

## 53W Winkelstützwand nach Teilsicherheitskonzept

(Stand: 05.06.2009)

### Leistungsumfang

Das Programm 053W ermittelt die Standsicherheit von Winkelstützwänden nach dem Teilsicherheitskonzept der DIN 1054:2005-01. Das Gelände kann dabei gerade, geneigt oder gebrochen sein. Es können eine durchgehende Oberflächenlast und bis zu 3 Streifenlasten auf dem Gelände sowie Lasten am Wandkopf angegeben werden. Der Baugrund kann aus bis zu 4 Schichten bestehen, zusätzlich kann eine Schicht vor dem luftseitigen Sporn definiert werden. Die Eingabe eines Grundwasserstandes erdseitig wie luftseitig ist möglich. Es werden die Nachweise gegen Kippen, Gleiten und Grundbruch geführt.

Darüber hinaus kann das Bauwerk bemessen werden (Bemessung nach DIN 1045-1). Der Bemessungserddruck wird dabei als erhöhter aktiver Erddruck angesetzt. Biegebemessung mit Bewehrungswahl, Querkraftnachweis sowie Rissnachweis werden durchgeführt. Das bisherige Quickplot-Bewehrungsmodul kann auch hier verwendet werden. Eine Setzungsberechnung bzw. der Nachweis des Geländebruchs mit Datenübernahme können als Nachlaufprogramm angeschlossen werden.

### Koordinatensystem

Ursprung ist der Wandkopf erdseitig: x nach rechts, z nach unten (s. Bild 1).

### Eingaben

#### Geometrie

- Beschreibung des Geländes in bis zu 3 Bereichen durch die Angabe der Bereichslänge und –neigung. Die Eingabe wird durch die Bereichslänge  $l=0$  beendet.  
Durch die Eingabe von  $\Delta h$  ist es möglich, das Gelände tiefer als OK Wand beginnen zu lassen.
- Wandhöhe  $h$  (=Höhe der aufgehenden Wand), Einbindetiefe  $d$ , Dicken der aufgehenden Wand  $h_o/h_u$  und Wandneigung  $\alpha$  innen (die rechts dargestellte Neigung ist die Negativrichtung!)
- Beschreibung der Wandgeometrie: Definition des luftseitigen und erdseitigen Sporns. Der erdseitige Sporn muss vorhanden sein, der luftseitige ist optional.  
Eine Sohlneigung wie dargestellt kann eingegeben werden, ist jedoch nicht zu empfehlen, da bei größeren Neigungswinkeln der Gleitnachweis im benachbarten Bodenbereich geführt werden muss. *Eine geneigte Sohle ist i.a. keine wirtschaftliche Lösung!*

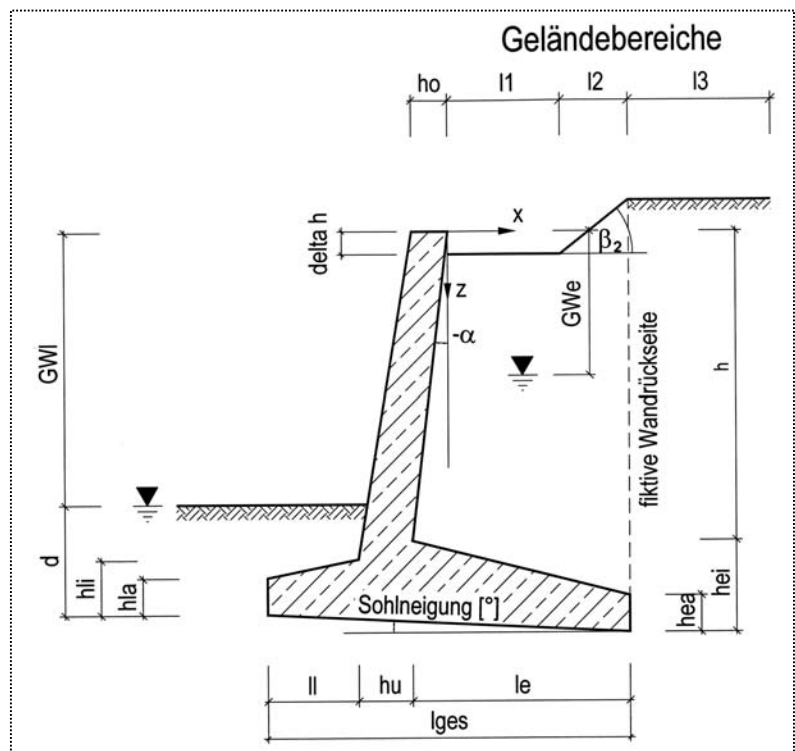


Bild 1

#### Hinweis:

Die Länge des erdseitigen Sporns muss mindestens 1/5 der Wandhöhe  $h$  bzw. 0.30 m betragen!

## Charakteristische Bodenkennwerte und Wasserstand

Für den Baugrund können bis zu 4 Schichten definiert werden. Sie werden ab Wandkopf definiert. Es werden Schichtdicke, Wichte  $\gamma$ , Wichte  $\gamma'$  (unter Auftrieb), Reibungswinkel  $\varphi$  und Kohäsion  $c$  eingegeben. Besteht die Hinterfüllung des Bauwerks aus bindigem Boden, so ist zu beachten, dass der Boden nach dem Einbringen gestört ist und somit keine Kohäsion aufweist!

Der Reibungswinkel  $\varphi$  der Schichten muss mindestens  $15^\circ$  betragen. Für die 1. Schicht ist jedoch auch ein Wert  $\varphi = 0^\circ$  erlaubt, um z.B. landwirtschaftliche Schüttgüter damit zu erfassen.

*Einschränkungen für die Berechnung mit  $\varphi = 0^\circ$ :*

- $\varphi = 0^\circ$  nur für 1. Schicht möglich
- mindestens 2 Schichten sind zu definieren
- kein gebrochenes Gelände
- keine Blocklasten
- Schichtdicke = Höhe der Hinterfüllung (bis UK Fundament)

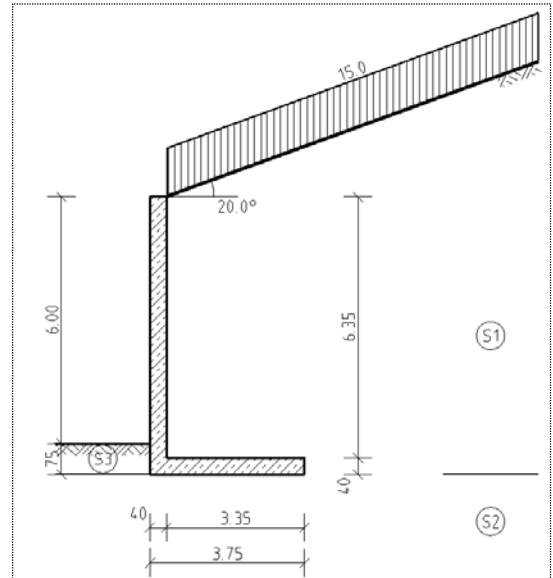


Bild 2

Die erste Schicht muss mindestens bis zur OK Fundament des Bauwerks bzw. OK Sohle reichen, die zweite mindestens bis UK Fundament.

Wird vor dem Sporn ein anderer Boden als die Hinterfüllung eingebaut, so kann hierfür eine eigene Schicht angegeben werden. Diese Schicht gilt über die Einbindetiefe des Bauwerks. Im Beispiel oben (Bild 2) wurde eine solche Schicht definiert.

Für die Hinterfüllung ist ein Wandreibungswinkel  $\delta_1$  an der fiktiven Wandrückseite und  $\delta_2$  an der aufgehenden Wand anzugeben. I.a. wird die Neigung des Erddrucks parallel zur Geländeneigung angesetzt. Wählt der Benutzer diese Option, so ermittelt das Programm die Neigung. Bei gebrochenem Gelände wird dazu näherungsweise ein Gleitkeil unter  $60^\circ$  angesetzt und über die darin enthaltenen Geländeneigungen ein gewichteter Neigungswinkel bestimmt. Gibt der Benutzer selbst den Wandreibungswinkel an, so ist er als Bruchteil des Reibungswinkels zu definieren.

Für den Fall eines vorhandenen Grundwasserstands kann der Grundwasserspiegel erdseitig  $GW_e$  und luftseitig  $GW_l$  definiert werden. Als Maß wird der Abstand vom Wandkopf angegeben. Ein unterschiedlicher Wasserspiegel kann nur im Bereich des Bauwerks angegeben werden, da nur dort ein Differenzwasserdruck abgebaut werden kann. Bei einem Wasserspiegel unterhalb wird  $GW_l = GW_e$  gesetzt. Ein Wasserspiegel oberhalb der Sohle erzeugt in der Sohle eine Auftriebskraft, die von der Wandeigenlast abgezogen wird (Bild 3).

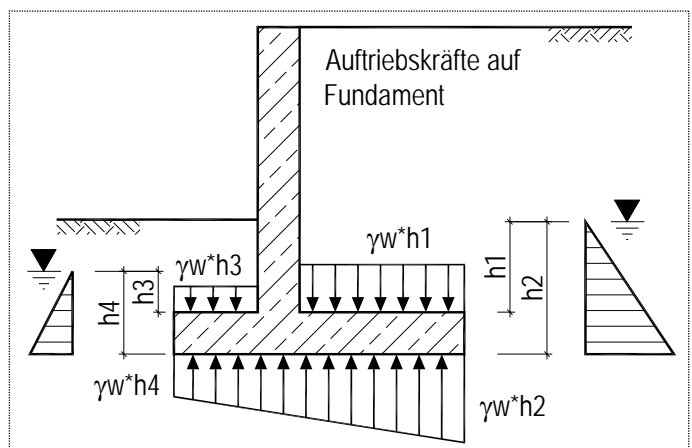


Bild 3

## Belastung

Das Teilsicherheitskonzept im Grundbau kennt prinzipiell nur die Unterscheidung von ständigen und nichtständigen Lasten, daher werden bei der Eingabe nur die Einwirkungskategorien 'G' sowie 'Q,1' angeboten.

