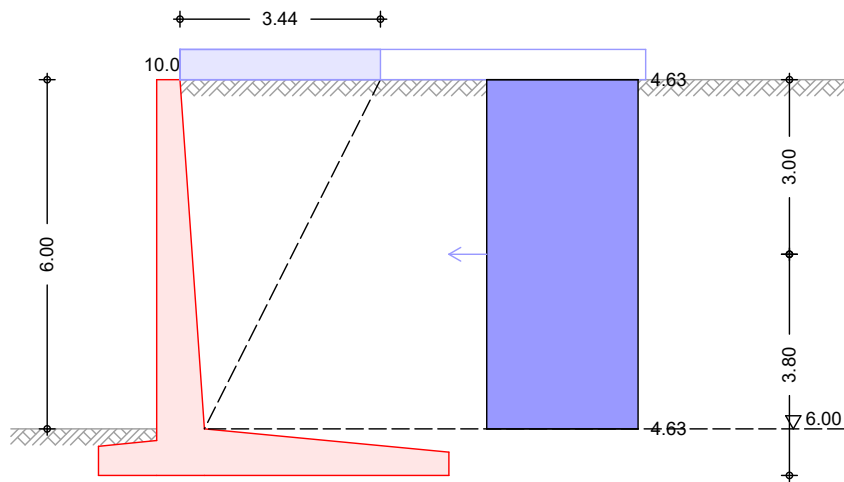
Archiv-Nr.

Resultierende Erddruckspannungen	z [m]	Σe_{0h} [kN/m ²]
	0.00	0.00
	6.00	58.30

Erdruhedruckkraft	$E_{0h} = 174.90$ kN/m
	$E_{0v} = 12.23$ kN/m
	$z_s = 4.00$ m

EW Qk.N	Erdruhedruck aus Blocklast (Nr. 1)	
	Lastordinate	$ve = 10.00$ kN/m ²

M 1:130



φ [°]	ϑ [°]	$z\varphi$ [m]	$z\vartheta$ [m]	K_{0ph} [-]	$e_{0ph,o}$ [kN/m ²]	$e_{0ph,u}$ [kN/m ²]
32.50	63.25	0.00	6.00	0.463	4.63	4.63

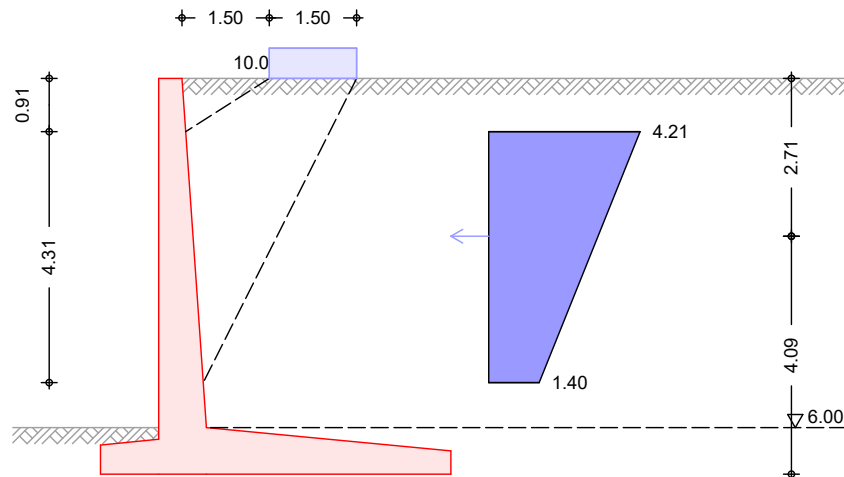
Erdruhedruckkraft	$E_{0h} = 27.76$ kN/m
	$E_{0v} = 1.94$ kN/m
	$z_s = 3.00$ m