- Durchgehende Flächenlast:  
Bei homogenem Gelände kann eine durchgehende Flächenlast angesetzt werden. Diese darf bis zu einer Größe von  $q=10 \text{ kN/m}^2$  als ständige Last betrachtet werden (s. [1], 10.3.1), was sich jedoch nicht immer günstig auswirkt (im Kippnachweis wird u.U. die Ausmitte der ständigen Lasten erhöht).
- Begrenzte Streifenlasten:  
Zur durchgehenden Flächenlast können bis zu 3 Streifenlasten auf dem Gelände definiert werden. Angaben über Lastgröße und Kategorie, Abstand vom Wandkopf, Breite der Last sowie Art der

Erddruckverteilung werden hier erwartet. Bei Streifenlasten mit geringer Breite sind die Verteilungen 2 oder 3, sonst die Verteilungen 1 oder 4 geeignet (Bild 5).

### Hinweis:

Die Angabe der Verteilung wird bei iterativer Erddruckermittlung (s.u.) nicht ausgewertet.

- Lasten am Wandkopf:  
Vertikallasten, Horizontallasten und Momente am Wandkopf können hier angegeben werden. Die oben angegebenen Lastsymbole (Bild 4) zeigen die Positivrichtungen an. Es können ständige und nichtständige Lastanteile definiert werden.
- Zusatzlast auf luftseitigem Sporn:  
Falls zusätzliche Eigenlasten wie z.B. Verkleidung der Wand vorhanden sind, können sie hier als ständige Lasten eingegeben werden.

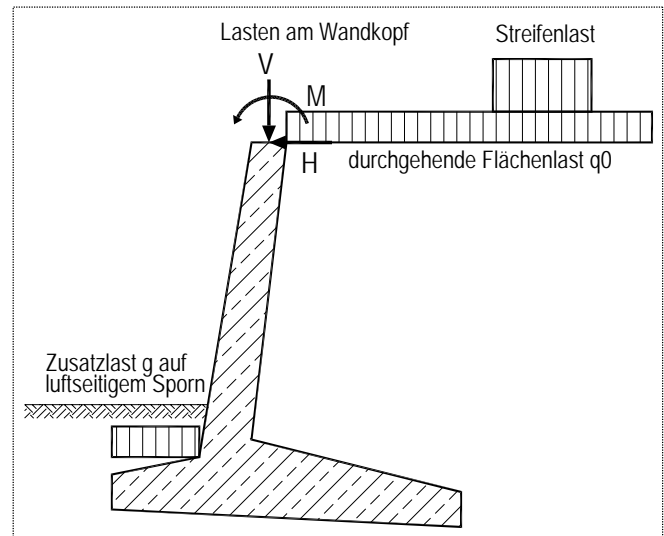


Bild 4

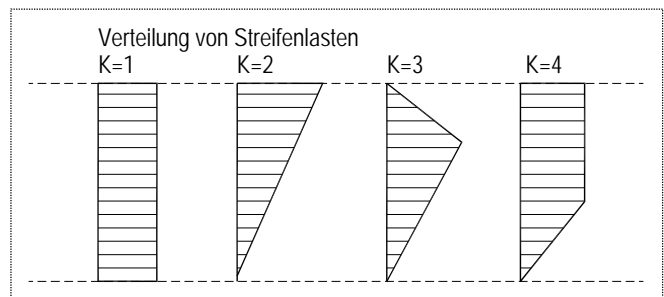


Bild 5

## Teilsicherheiten

Aus den Einwirkungskombinationen (EK) und Sicherheitsklassen der DIN 1054 ergeben sich wieder die bisherigen Lastfälle:

- LF 1 : Ständige Bemessungssituation
- LF 2: Vorübergehende Bemessungssituation (Bauzustand)
- LF 3: Außergewöhnliche Bemessungssituation

Aus dem gewählten Lastfall ergeben sich die Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Widerstände nach [1], 6.4 bzw. [8].

## Berechnungsoptionen

Für die Durchführung der Standsicherheitsnachweise sind u.U. noch einige Optionen anzugeben:

- **Erhöhungsfaktor  $f_1$  für den Erddruck an der fiktiven Wandrückseite:**  
I.a. ist der Erddruck an der fiktiven Wandrückseite als aktiver Erddruck anzusetzen ( $f_1=1.0$ ), nur z.B. bei Gründung auf Fels ist die Standsicherheit mit erhöhtem aktivem Erddruck bzw. Ruhedruck zu führen ( $f_1>1.0$ ).
- **Erhöhungsfaktor  $f_2$  für den Bemessungserddruck:**  
Auch wenn nach [2] die Bemessung der aufgehenden Wand mit einem Mittelwert aus aktivem Erddruck und Ruhedruck durchzuführen ist, wird in diesem Programm zur Vereinfachung und Reduzierung des Outputs ein Erhöhungsfaktor für den aktiven Erddruck verwendet, da der Ruhedruck i.a. nur bei homogenen Verhältnissen ermittelt werden kann.  
*Beispiel:*  
Bei einem Reibungswinkel  $\varphi=30^\circ$  und waagerechtem Gelände ist der Beiwert für den aktiven Erddruck  $K_{agh}=0.33$ , der Beiwert für den Ruhedruck  $K_{oh}=0.50$ . Als Mittelwert ergibt sich 0.42, was durch den Erhöhungsfaktor  $f_2=1.25$  beschrieben werden kann.
- **Ansatz des Erdwiderstands vor dem Fundament:**  
Unter der Bedingung, dass der Boden vor dem Fundament bzw. luftseitigen Sporn nicht entfernt wird, kann vor dem Sporn ein günstig wirkender Erdwiderstand  $E_{ph}$  angesetzt werden. Dieser darf maximal mit dem halben Rechenwert angesetzt werden (beim Grundbruchnachweis maximal 50%, beim Gleitnachweis maximal 30% wegen Verformungsbegrenzung, s. [1], 7.6) und wird mit dem Neigungswinkel  $\delta_p=0$  bestimmt. Der Erdwiderstand geht in Kipp- und Gleitnachweis ein.
- **Ansatz des Erdwiderstands vor dem Fundament für den Grundbruchnachweis:**  
Der oben beschriebene Erdwiderstand kann getrennt auch für den Grundbruchnachweis angewählt werden, jedoch nur dann, wenn er auch für Gleiten und Kippen angesetzt wurde (s.o.).
- **Berücksichtigung eines Verdichtungserddrucks:**  
Bei der Ermittlung des Bemessungserddrucks auf die aufgehende Wand wird ein möglicher Verdichtungserddruck vereinfacht nach [2], 6.6.1, angesetzt (s. Bild 6). Der Verdichtungserddruck wird i. Allg. mit  $e_{vh} = 25 \text{ kN/m}^2$  über eine Tiefe von  $z = 2.00 \text{ m}$  angesetzt, bei unnachgiebigen Wänden muss er u.U. höher gewählt werden.  
Der Verdichtungserddruck wird *nicht* mit dem Erhöhungsfaktor  $f_2$  in Rechnung gestellt. Er wird bei der Ermittlung des Bemessungserddrucks mit dem Erddruck aus Zusatzlasten verglichen. Die jeweils höhere Erddruckordinate  $e_d$  im Bereich der Tiefe  $z$  wird angesetzt.
- **Reibungswinkel für den Gleitsicherheitsnachweis:**  
Bei Ortbetonfundamenten darf i.a. mit einem Reibungswinkel zwischen Fundament und Baugrund  $\delta_g = \varphi$  gerechnet werden, bei Fertigteilen muss  $\delta_g = 2/3 \cdot \varphi$  angesetzt werden.
- **Ansatz von Lasten auf dem erdseitigen Sporn:**  
Eine durchgehende Flächenlast ist als eine Ersatzlast zu betrachten, deren Laststelle variieren kann. Aus diesem Grund ist zu unterscheiden, ob diese Last bei den Standsicherheitsnachweisen auch auf dem erdseitigen Sporn anzusetzen ist. I.a. ist es ungünstiger, sie nicht anzusetzen, die einwirkende Grundbruchlast wird jedoch u.U. dadurch erhöht (aber auch die Tragfähigkeitsbeiwerte erhöht). Es obliegt also dem Benutzer, diese Wahl zu treffen, um die Menge der Ergebnisausgaben zu beschränken.

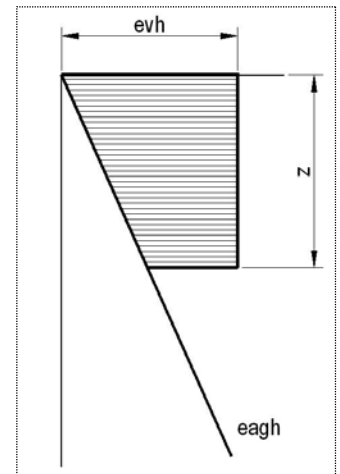


Bild 6

Bild 7 zeigt den Ansatz von durchgehenden Lasten auf dem Sporn:

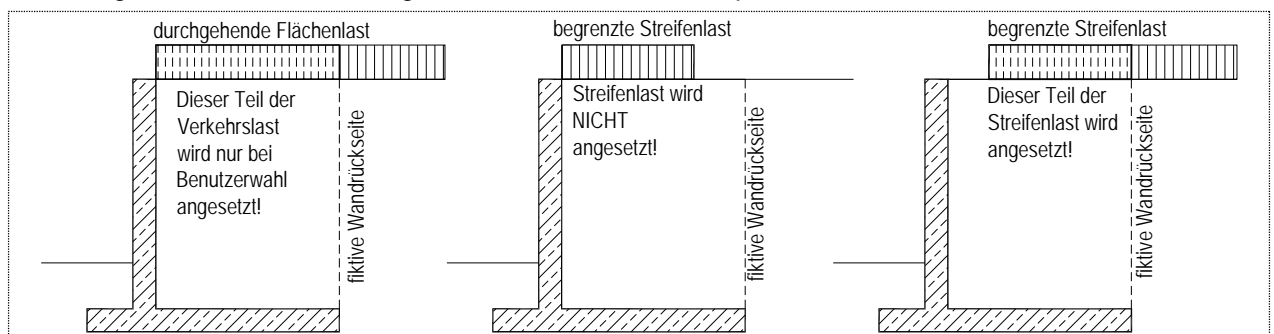


Bild 7

Vorschläge für den Ansatz von SLW-Lasten (Bild 8); im zweiten Fall muss auch die Laststellung am Spornende untersucht werden!

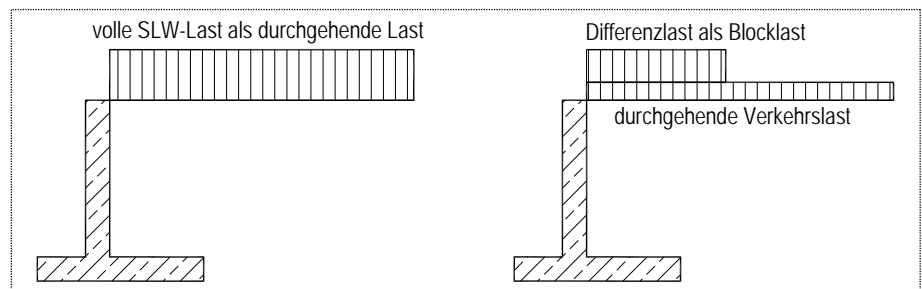


Bild 8

## Ergebnisse: Standsicherheitsnachweise

### Erddruck auf die fiktive Wandrückseite

Die Berechnung des Erddrucks für die Standsicherheit auf die Stützwand darf nach [2] an der fiktiven Wandrückseite erfolgen. Dabei wird der so ermittelte Erddruck auch über die Dicke des erdseitigen Sporns bis UK Fundament angesetzt. Auch wenn dort eigentlich ein Wandreibungswinkel von  $\delta_a = 2/3 \cdot \varphi$  angesetzt werden darf, ist die Differenz der Ergebnisse minimal, da i.a. die Spornbreite gering im Vergleich zur fiktiven Wandhöhe ist.

Da eine Erddruckberechnung mit Hilfe von Formeln nach [2] bzw. [9] für die Erddruckbeiwerte nur dann erfolgen kann, wenn gleichmäßige Verhältnisse vorliegen, wird die Erddruckberechnung wie folgt intern unterschieden: Ungleichmäßige Verhältnisse sind dann gegeben, wenn

- entweder gebrochenes Gelände vorhanden ist,
- oder Grundwasser und ein geneigtes Gelände vorhanden sind,
- oder eine hohe Zusatzlast (Last größer als Eigenlast der Hinterfüllung) vorhanden ist, was eine Untersuchung von möglichen Zwangsgleitflächen zur Folge hat.

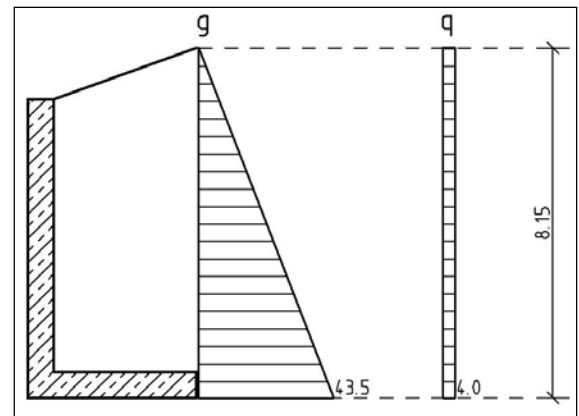


Bild 9

In diesen Fällen wird iterativ gerechnet, so dass eine Ausgabe von Erddruckbeiwerten nicht möglich ist. Es wird hierbei für eine vorgegebene Gleitfuge aus dem Krafteck der Erddruck bestimmt. Die Neigung der Gleitfuge wird variiert, um den größten Erddruck zu erhalten. Lasten außerhalb des Gleitkörpers werden nicht angesetzt! Da mit dieser Methode nur der Gesamterddruck ermittelt werden kann, wird der Erddruck über die Wandhöhe schrittweise ermittelt und dann durch numerische Differentiation die Spannungsverteilung bestimmt. Dadurch entsteht i. Allg. keine lineare Erddruckverteilung wie bei der Berechnung mit Erddruckbeiwerten.

*Liegen ungleichmäßige Verhältnisse vor, wird automatisch die iterative Berechnung durchgeführt; bei gleichmäßigen Verhältnissen kann der Benutzer entscheiden, welche Art der Berechnung er bevorzugt.*

Um Irritationen zu vermeiden, werden auch bei der Berechnung des Erddrucks über die Formeln in [2] bzw. [9] die Erddruckbeiwerte nicht ausgegeben.

Die Erddruckausgabe (s. Bild 9) unterscheidet den Erddruck aus ständigen und nichtständigen Lasten, da diese später bei den Standsicherheitsnachweisen mit unterschiedlichen Sicherheiten versehen werden. Es werden die horizontale und vertikale Erddruckverteilung im Formular ausgegeben.

### Gesamtlasten

Alle für die Standsicherheitsnachweise benötigten Kräfte werden in einer Ausgabetabelle zusammengefasst. Alle zugehörigen Hebelarme beziehen sich auf die Mitte der Sohle (nach oben bzw. rechts positiv).

### Kippsicherheitsnachweis nach DIN 1054

Beim Nachweis gegen Kippen werden alle Einwirkungen als charakteristische Größen angesetzt. Es wird die 1. Kernweite für die Gebrauchsfähigkeit, die Einhaltung der 2. Kernweite als Tragfähigkeitsnachweis überprüft. Dieser Nachweis ist immer zu führen.



## Gleitsicherheitsnachweis nach DIN 1054 (GZ 1B)

Beim Nachweis gegen Gleiten wird dem Bemessungswert der Einwirkungen  $T_d$  (Horizontalkräfte) den Bemessungswerten der Widerstände Gleitwiderstand  $R_{t,d}$  und Erdwiderstand vor dem Fundament  $E_{p,d}$  (falls vom Benutzer zum Ansatz gebracht) entgegengesetzt. Hierbei sind die Beanspruchungen  $T_d$  mit den Teilsicherheiten der Einwirkungen  $\gamma_G$  bzw.  $\gamma_Q$  multipliziert, die Widerstände durch die des Gleitwiderstands  $\gamma_{Gi}$  bzw. des Erdwiderstands  $\gamma_{Ep}$  dividiert.

*Nachweis:*  $T_d \leq R_{t,d} + E_{p,d}$

Der Nachweis gegen Gleiten ist optional, da die H-Lasten u.U. nicht direkt vom Baugrund aufgenommen werden müssen (z.B. Aufnahme durch ein angrenzendes Bauwerk).

## Grundbruchnachweis nach DIN 1054 (GZ 1B)

*Nachweis:*  $N_d \leq R_{n,d}$

$N_d$  ist der Bemessungswert der Beanspruchungen senkrecht zur Sohle

$R_{n,d}$  ist der Bemessungswert des Grundbruchwiderstands, der sich nach [3] ermitteln lässt

Der Nachweis gegen Grundbruch ist optional, da u.U. die Sohldrücke gering sind bzw. der Nachweis auch über zulässige Sohldrücke geführt werden kann. Wird der Nachweis gegen Gleiten nicht geführt, weil die H-Lasten von einem Auflager aufgenommen werden können, so wird der Nachweis gegen Grundbruch ohne H-Lasten durchgeführt.

**Hinweis:** Ist die Resultierende der horizontalen Lasten statt zur Luftseite zur Erdseite gerichtet, sind nicht alle Standsicherheitsnachweise erforderlich. Ein 'Kippen' zum Erdreich hin kann noch stattfinden, ein Gleiten sicherlich nicht, da in einem solchen Fall der Erddruck sich erhöht. Auch der Nachweis gegen Grundbruch muss in einem solchen Fall i. Allg. nicht geführt werden.

## Optimierung der erdseitigen Spornlänge

Sind nicht alle Standsicherheitsnachweise erfüllt, muss meist die Spornlänge erhöht werden. Umgekehrt kann die gewählte Spornlänge reduziert werden, wenn bei den Nachweisen ein entsprechender Abstand zum Grenzzustand vorhanden ist. Deshalb kann nach der Anzeige der Nachweise die Optimierung der erdseitigen Spornlänge angewählt werden. Die Spornlänge wird dabei in Schritten von 10 cm variiert. Liegen ungleichmäßige Verhältnisse vor, kann dies u.U. einige Sekunden dauern.

*Hinweis:*

Nach einer Änderung der erdseitigen Spornlänge ist evtl. zu kontrollieren, ob die Lage von Streifenlasten noch die ungünstigste ist!

## Ergebnisse: Bemessung

### Charakteristische Sohldrücke

Die zur Bemessung der Sporne benötigten Sohldrücke werden dokumentiert für ständige Lasten sowie ständige Lasten + nichtständige Zusatzlasten (Gesamtlasten).

### Bemessungserddruck auf die aufgehende Wand

Der mit dem Erhöhungsfaktor  $f_2$  ermittelte Erddruck auf die aufgehende Wand wird für ständige Lasten sowie für nichtständige Zusatzlasten als charakteristische Größe dargestellt. Aus diesen ergibt sich mit den entsprechenden Teilsicherheiten der Bemessungserddruck  $e_{ah,d}$ . Ein evtl. gewählter Verdichtungserddruck wird dabei als ständige Einwirkung berücksichtigt (s. Berechnungsoptionen).

*Hinweis:*

Es werden bei der Ermittlung des Bemessungserddrucks keine Kombinationsbeiwerte angesetzt, da mögliche Lastkombinationen in den Teilsicherheiten bereits enthalten sind. Zudem überwiegen im Grundbau die ständigen Lasten, so dass ein solcher Ansatz kaum Differenzen erbrächte.

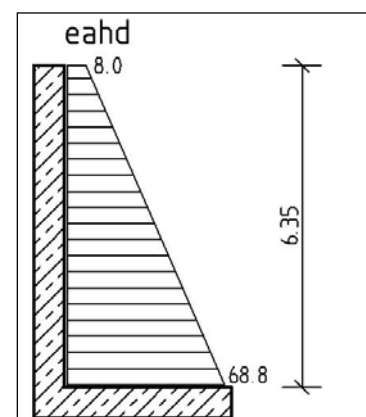


Bild 10

## Stahlbetonbemessung

Eine Stahlbetonbemessung nach DIN 1045-1 ist optional.

Die Bemessung kann wahlweise nach DIN 1045-1:2001-07 oder DIN 1045-1:2008-08 vorgenommen werden.

## Bemessungsschnittgrößen

Nach der Wahl der Baustoffe werden die Bemessungsschnittgrößen ermittelt und ausgegeben. Die Bemessung erfolgt nach [4]. Die Ausgabe erfolgt für die Orte:

- (1) = aufgehende Wand Mitte
- (2) = aufgehende Wand Anschnitt unten
- (3) = erdseitiger Sporn Anschnitt
- (4) = luftseitiger Sporn Anschnitt

Dabei werden die nebenstehenden Kräfte für die Gleichgewichtsbetrachtungen angesetzt. Es ist zu beachten, dass die Erddrücke an der fiktiven Wandrückseite und die Erddrücke der aufgehenden Wand unterschiedlich sind. Daraus resultieren zusätzliche Horizontalkräfte ( $R_o$ ), die auf die OK des erdseitigen Sporns angesetzt werden müssen (s. Bild 11). Die Reibungskräfte in der Sohle werden analog zur Verteilung der Sohldrücke angesetzt.