EW Qk.N

Erdruchdruck aus Blocklast (Nr. 2)
Lastordinate

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

M 1:130



φ [°]	ϑ [°]	$z\varphi$ [m]	$z\vartheta$ [m]	K_{0Vh} [-]	$e_{0ph,o}$ [kN/m²]	$e_{0ph,u}$ [kN/m²]
32.50	63.25	0.91	5.23	0.806	4.21	1.40

Erdruchdruckkraft

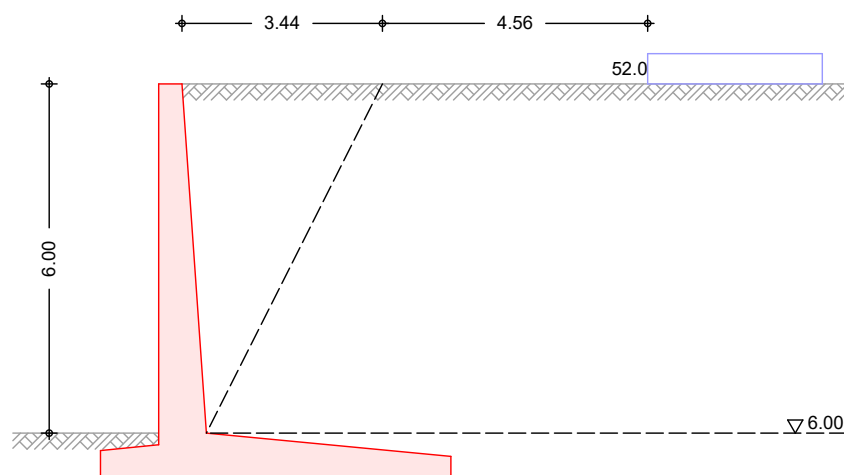
 $E_{0h} = 12.09 \text{ kN/m}$
 $E_{0v} = 0.85 \text{ kN/m}$
 $Z_s = 2.71 \text{ m}$

EW Qk.N

Erdruchdruck aus Blocklast (Nr. 3)
Lastordinate

 $ve = 52.00 \text{ kN/m}^2$

M 1:130



Last verursacht keinen Erddruck auf die Wand

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-55

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D03 Winkelstützwand - Flügel

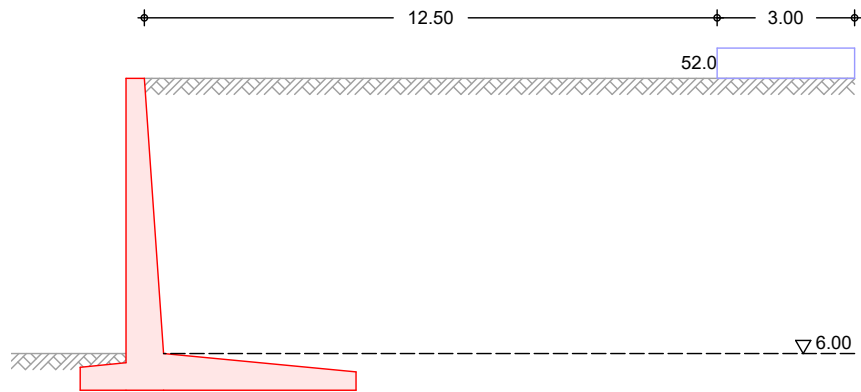
Archiv-Nr.