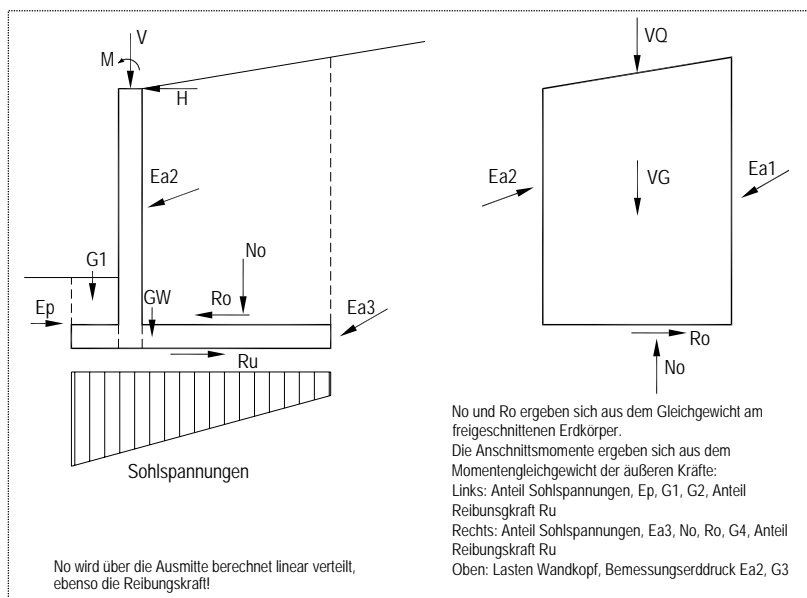


Bild 11

## Bewehrungswahl

Die Wahl der Bewehrung erfolgt für die o.g. Orte wie in anderen Programmen des BTS auch. Es kann dabei Mattenstahl und/oder Stabstahl verwendet werden. Die Wahl wird für die Orte mit statisch erforderlicher Bewehrung und für die Orte mit konstruktiver Bewehrung angeboten.

**Wahlmöglichkeiten:** Durchgehende Bewehrung als Matte oder Stabstahl (mit Angabe der Querbewehrung), ebenso Zulagen als Matte oder Stabstahl, alle Angaben jeweils für innen/außen bzw. unten/oben.

Die hier getroffenen Angaben können im entsprechenden Quickplot-Modul ausgewertet werden, allerdings nur die Angaben für die durchgehende Bewehrung (dieses Modul ist *nicht* Bestandteil des Programms 53W).

## Querkraftnachweis

Der Nachweis einer eventuell erforderlichen Querkraftbewehrung wird ebenfalls nach [4] an den Anschnitten von Wand und Fundament geführt. Ist an einem Ort Querkraftbewehrung notwendig, kann die gewählte Bewehrung und damit die Querkraft-Tragfähigkeit  $V_{rd,ct}$  (ohne Querkraftbewehrung) erhöht werden. Es kann gewählt werden, ob für die Neigung des Druckstrebenwinkels mit dem konstanten Wert  $\cot \theta = 1.2$  oder nach der Formel 73 in [4], 10.3.4 gerechnet werden soll.

## Nachweis der Rissbreite

Aus den Angaben der Bauteilbeanspruchung "Last", "Zwang" oder "Last und Zwang", und dem Betonalter wird der Rissnachweis nach [4], 11.2.2 und 11.2.4 geführt. Hier kann zusätzlich der Ort des Nachweises gewählt bzw. abgewählt werden.

**Hinweis:**

Der Rissnachweis wird nur in Schnittebene geführt. Evtl. erforderliche Rissnachweise in Längsrichtung der Stützwand in der Sohle oder für die aufgehende Wand (Anschnitt zum Fundament) müssen zusätzlich mit einem geeigneten Programm geführt werden, z.B. 44B.

## Angaben zu Umlenkbewehrung Wand – erdseitiger Sporn

Die folgenden Zusatzangaben können für die Ausgabe gewählt werden:

- Um die Zugkräfte aus Momentenbelastung von der Wand zum erdseitigen Sporn zu übertragen, ist die Bewehrung schlaufenförmig auszubilden und mit Steckbügeln einzufassen.
- Beträgt der Bewehrungsgrad  $\mu$  im Rahmenknoten mehr als 0,4%, so sind zusätzlich Schrägzulagen oder Zulagen der Längsbewehrung einzulegen, die der Hälfte der Biegezugbewehrung entsprechen ( s.[5]).
- Beträgt die Bauteildicke mehr als 100 cm, so müssen die Steckbügel in der Lage sein, die gesamten Umlenkkräfte aufzunehmen.

Beispiel für die Ausgabe:

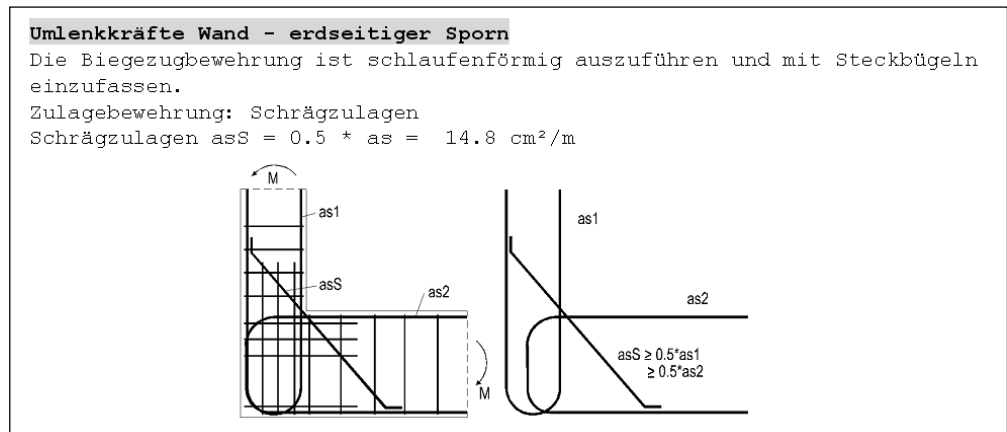


Bild 12

## Wahl der Erddruckausgabe

Für die Ausgabe kann gewählt werden, ob die Erddruckverteilungen als Tabelle und/oder als Grafik dargestellt werden sollen. Damit kann die Menge der Ausgaben begrenzt werden.

## Lastweiterleitung / Allgemeine Weiterleitungsdaten

Für weitere Grundbaunachweise werden die auf das Fundament wirkenden Kräfte (ständige und nichtständige) als Linienlasten sowie Systemdaten für den Geländebruchnachweis abgelegt.

## Optionale Setzungsberechnung / Optionaler Geländebruchnachweis

Als Nachlaufprogramm können die Setzungsberechnung 53R oder der Geländebruchnachweis 53G angefügt werden, wobei Geometrie- und Lastdaten automatisch übernommen werden. Beide Programme sind nicht Bestandteil des Programms 53W.

## Quickplot

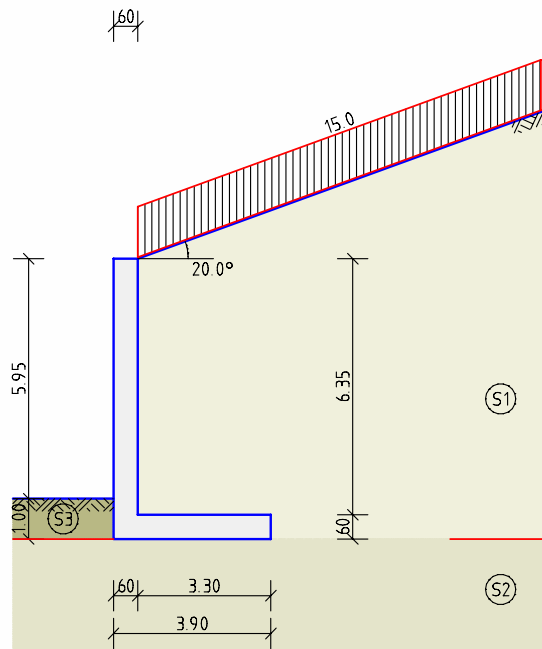
Für das Programm existiert ein Quickplot-Modul, das die Daten übernimmt und ergänzt. Dieses Modul ist nicht Bestandteil des Programms 53W.

## Literatur

- [1] DIN 1054:2005-01
- [2] DIN 4085:2007-10
- [3] DIN E 4017:2001-06
- [4] DIN 1045-1:2001-07 / DIN 1045-1:2008-08
- [5] J. Hegger und W. Roeser: Zur Ausbildung von Knoten. DAST Heft 525 (Berlin 2003), S. 215-217.
- [6] DIN 1045-1, Berichtigung 2 06/2005
- [7] Auslegungen zur DIN 1045-1, Normenausschuss Bauwesen, Internet: <http://www2.nabau.din.de/>
- [8] DIN 1054 Berichtigung 3:2008-01
- [9] DIN V 4085-100:1996-04



## POS. 020 WINKELSTÜTZWAND



GELÄNDE	Bereich	1	2	3
Grundlänge li (m)		10.00	-	-
Geländeneigung beta (Grad)		20.00	-	-
AUFGEHENDE WAND	Wandhöhe aufgehender Schenkel	h = 6.35 m		
	Dicke oben ho = 60 cm,	Dicke unten hu = 60 cm		
	erdseitige Neigung	alpha (GUZ positiv) = 0.0 °		
FUNDAMENT	Einbindetiefe luftseitiger Sporn:	d = 1.00 m		
	Sporn erdseitig Länge le = 3.30 m,	Dicke außen hea/innen hei = 60/ 60 cm		
	Gesamtlänge Fundament lges = 3.90 m			

### Charakteristische Bodenkennwerte

Hinterfüllung und unter Sohle	Nr.	Schichtdicke [m]	gamma [kN/m³]	gamma' [kN/m³]	phi [°]	Kohäsion c [kN/m²]
	1	6.95	20.00	12.00	37.50	0.00
	2	10.00	19.00	11.00	32.50	0.00
vor Fundament	3	1.00	19.00	11.00	32.50	0.00

Wandreibungswinkel fiktive Wandrückseite:	delta a1	zu Geländeneigung
Wandreibungswinkel aufgehende Wand:	delta a2	zu Geländeneigung

### Charakteristische Belastung

Rechnerische Wichte der Wand  $\gamma = 25.0 \text{ kN/m}^3$

Durchgehende Flächenlast auf Gelände  $q_0 = 15.00 \text{ kN/m}^2$  Kategorie Q, 1

### Teilsicherheiten für Lastfall 1, GZ 1B:

G, EA (g)	Q, EA (g)	Wasserdruck	Ep	Gleiten	Grundbruch
1.35	1.50	1.35	1/1.40	1/1.10	1/1.40

### Berechnungsoptionen

- Erhöhungsfaktor für Erddruck Standsicherheit .....  $f_1 = 1.00$

- Ansatz Bemessungserddruck für die aufgehende Wand .....  $E = E_a \cdot f_2$
- Erhöhungsfaktor des aktiven Erddrucks für die Wandbemessung ....  $f_2 = 1.33$
- Ansatz des Erdwiderstands vor dem Fundament: mob. Anteil von  $E_{pk}$  .... 50 %
- Ansatz des Erdwiderstands als Einwirkung beim Grundbruchnachweis: ... ja
- Gleitsicherheitsnachweis mit  $\Delta G = \Phi$
- Standsicherheitsnachweis: Lastanteile von durchgehenden Flächenlasten im Bereich des erdseitigen Sporns ansetzen: nein

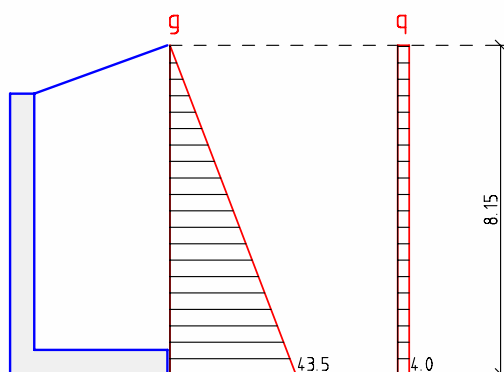
### Standsicherheitsnachweise

#### Erddruck auf fiktive Wandrückseite

Wandneigungswinkel  $\alpha_1 = 20.0^\circ$ 

Höhe unter Gelände [m]	$e_{agh}$	$w$	$e_{aqh}$	$e_{ah}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$e_{agv}$	$e_{aqv}$	$e_{av}$
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.00	0.0	0.0	4.0	4.0	0.0	1.5	1.5
8.15	43.5	0.0	4.0	47.5	15.8	1.5	17.3

#### Erddruck Standsicherheit



Gesamtlasten (Lage auf Mitte Sohle bezogen)

Last (charakteristische Größe)	$H$ [kN/m]	$z$ [m]	$V$ [kN/m]	$x$ [m]
Erd- und Wasserdruck (ständige Lasten)	177.2	2.72	64.5	1.95
Wandegenlast	0.0	0.00	153.8	-1.02
Erdauflast erdseitiger Sporn	0.0	0.00	458.7	0.35
Erdwiderstand $E_{pg}$ vor dem Sporn	-15.8	0.33	0.0	0.00
Summe ständige Lasten	161.5	2.95	677.0	0.19

Erddruck aus nichtständigen Lasten $q$	32.6	4.08	11.9	1.95
Summe nichtständige Lasten	32.6	4.08	11.9	1.95

Gesamtlasten	194.1	3.14	688.8	0.22
--------------	-------	------	-------	------

#### Nachweis gegen Kippen (charakteristische Größen)

Gebrauchsfähigkeit: zulässige Ausmitte  $e_1 = b/6 = 0.65$  m (ständige Last)  
 Tragfähigkeit: zulässige Ausmitte  $e_2 = b/3 = 1.30$  m

Last [kN/m, kNm/m]	$N$	$M$	$e$ [m]
Ständige Lasten (Gebrauchsfähigkeit)	677.0	-348.2	-0.51 < zul. $e_1$
Gesamtlasten (Tragfähigkeit)	688.8	-458.0	-0.66 < zul. $e_2$

### Nachweis gegen Gleiten (GZ 1B)

Sohlreibungswinkel  $\delta_{s,k} = 32.50^\circ$ , mobilisierter Anteil von  $E_{p,k}$ : 50%

Last	g	g+q
Char. Normalkraft in der Sohle $N_k$	677.0	688.8 kN/m
Gleitwiderstand $R_t, d = N_k \cdot \tan \delta_{s,k} / \gamma_{gl}$	392.1	398.9 kN/m
Erdwiderstand vor Stirn $E_p, d = E_{p,k} / \gamma_{ep}$	11.3	11.3 kN/m
Tangentialkräfte in Sohle $T_d$ (Einwirkung)	239.3	288.2 kN/m
<b>Nachweis <math>T_d / (R_t, d + E_p, d)</math></b>	<b>0.593</b>	<b>0.703</b> -

### Nachweis gegen Grundbruch (GZ 1B)

Einwirkungen [kN/m]	$N_k$	$N_d$	$H_{bk}$	$H_{ak}$
	688.8	931.7	194.1	0.0

Rechnerische Breite $b' = b - 2 \cdot e_b$	$b' = 2.57$ m
Gewichteter Reibungswinkel	$\phi = 32.50^\circ$
Gewichtetes Raumgewicht über Sohle	$\gamma_{11} = 19.00$ kN/m <sup>3</sup>
Gewichtetes Raumgewicht unter Sohle	$\gamma_{22} = 19.00$ kN/m <sup>3</sup>
Länge der Grundbruchfuge:	$L = 6.96$ m
Tiefe der Grundbruchfuge:	$\max. d_s = 2.43$ m

Tragfähigkeitsbeiwerte:	$N_{b0} = 15.03$	$N_{d0} = 24.58$	$N_{c0} = 37.02$
Lastneigungsbeiwerte:	$i_b = 0.371$	$i_d = 0.516$	$i_c = 0.495$

Charakteristischer Grundbruchwiderstand	$R_{n,k} = 1318.0$ kN/m
Grundbruchwiderstand $R_{n,d} = R_{n,k} / \gamma_{Gr} = 1318.0 / 1.40 =$	$941.4$ kN/m

**Nachweis  $N_d = 931.7 < R_{n,d} = 941.4$  kN/m**

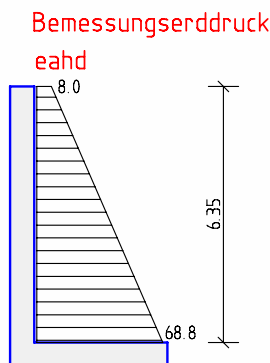
### Charakteristische Sohl drücke

Last	$V_k$ [kN/m]	e [m]	$\sigma_l$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_e$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$b - 2 \cdot e$ [m]	$\sigma_m$ [kN/m <sup>2</sup> ]
g+w	677.0	-0.51	311.0	36.2	2.87	235.8
g+w+ges. q	688.8	-0.66	357.4	0.0	2.57	268.0

### Bemessungserddruck auf aufgehende Wand [kN/m<sup>2</sup>]

Wandreibungswinkel  $\alpha_2 = 20.0^\circ$

Tiefe unter Wandkopf z [m]	Boden- eigenlast $e_{ag,k}$	Wasser- druck w, k	ständige Zusatzlasten $e_{agz,k}$	nichtständige Zusatzlasten $e_{agz,k}$	Verdicht. - Erddruck ev, k	Bem. - Erddruck ea, d
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0
0.00	0.0	0.0	0.0	5.3	-	8.0
6.35	45.1	0.0	0.0	5.3	-	68.8



**Baustoffe:** Normal beton C 25/30 BSt 500S(A)+BSt 500M(A)  
 Größtkorn des Zuschl ags  $d_g = 32.0 \text{ mm}$

Exposi ti onsk lassenauswahl		mi t Betondeckung:		c. mi n del ta. c	gew. c
Ort	Exposi ti onsk lass			[mm]	[mm]
außen :	XC4			25	40
innen :	XC2			20	35

**Bemessungsschni ttgrößen Wand (Zugfaser aufgehende Wand innen, Sporn unten)**

Randabstand der Bewehrung innen  $d_{li} = 5.0$  außen  $d_{la} = 5.5 \text{ cm}$

Ort		1	2	3	4
		Aufgehende Wand		Sporn erdsei tig	Sporn luftsei tig
		Mi tte	unten	Anschni tt	Anschni tt
h	[cm]	60.0	60.0	60.0	-
di	[cm]	55.0	55.0	54.5	-
da	[cm]	54.5	54.5	54.5	-
msd(g)	[kNm/m]	45.8	387.8	-446.3	-
nsd(g)	[kN/m]	-81.9	-198.9	162.7	-
msd(g+q)	[kNm/m]	83.3	543.2	-614.4	-
nsd(g+q)	[kN/m]	-91.1	-217.3	191.8	-
max. qsd	[kN/m]	73.6	243.9	41.0	-
erf. as	[cm²/m]	2.3	21.5	29.4	-

**Bi egebewehrung verti kal er Wi nkel schenkel**

Wahl durchgehende Bewehrung [cm²/m]

Seite	Bew. -Richtung	min. as	max. as	— Stabstahl —	- Matten -	vorh. as
innen	Längsbewehr.	2.31	21.48	ds 25 / 25.0 cm	- x -	19.63
außen	Längsbewehr.	0.00	0.00	ds 10 / 20.0 cm	- x -	3.93
innen	Querbewehr.	0.46	4.30	ds 12 / 20.0 cm	- x -	5.65
außen	Querbewehr.	0.00	0.00	ds 8 / 20.0 cm	- x -	2.51

Wahl Zul agebewehrung [cm²/m]

		erf. as	erf. as	Stabstahl	Matten	vorh. as	vorh. as
— Ort —	Bew. -Richtung	ges.	Zul.	ds / s[cm]	n x Typ	Zul.	ges.
-2- innen	Längsbewehr.	21.48	1.85	25 / 25.0	- x -	19.63	39.26

**Bi egebewehrung Fundament**

Wahl durchgehende Bewehrung [cm²/m]

Seite	Bew. -Richtung	min. as	max. as	— Stabstahl —	- Matten -	vorh. as
oben	Längsbewehr.	29.41	29.41	ds 25 / 25.0 cm	- x -	19.63
unten	Längsbewehr.	0.00	0.00	ds 10 / 20.0 cm	- x -	3.93
oben	Querbewehr.	5.88	5.88	ds 12 / 15.0 cm	- x -	7.54
unten	Querbewehr.	0.00	0.00	ds 8 / 20.0 cm	- x -	2.51