EW Qk.N

Erdruhedruck aus Blocklast (Nr. 4)
Lastordinate

 $ve = 52.00 \text{ kN/m}^2$

M 1:165



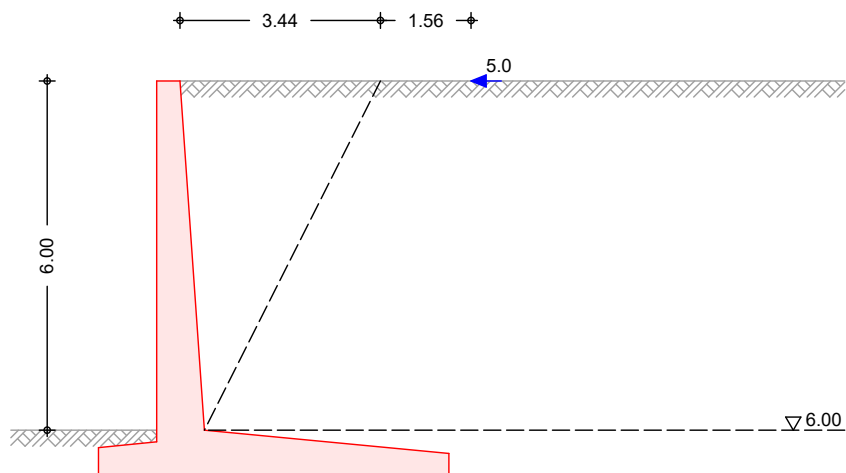
Last verursacht keinen Erddruck auf die Wand

EW Qk.N

Erdruhedruck aus Horiz. Linienlast (Nr. 1)
Lastordinate

 $He = 5.00 \text{ kN/m}$

M 1:130



Last verursacht keinen Erddruck auf die Wand

Wasserdruck

EW Gk.H.S

Wasserdruck bei ständigem Grundwasser
Grundwasser luftseitig
Grundwasser erdseitig

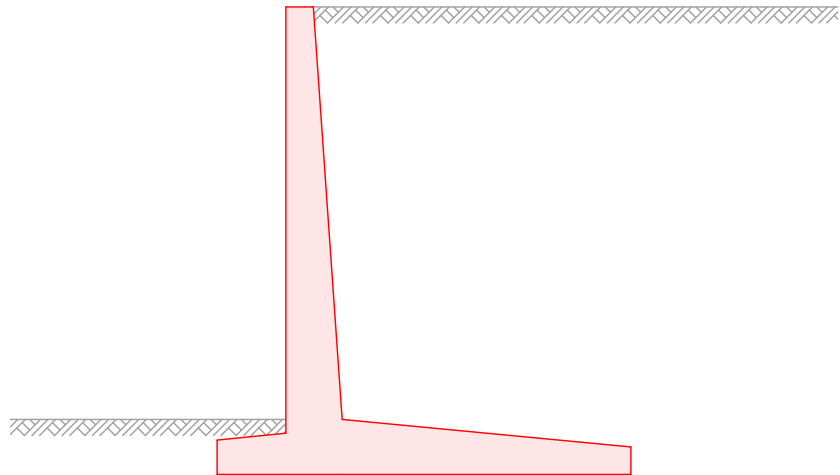
 $Z_{gw} = 13.81 \text{ m}$
 $Z_{gw} = 13.81 \text{ m}$
Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-56

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D03 Winkelstützwand - Flügel

Archiv-Nr.

M 1:110


Wasserdruckkräfte

	$W_{h,Luft}$ [kN/m]	$W_{h,Erd}$ [kN/m]	$W_{v,Sporn,Luft}$ [kN/m]	$W_{v,Sporn,Erd}$ [kN/m]	$W_{v,Sohle}$ [kN/m]
Standicherheit	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bemessung	0.00	0.00	-	-	-

Char. Schnittgrößen
Standicherheit

EW	Hinweis	H_{Ek} [kN/m]	V_{Ek} [kN/m]	M_{Ek} [kNm/m]
Gk	lufts.	0.00	5.13	-13.03
Gk	erds.	0.00	757.46	301.60
Qk.N	erds.	62.21	0.00	-240.95
Gk.E.A		241.18	0.00	-515.69

Bemessung (GZT)

Kein Ansatz des Erdwiderstands

Wandschenkel

z [m]	EW	N_{Ek} [kN/m]	V_{Ek} [kN/m]	M_{Ek} [kNm/m]
2.00	Gk	46.99	0.00	-1.56
	Qk.N	1.88	26.87	-22.79
	Gk.E.A	2.72	38.87	-25.30
4.00	Gk	53.99	0.00	-3.45
	Qk.N	1.99	28.39	-53.44
	Gk.E.A	5.44	77.73	-102.30
6.00	Gk	91.47	0.00	-8.49
	Qk.N	2.79	39.85	-122.51

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-57

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D03 Winkelstützwand - Flügel

Archiv-Nr.

z [m]	EW	N_{Ek} [kN/m]	V_{Ek} [kN/m]	M_{Ek} [kNm/m]
	Gk.E.A	12.23	174.90	-346.50

Sporn erdseitig

Anteile aus Standsicherheit

EW	Hinweis	N_{Ek} [kN/m]	V_{Ek} [kN/m]	M_{Ek} [kNm/m]
Gk	erds.	0.00	635.85	1273.77
Qk.N	erds.	62.21	61.20	-101.29
Gk.E.A		241.18	0.00	-419.22

Anteile aus Bemessung

EW	Hinweis	N_{Ek} [kN/m]	V_{Ek} [kN/m]	M_{Ek} [kNm/m]
Qk.N	erds.	39.85	2.79	-139.59
Gk.E.A		174.90	12.23	-421.47

Sporn luftseitig

Anteile aus Standsicherheit

EW	Hinweis	N_{Ek} [kN/m]	V_{Ek} [kN/m]	M_{Ek} [kNm/m]
Gk	lufts.	0.00	18.88	-9.40

Kombinationen

 Kombinationsbildung nach DIN EN 1997-1
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

**Standsicherheit
Bemessung (GZT)**

	E_k	$\Sigma (\gamma^* \psi^* EW)$		
GZ STR, BS-P	3	1.35*Gk +1.35*Gk.H.S	+1.50*Qk.N	+1.35*Gk.E.A
	8	1.35*Gk	+1.00*Gk.E.A	+1.35*Gk.H.S
	11	1.00*Gk +1.35*Gk.H.S	+1.50*Qk.N	+1.35*Gk.E.A
	16	1.00*Gk	+1.00*Gk.E.A	+1.35*Gk.H.S

Bem.-schnittgrößen
**Standsicherheit
Bemessung (GZT)
Wandschenkel**

z [m]	E_k	N_{Ed} [kN/m]	V_{Ed} [kN/m]	M_{Ed} [kNm/m]
2.00	3	69.93	92.78	-70.45
	11	53.48	92.78	-69.91
	16	49.71	38.87	-26.87

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-58

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D03 Winkelstützwand - Flügel

Archiv-Nr.

z [m]	Ek	N _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
4.00	3	83.20	147.53	-222.93
	11	64.30	147.53	-221.72
	16	59.42	77.73	-105.75

z [m]	Ek	N _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
6.00	3	144.17	295.90	-663.01
	11	112.16	295.90	-660.04

Sporn luftseitig

Ek	Anteil	N _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
3	Standicherheit	0.00	25.48	-12.69
	Sohldruck	100.81	269.83	-107.45
	Resultierende	-100.81	-244.35	94.76
8	Standicherheit	0.00	25.48	-12.69
	Sohldruck	44.15	188.44	-81.55
	Resultierende	-44.15	-162.96	68.86

Sporn erdseitig

Ek	Anteil	N _{Ed} [kN/m]	V _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]
3	Standicherheit	418.90	950.19	1001.69
	Erddruck Bemessung Wand	295.90	20.69	-778.38
	Sohldruck	244.75	655.13	1268.14
	Resultierende	-121.75	274.37	511.94
11	Standicherheit	418.90	727.65	555.88
	Erddruck Bemessung Wand	295.90	20.69	-778.38
	Sohldruck	219.49	447.68	788.07
	Resultierende	-96.49	259.28	546.19

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 30/37	30.0	-	33000
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
	XF2	Mäßige Wassersättigung mit Taumittel oder Meerwasser
	XA1	Chemisch schwach angreifende Umgebung
	WA	Häufig oder längere Zeit

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite:
D-59

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D03 Winkelstützwand - Flügel

Archiv-Nr.