Wahl Zulagebewehrung [cm<sup>2</sup>/m]

Ort	Bew. -Richtung	ges.	erf. as	erf. as	Stabstahl ds / s[cm]	Matten n x Typ	vorh. as	vorh. as
-3- oben	Längsbewehrung	29.41	9.78	25	/ 25.0	- x -	19.63	39.26

### Querkraftnachweis für ständige/vorübergehende Bemessungssituation

Druckstrebenwinkel: automatisch

Ort	d [cm]	cot(theta) [-]	VEd [kN/m]	VRd,ct [kN/m]	VRd,max [kN/m]	erf. asw, 90 [cm <sup>2</sup> /m]
-2- innen	55.0	3.00	243.9	254.3	1545.9	-
-3- oben	54.5	3.00	41.0	229.4	1530.0	-

### Rissnachweis für quasi-ständige Einwirkungen

#### Rissnachweis für Lastbeanspruchung (nach 28 Tagen)

Nachweis der vorh. Rissbreite vorh. Wk 11.2.4

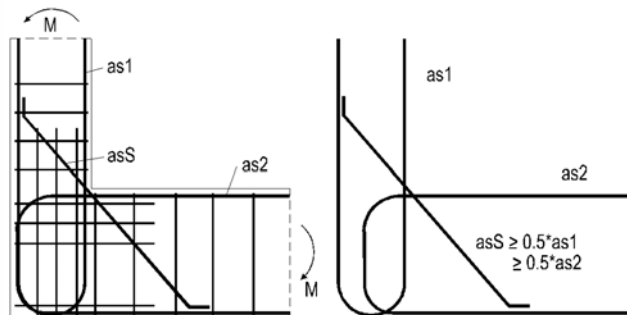
Bezeichnung	Ort [m]	Md [kNm/m]	Nd [kN/m]	Dsm [mm]	min. As [cm <sup>2</sup> /m]	vorh. As [cm <sup>2</sup> /m]	vorh. Wk [mm]	zul. Wk [mm]
-1- innen	-	46.44	-63.7	25.0	-	19.63	0.01	< 0.30
-2- innen	-	339.05	-153.5	25.0	-	39.26	0.12	< 0.30
-3- oben	-	386.59	130.2	25.0	-	39.26	0.20	< 0.30

### Umlenkkräfte Wand - erdseitiger Sporn

Die Biegezugbewehrung ist schlauenförmig auszuführen und mit Steckbügeln einzufassen.

Zulagebewehrung: Schrägzulagen

Schrägzulagen asS = 0.5 \* as = 14.7 cm<sup>2</sup>/m



### Abschätzung der Setzungen für starre Fundamente nach DIN 4019 / EVB

Fundamentabmessung in x-Richtung	bx =	-	m
Fundamentabmessung in y-Richtung	by =	3.90	m

Resultierende Belastung (charakteristische ständige Lasten)

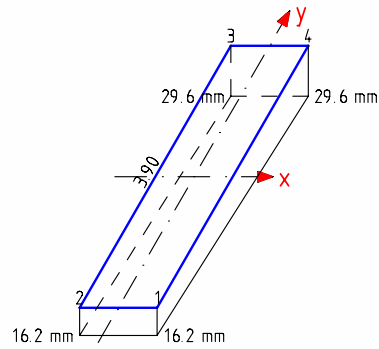
Vk = 677.0 kN/m	Mxk = -348.2 kNm/m	Myk = 0.0 kNm/m
-----------------	--------------------	-----------------

Bodenkennwerte ab UK Sohle

Schicht-Nr.	Schichtdicke z [m]	Mittl. Zusammendrückungsmodul Em [MN/m <sup>2</sup> ]
1	8.00	30.00

Mittlere Sohlpressung sigma m = 173.6 kN/m <sup>2</sup>	mittlere Setzung sm = 22.9 mm
Verkantung um die x-Achse: tan ax = -0.00342	sy = -6.7 mm

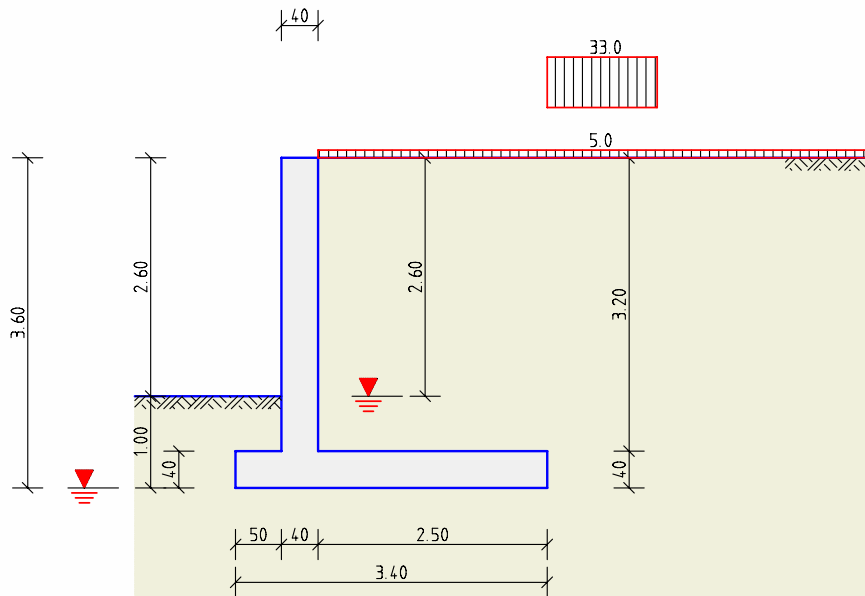




Superposition der Setzungen der Randpunkte

Punkt	1	2	3	4
Setzung [mm]	16.2	16.2	29.6	29.6

## POS. 021 WINKELSTÜTZWAND



GELÄNDE	Bereich	1	2	3
Grundlänge $l_i$ (m)		10.00	-	-
Geländeneigung $\beta$ (Grad)		0.00	-	-
AUFGEHENDE WAND	Wandhöhe aufgehender Schenkel $h = 3.20$ m Dicke oben $h_o = 40$ cm, Dicke unten $h_u = 40$ cm erdseitige Neigung $\alpha$ (GUZ positiv) = $0.0^\circ$			
FUNDAMENT	Einbindetiefe luftseitiger Sporn: $d = 1.00$ m Sporn luftseitig Länge $l_l = 0.50$ m, Dicke außen $h_{la}$ /innen $h_{li} = 40/40$ cm Sporn erdseitig Länge $l_e = 2.50$ m, Dicke außen $h_{ea}$ /innen $h_{ei} = 40/40$ cm Gesamtlänge Fundament $l_{ges} = 3.40$ m			

### Charakteristische Bodenkennwerte

Hinterfüllung und unter Sohle	Nr.	Schichtdicke [m]	$\gamma$ [kN/m³]	$\gamma'$ [kN/m³]	$\phi$ [°]	Kohäsion $c$ [kN/m²]
	1	10.00	20.00	12.00	30.00	0.00

Wandreibungswinkel fiktive Wandrückseite:	$\delta a_1$	zu Geländeneigung
Wandreibungswinkel aufgehende Wand:	$\delta a_2$	zu Geländeneigung

Grundwasserstand	erdseitig $h_e = 2.60$ m unter Wandkopf
	luftseitig $h_l = 3.60$ m unter Wandkopf

### Charakteristische Belastung

Rechnerische Wichte der Wand	$\gamma = 25.0$ kN/m³
------------------------------	-----------------------

Durchgehende Flächenlast auf Gelände	$q_0 = 5.00$ kN/m²	Kategorie G
--------------------------------------	--------------------	-------------

Begrenzte Flächenlasten auf Gelände	1 = konstant, 2 = Dreieck (Maximum oben)
Verteilungsart des Erddrucks:	3 = Dreieck (Maximum innen), 4 = Trapez

Nr.	Lastgröße [kN/m²]	Kategorie	Abstand $x$ von Wandkopf [m]	Lastbreite $b$ [m]	Verteilungsart Erddruck
$q_1$	33.00	Q, 1	2.50	1.20	4

**Teil sicherheiten für Lastfall 1, GZ 1B:**

G, EA (g)	Q, EA (q)	Wasserdruck	Ep	Gleiten	Grundbruch
1.35	1.50	1.35	1/1.40	1/1.10	1/1.40

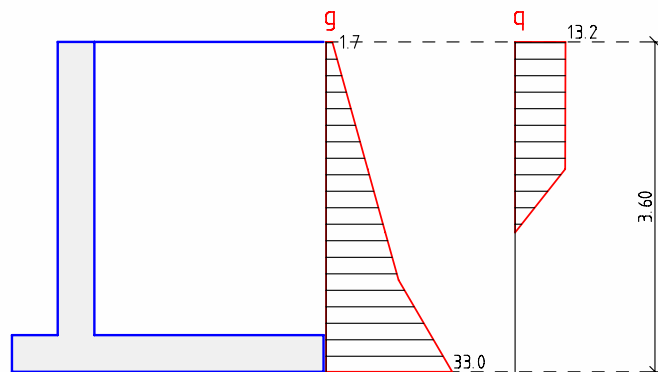
**Berechnungsoptionen**

- Erhöhungsfaktor für Erddruck Standsicherheit .....  $f_1 = 1.00$
- Ansatz Bemessungserddruck für die aufgehende Wand .....  $E = E_a \cdot f_2$
- Erhöhungsfaktor des aktiven Erddrucks für die Wandbemessung ....  $f_2 = 1.25$
- Gleitsicherheitsnachweis mit  $\Delta G = \Phi$
- Standsicherheitsnachweis: Lastanteile von durchgehenden Flächenlasten  
im Bereich des erdseitigen Sporns ansetzen: nein

**Standsicherheitsnachweise**
**Erddruck auf fiktive Wandrückseite**

Wandreibungswinkel  $\delta a_1 = 0.0^\circ$ 

Höhe unter Gelände [m]	eagh	w	eaqh	eah [kN/m <sup>2</sup> ]	eagv	eaqv	eav
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.00	1.7	0.0	13.2	14.9	0.0	0.0	0.0
1.39	10.9	0.0	13.1	24.1	0.0	0.0	0.0
2.08	15.5	0.0	0.0	15.5	0.0	0.0	0.0
2.60	19.0	0.0	0.0	19.0	0.0	0.0	0.0
3.60	23.0	10.0	0.0	33.0	0.0	0.0	0.0