	Seite	KI	Kommentar			
Sporn	umlaufend		feuchter Beton mit Alkalizufuhr von außen			
		XC4	wechselnd nass und trocken			
		XD1	mäßige Feuchte			
		XF2	Mäßige Wassersättigung mit Taumittel oder Meerwasser			
		XA1	Chemisch schwach angreifende Umgebung			
		WA	Häufig oder längere Zeit feuchter Beton mit Alkalizufuhr von außen			
Bewehrungsanordnung	Achsabstände, Betondeckungen					
	Bezug	c_{min} [mm]	Δc_{dev} [mm]	c_{nom} [mm]	c_v [mm]	d' [mm]
Wand	luftseitig	40	15	55	55	71
	erdseitig	40	15	55	55	75
Sporn	oben	40	15	55	55	73
	unten	40	15	55	55	69

**** FEHLER ****

Der gewählte Beton deckt nicht die Forderungen der maßgebenden Expositionsklasse hinsichtlich des Schutzes gegen Bewehrungskorrosion oder Betonangriff ab.

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]
	2.00	lufts.	3	-70.45	-69.93	-	-
			3	-70.45	-69.93	-	-
		erds.	11	-69.91	-53.48	2.63	-
			16	-26.87	-49.71	-	6.31
	4.00	lufts.	3	-222.93	-83.20	-	-
			3	-222.93	-83.20	-	-
		erds.	11	-221.72	-64.30	7.35	-
			16	-105.75	-59.42	-	7.74
	6.00	lufts.	3	-663.01	-144.17	-	-
			3	-663.01	-144.17	-	-
		erds.	11	-660.04	-112.16	18.71	-
			16	-354.99	-103.70	-	8.98
Sporn luftseitig		unten	7	89.79	-73.06	2.86	-
			8	68.86	-44.15	-	6.98

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-60

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D03 Winkelstützwand - Flügel

Archiv-Nr.

Sporn erdseitig	Seite	Ek	M _{Ed} [kNm/m]	N _{Ed} [kN/m]	a _s [cm ² /m]	a _{s,min} [cm ² /m]
	oben	11	546.19	96.49	17.98	
		3	511.94	121.75		10.09

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]
	2.00	11	18.43	92.78	197.81	1483.54	-
	4.00	11	18.43	147.53	234.11	2018.48	-
	6.00	11	18.43	295.90	243.73	2553.42	5.57 _M

Sporn luftseitig	Ek	θ [°]	V _{Ed} [kN/m]	V _{Rd,c} [kN/m]	V _{Rd,max} [kN/m]	a _{sw} [cm ² /m ²]
	3	18.43	-244.35	219.98	1713.60	5.57 _M

Sporn erdseitig	Ek	θ [°]	V _{Ed} [kN/m]	V _{Rd,c} [kN/m]	V _{Rd,max} [kN/m]	a _{sw} [cm ² /m ²]
	3	18.43	274.37	214.99	2478.60	5.57 _M

erf. Bewehrung Biege- und Querkraftbewehrung

Wand	z [m]	a _{sl} [cm ² /m]	a _{se} [cm ² /m]	a _{sw} [cm ² /m ²]
	2.00	-	6.31 _M	-
	4.00	-	7.74 _M	-
	6.00	-	18.71	5.57 _M

Sporne	a _{so} [cm ² /m]	a _{su} [cm ² /m]	a _{sw} [cm ² /m ²]
luftseitig	-	6.98 _M	5.57 _M
erdseitig	17.98	-	5.57 _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)

Nachweise (GZG) Begrenzung der Rissbreiten nach DIN EN 1992-1-1, 7.3

vertikale Bewehrung Rissbreitenbegrenzung für Lastbeanspruchung

wirksame Betonzugfestigkeit	f _{ct,eff} =	3.20	N/mm ²
Stabdurchmesser	d _s =	20	mm
Verhältnis E _s /E _{cm}	α _e =	6.06	-

z [m]	Ek	N _{Ed,perm} [kN/m]	M _{Ed,perm} [kNm/m]
6.00	20	-104.53	-391.75

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-61

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D03 Winkelstützwand - Flügel

Archiv-Nr.