**Erddruck Standsicherheit**


Gesamtlasten (Lage auf Mitte Sohle bezogen)

Last (charakteristische Größe)	H [kN/m]	z [m]	V [kN/m]	x [m]
Er- und Wasserdruck (ständige Lasten)	52.9	1.21	0.0	0.00
Wandegenlast	0.0	0.00	66.0	-0.48
Auftrieb	0.0	0.00	-2.0	1.44
Erdauflast erdseitiger Sporn	0.0	0.00	148.0	0.45
Erdauflast luftseitiger Sporn	0.0	0.00	6.0	-1.45
Summe ständige Lasten	52.9	1.21	218.0	0.11
Erddruck aus nichtständigen Lasten q	22.8	2.72	0.0	0.00
Summe nichtständige Lasten	22.8	2.72	0.0	0.00
Gesamtlasten	75.7	1.66	218.0	0.11

### Nachweis gegen Klippen (charakteristische Größen)

Gebrauchsfähigkeit: zulässige Ausmitte  $e_1 = b/6 = 0.57 \text{ m}$  (ständige Last)  
 Tragfähigkeit: zulässige Ausmitte  $e_2 = b/3 = 1.13 \text{ m}$

Last [kN/m, kNm/m]	N	M	e [m]
Ständige Lasten (Gebrauchsfähigkeit)	218.0	-40.8	-0.19 < zul. $e_1$
Gesamtlasten (Tragfähigkeit)	218.0	-103.0	-0.47 < zul. $e_2$

### Nachweis gegen Gleiten (GZ 1B)

Sohlreibungswinkel  $\delta_{s,k} = 30.00^\circ$

Last	g	g+q
Char. Normalkraft in der Sohle $N_k$	218.0	218.0 kN/m
Gleiwiderstand $R_t, d = N_k \cdot \tan \delta_{s,k} / \gamma_{gl}$	114.4	114.4 kN/m
Erdwiderstand vor Stirn $E_p, d = E_p, k / \gamma_{ep}$	0.0	0.0 kN/m
Tangentialkräfte in Sohle $T_d$ (Einwirkung)	71.4	105.6 kN/m
<b>Nachweis <math>T_d / (R_t, d + E_p, d)</math></b>	<b>0.624</b>	<b>0.923</b> -

### Nachweis gegen Grundbruch (GZ 1B)

Einwirkungen [kN/m]	$N_k$	$N_d$	$H_{bk}$	$H_{ak}$
	218.0	294.3	75.7	0.0

Rechnerische Breite  $b' = b - 2 \cdot e_b$   $b' = 2.46 \text{ m}$   
 Gewichteter Reibungswinkel  $\phi = 30.00^\circ$   
 Gewichtetes Raumgewicht über Sohle  $\gamma_1 = 20.00 \text{ kN/m}^3$   
 Gewichtetes Raumgewicht unter Sohle  $\gamma_2 = 12.00 \text{ kN/m}^3$   
 Länge der Grundbruchfuge:  $L = 4.48 \text{ m}$   
 Tiefe der Grundbruchfuge:  $\max. d_s = 1.66 \text{ m}$

Tragfähigkeitsbeiwerte:  $N_{b0} = 10.05$   $N_{d0} = 18.40$   $N_{c0} = 30.14$   
 Lastneigungsbeiwerte:  $i_b = 0.278$   $i_d = 0.426$   $i_c = 0.393$

Charakteristischer Grundbruchwiderstand  $R_{n,k} = 587.3 \text{ kN/m}$   
 Grundbruchwiderstand  $R_{n,d} = R_{n,k} / \gamma_{Gr} = 587.3 / 1.40 = 419.5 \text{ kN/m}$   
**Nachweis  $N_d = 294.3 < R_{n,d} = 419.5 \text{ kN/m}$**

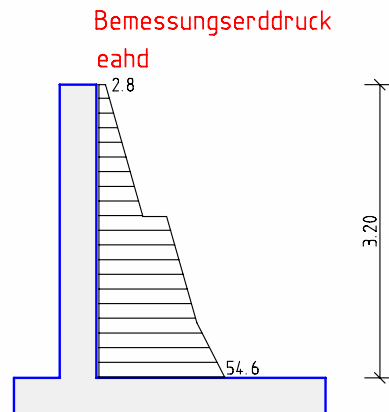
### Charakteristische Sohl drücke

Last	$V_k$ [kN/m]	e [m]	$\sigma_l$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_e$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$b - 2 \cdot e$ [m]	$\sigma_m$ [kN/m <sup>2</sup> ]
g+w	218.0	-0.19	85.3	42.9	3.03	72.1
g+w+ges. q	218.0	-0.47	117.6	10.7	2.46	88.8

### Bemessungserddruck auf aufgehende Wand [kN/m<sup>2</sup>]

Wandreibungswinkel  $\alpha_2 = 0.0^\circ$

Tiefe unter Wandkopf z [m]	Boden- eigenlast $e_{ag,k}$	Wasser- druck w, k	ständige Zusatzlasten $e_{ag,z,k}$	nichtständige Zusatzlasten $e_{aq,z,k}$	Verdicht.- Erddruck ev, k	Bem.- Erddruck ea, d
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0
0.00	2.1	0.0	0.0	0.0	-	2.8
1.44	14.1	0.0	0.0	0.0	-	19.0
1.44	14.1	0.0	0.0	6.9	-	29.4
2.60	23.8	0.0	0.0	6.9	-	42.4
3.20	26.8	6.0	0.0	6.9	-	54.6



Baustoffe: Normal beton C 25/30 BSt 500S(A)+BSt 500M(A)  
Größtkorn des Zuschlags  $d_g = 32.0 \text{ mm}$

Exposition	Expositionsklassenauswahl	mit Betondeckung:	c. min	delta.c	gew.c
Ort	Expositionsklassen		[mm]	[mm]	[mm]
außen	XC4		25	15	40
innen	XC2		20	15	35

### Bemessungsschnittgrößen Wand (Zugfaser aufgehende Wand innen, Sporn unten)

Randabstand der Bewehrung innen  $d_{li} = 5.0$  außen  $d_{la} = 5.5 \text{ cm}$

Ort		1	2	3	4
		Aufgehende Wand	Sporn erdseitig	Sporn luftseitig	
		Mitte	unten	Anschnitt	Anschnitt
h	[cm]	40.0	40.0	40.0	40.0
di	[cm]	35.0	35.0	34.5	34.5
da	[cm]	34.5	34.5	34.5	34.5
msd(g)	[kNm/m]	11.3	76.2	-67.9	8.3
nsd(g)	[kN/m]	-21.6	-43.2	23.0	-10.5
msd(g+q)	[kNm/m]	11.4	92.2	-73.2	12.8
nsd(g+q)	[kN/m]	-21.6	-43.2	64.2	-15.5
max. qsd	[kN/m]	20.6	86.4	67.0	61.8
erf. as	[cm <sup>2</sup> /m]	0.5	5.4	5.6	0.6

### Bei Bewehrung vertikaler Winkelschenkel

Wahl durchgehende Bewehrung [cm<sup>2</sup>/m]

Seite	Bew. -Richtung	min. as	max. as	Stabstahl	- Matten -	vorh. as
innen	Längsbewehrung	0.45	5.43	ds 12 / 30.0 cm	- x -	3.77
außen	Längsbewehrung	0.00	0.00	ds - / - cm	1 x R188 A	1.88
innen	Querbewehrung	0.09	1.09	ds 10 / 25.0 cm	- x -	3.14

Wahl Zulagebewehrung [cm<sup>2</sup>/m]

Ort	Bew. -Richtung	erf. as ges.	erf. as Zul.	Stabstahl ds / s[cm]	Matten n x Typ	vorh. as Zul.	vorh. as ges.
-2- innen	Längsbewehrung	5.43	1.66	12 / 30.0	- x -	3.77	7.54

### Bei Bewehrung Fundament

Wahl durchgehende Bewehrung [cm<sup>2</sup>/m]

Seite	Bew. -Richtung	min. as	max. as	Stabstahl	- Matten -	vorh. as
oben	Längsbewehrung	0.00	5.56	ds 12 / 15.0 cm	- x -	7.54
unten	Längsbewehrung	0.00	0.62	ds - / - cm	1 x R188 A	1.88
oben	Querbewehrung	0.00	1.11	ds 10 / 25.0 cm	- x -	3.14



**Querkraftnachweis für ständige/vorübergehende Bemessungssituation**

Druckstrebenwinkel : automatisch

Ort	d [cm]	cot(theta) [-]	VEd [kN/m]	VRd,ct [kN/m]	VRd,max [kN/m]	erf. asw, 90 [cm <sup>2</sup> /m]
-2- innen	35.0	3.00	86.4	112.3	908.4	-
-3- oben	34.5	3.00	67.0	107.0	892.5	-
-4- unten	34.5	3.00	61.8	69.0	892.5	-

**Rissnachweis für quasi-ständige Einwirkungen**
**Rissnachweis für Lastbeanspruchung ( nach 28 Tagen )**

Nachweis der vorh. Rissbreite vorh. Wk 11. 2. 4

Bezeichnung	Ort [m]	Md [kNm/m]	Nd [kN/m]	Dsm [mm]	min. As [cm <sup>2</sup> /m]	vorh. As [cm <sup>2</sup> /m]	vorh. Wk [mm]	zul. Wk [mm]
-1- innen	-	8.40	-16.0	12.0	-	3.77	0.01	< 0.30
-2- innen	-	61.76	-32.0	12.0	-	7.54	0.19	< 0.30
-3- oben	-	52.06	30.8	12.0	-	7.54	0.20	< 0.30
-4- unten	-	7.64	-9.5	6.0	-	1.88	0.02	< 0.30

**SETZUNGSBERECHNUNG**
**Abschätzung der Setzungen für starre Fundamente nach DIN 4019 / EVB**

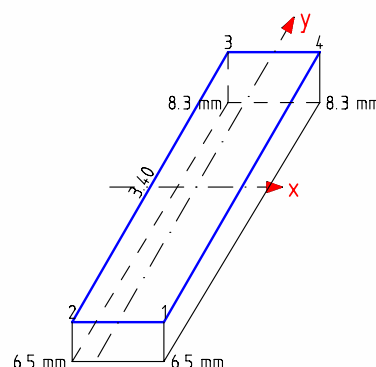
 Fundamentabmessung in x-Richtung bx = - m  
 Fundamentabmessung in y- Richtung by = 3.40 m