Gl.(7.8)

$A_{c,eff}$ [cm ²]	$\rho_{p,eff}$ [-]	σ_s [N/mm ²]	$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$ [-]	$S_{r,max}$ [mm]	W_k [mm]	W_{max} [mm]
1365.93	0.01533	241.64	0.00075	362.33	0.27	0.20

Bewehrungswahl
Biegebewehrung

	Richtung	gewählt	vorh a_s [cm ² /m]	erf a_s [cm ² /m]
Wand luftseitig	vertikal	ø12 / 15 cm	7.54	0.00
	wandlängs	ø10 / 25 cm	3.14	0.00
Wand erdseitig	vertikal	ø20 / 15 cm	20.94	18.71
	wandlängs	ø10 / 20 cm	3.93	3.74
Sporn oben	horizontal	ø20 / 15 cm	20.94	17.98
	wandlängs	ø8 / 10 cm	5.03	3.60
Sporn unten	horizontal	ø12 / 15 cm	7.54	6.98
	wandlängs	ø8 / 25 cm	2.01	1.40

Querkraftbewehrung

	ø [mm]	$S_{w,längs}$ [cm]	$S_{w,v}$ [cm]	$S_{w,h}$ [cm]	vorh a_{sw} [cm ² /m]	erf a_{sw} [cm ² /m]
Wand	8	50.0	15.0		6.70	5.57
Sporn	8	20.0		30.0	8.38	5.57

Anschlussbewehrung

	Ausführung	gewählt	vorh a_s [cm ² /m]	erf a_s [cm ² /m]	l_o [cm]	l_{bd} [cm]
luftseitig	Aufbiegung	ø12 / 15 cm	7.54	0.00	20.0	12.9
erdseitig	Aufbiegung	ø20 / 15 cm	20.94	18.71	128	63.9

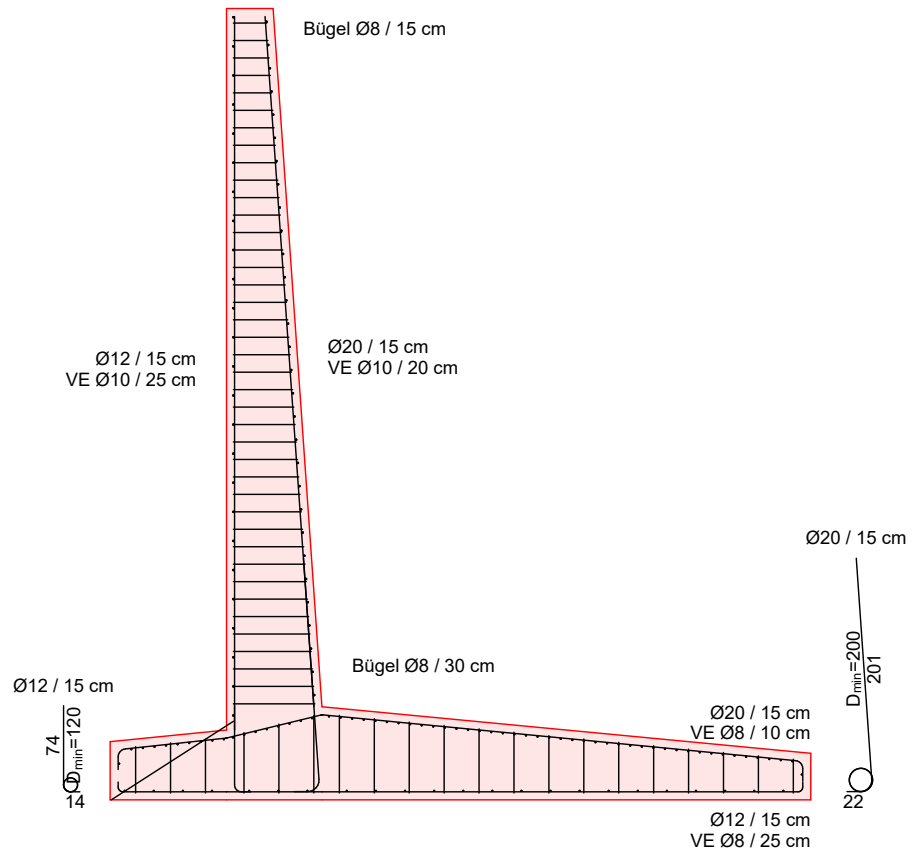
Grafik
Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-62

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D03 Winkelstützwand - Flügel

Archiv-Nr.

M 1:65



Bewehrungswahl

- Vertikalbewehrung bzw. Bewehrung im Fuß senkrecht zur Wand wie im Programm ausgewiesen.
- Horizontalbewehrung gem. DIN Fachbericht Betonbrücken

Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendeplatz West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-63

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D03 Winkelstützwand - Flügel

Archiv-Nr.

Bewehrungsbereiche h_1, h_2, h_3
für Wandhöhe h

$h \leq 2,0 \text{ m}$: $h_1 = h$

$2,0 < h < 4,0 \text{ m}$: $h_1 = 2,0 \text{ m}$
 $h_2 \geq h - 2,0 \text{ m}$

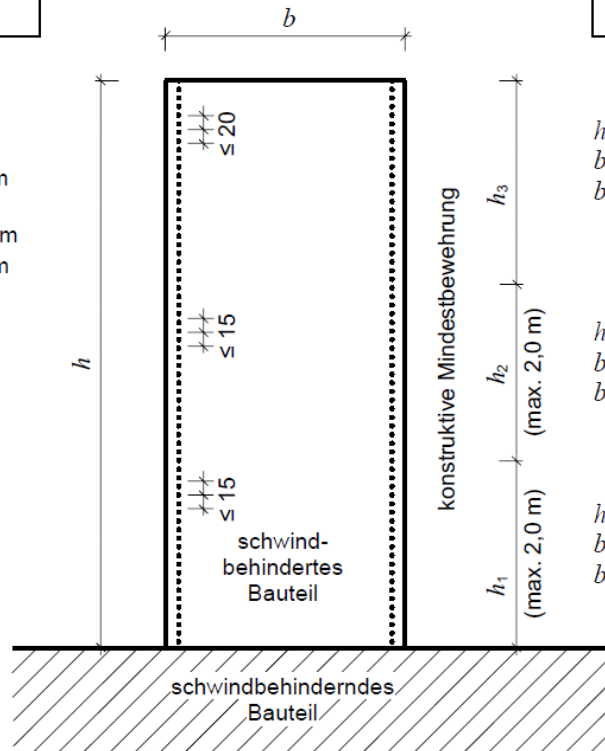
$h \geq 4,0 \text{ m}$: $h_1 = h_2 = 2,0 \text{ m}$
 $h_3 = h - 4,0 \text{ m}$

Bewehrung je Wandseite
im Bereich h_1, h_2, h_3

h_3 :
 $b \leq 65 \text{ cm}$: $\varnothing 10, s \leq 20 \text{ cm}$
 $b > 65 \text{ cm}$: $A_s \geq 0,06 \% \cdot A_c$

h_2 :
 $b \leq 50 \text{ cm}$: $\varnothing 10, s \leq 15 \text{ cm}$
 $b > 50 \text{ cm}$: $\varnothing 12, s \leq 15 \text{ cm}$

h_1 :
 $b \leq 50 \text{ cm}$: $\varnothing 12, s \leq 15 \text{ cm}$
 $b > 50 \text{ cm}$: $\varnothing 16, s \leq 15 \text{ cm}$



Bauteil: WSW - Betriebs- und Wendepunkt West (Winkelstützwand)
MA-250346

Seite: D-64

Kapitel / Vorgang: D - Nachweise
D03 Winkelstützwand - Flügel

Archiv-Nr.