Resultierende Belastung (charakteristische ständige Lasten)

 Vk = 218.0 kN/m Mxk = -40.8 kNm/m Myk = 0.0 kNm/m

Bodenkennwerte ab UK Sohle

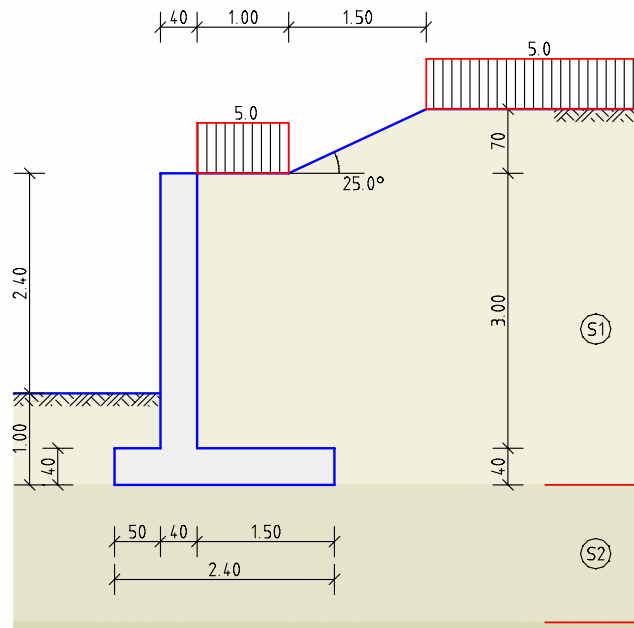
Schicht-Nr.	Schichtdicke z [m]	Mittl. Zusammendrückungsmodul Em [MN/m <sup>2</sup> ]
1	7.00	30.00

 Mittlere Sohlpressung sigma m = 64.1 kN/m<sup>2</sup> mittlere Setzung sm = 7.4 mm  
 Verkantung um die x-Achse: tan ax = -0.00053 sy = -0.9 mm


Superposition der Setzungen der Randpunkte

Punkt	1	2	3	4
Setzung [mm]	6.5	6.5	8.3	8.3

## POS. 022 WINKELSTÜTZWAND



GELÄNDE	Bereich	1	2	3
Grundlänge $l_i$ (m)		1.00	1.50	5.00
Geländeneigung $\beta$ (Grad)		0.00	25.00	0.00
AUFGEHENDE WAND	Wandhöhe aufgehender Schenkel	$h = 3.00$ m		
	Dicke oben $h_o = 40$ cm, Dicke unten $h_u = 40$ cm			
	erdseitige Neigung $\alpha$ (GUZ positiv) = $0.0^\circ$			
FUNDAMENT	Einbindetiefe luftseitiger Sporn:	$d = 1.00$ m		
	Sporn luftseitig Länge $l_l = 0.50$ m, Dicke außen $h_{la}$ /innen $h_{li} = 40/40$ cm			
	Sporn erdseitig Länge $l_e = 1.50$ m, Dicke außen $h_{ea}$ /innen $h_{ei} = 40/40$ cm			
	Gesamtlänge Fundament $l_{ges} = 2.40$ m			

### Charakteristische Bodenkennwerte

Hinterfüllung und unter Sohle	Nr.	Schichtdicke [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	Kohäsion $c$ [kN/m <sup>2</sup> ]
	1	3.40	20.00	12.00	30.00	0.00
	2	1.50	19.00	11.00	25.00	2.00
	3	5.00	18.00	10.00	27.50	0.00

Wandreibungswinkel fiktive Wandrückseite:	$\delta a_1$	zu Geländeneigung
Wandreibungswinkel aufgehende Wand:	$\delta a_2$	zu Geländeneigung

### Charakteristische Belastung

Rechnerische Wichte der Wand  $\gamma = 25.0$  kN/m<sup>3</sup>

Begrenzte Flächenlasten auf Gelände

Verteilungsart des Erddrucks: 1 = konstant, 2 = Dreieck (Maximum oben)  
3 = Dreieck (Maximum innen), 4 = Trapez

Nr.	Lastgröße [kN/m <sup>2</sup> ]	Kategorie	Abstand $x$ von Wandkopf [m]	Lastbreite $b$ [m]	Verteilungsart Erddruck
q1	5.00	G	0.00	1.00	1
q2	5.00	G	2.50	5.00	1

**Teil sicherheiten für Lastfall 1, GZ 1B:**

G, EA (g)	Q, EA (q)	Wasserdruck	Ep	Gleiten	Grundbruch
1.35	1.50	1.35	1/1.40	1/1.10	1/1.40

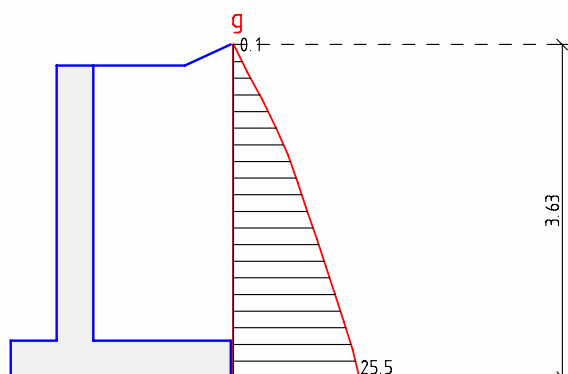
**Berechnungsoptionen**

- Erhöhungsfaktor für Erddruck Standsicherheit .....  $f_1 = 1.00$
- Ansatz Bemessungserddruck für die aufgehende Wand .....  $E = E_a \cdot f_2$   
Erhöhungsfaktor des aktiven Erddrucks für die Wandbemessung ....  $f_2 = 1.25$
- Ansatz des Verdichtungserddrucks für Wandbemessung:  $e_{vh} = 25.0 \text{ kN/m}^2$   
Der Verdichtungserddruck wird bis zu einer Tiefe von  $z = 2.00 \text{ m}$  angesetzt.
- Gleitsicherheitsnachweis mit  $\Delta G = \Phi$
- Standsicherheitsnachweis: Lastanteile von durchgehenden Flächenlasten  
im Bereich des erdseitigen Sporns ansetzen: nein

**Standsicherheitsnachweise**
**Erddruck auf fiktive Wandrückseite**

Wandreibungswinkel  $\delta a_1 = 11.1^\circ$ 

Höhe unter Gelände [m]	$e_{agh}$	w	$e_{aqh}$	$e_{ah}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$e_{agv}$	$e_{aqv}$	$e_{av}$
0.00	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
0.30	2.8	0.0	0.0	2.8	0.6	0.0	0.6
0.60	5.9	0.0	0.0	5.9	1.2	0.0	1.2
0.91	8.7	0.0	0.0	8.7	1.7	0.0	1.7
1.21	11.1	0.0	0.0	11.1	2.2	0.0	2.2
1.51	13.1	0.0	0.0	13.1	2.6	0.0	2.6
1.81	14.9	0.0	0.0	14.9	2.9	0.0	2.9
2.12	16.9	0.0	0.0	16.9	3.3	0.0	3.3
2.42	18.8	0.0	0.0	18.8	3.7	0.0	3.7
2.72	20.6	0.0	0.0	20.6	4.1	0.0	4.1
3.02	22.4	0.0	0.0	22.4	4.4	0.0	4.4
3.33	24.2	0.0	0.0	24.2	4.8	0.0	4.8
3.63	25.5	0.0	0.0	25.5	5.0	0.0	5.0

**Erddruck Standsicherheit**


Gesamtlasten (Lage auf Mitte Sohle bezogen)

Last (charakteristische Größe)	H [kN/m]	z [m]	V [kN/m]	x [m]
Erd- und Wasserdruck (ständige Lasten)	52.1	1.29	10.3	1.20
Wandeinlast	0.0	0.00	54.0	-0.28
Erdauflast erdseitiger Sporn	0.0	0.00	91.2	0.46
Ständige Zusatzlast auf erdseitigem Sporn	0.0	0.00	5.0	0.20
Erdauflast luftseitiger Sporn	0.0	0.00	6.0	-0.95

Last (charakteristische Größe)	H [kN/m]	z [m]	V [kN/m]	x [m]
Summe ständige Lasten	52.1	1.29	166.4	0.21
Erddruck aus nichtständigen Lasten q	0.0	0.00	0.0	0.00
Summe nichtständige Lasten	0.0	0.00	0.0	0.00
Gesamtlasten	52.1	1.29	166.4	0.21

### Nachweis gegen Klappen (charakteristische Größen)

Gebrauchsfähigkeit: zulässige Ausmitte  $e_1 = b/6 = 0.40 \text{ m}$  (ständige Last)  
 Tragfähigkeit: zulässige Ausmitte  $e_2 = b/3 = 0.80 \text{ m}$

Last [kN/m, kNm/m]	N	M	e [m]
Ständige Lasten (Gebrauchsfähigkeit)	166.4	-32.9	-0.20 < zul. $e_1$
Gesamtlasten (Tragfähigkeit)	166.4	-32.9	-0.20 < zul. $e_2$

### Nachweis gegen Gleiten (GZ 1B)

Sohlreibungswinkel  $\delta_{s,k} = 25.00^\circ$

Last	g	g+q
Char. Normalkraft in der Sohle $N_k$	166.4	166.4 kN/m
Gleitwiderstand $R_t, d = N_k \cdot \tan \delta_{s,k} / \gamma_{gl}$	70.5	70.5 kN/m
Erdrückung vor Stirn $E_p, d = E_p, k / \gamma_{ep}$	0.0	0.0 kN/m
Tangentialkräfte in Sohle $T_d$ (Einwirkung)	70.4	70.4 kN/m
<b>Nachweis <math>T_d / (R_t, d + E_p, d)</math></b>	<b>0.998</b>	<b>0.998 -</b>

### Nachweis gegen Grundbruch (GZ 1B)

Einwirkungen [kN/m]	$N_k$	$N_d$	$H_{bk}$	$H_{ak}$
	166.4	224.7	52.1	0.0

Rechnerische Breite  $b' = b - 2 \cdot e_b$   $b' = 2.00 \text{ m}$   
 Gewichteter Reibungswinkel  $\phi = 25.04^\circ$   
 Gewichtete Kohäsion  $c = 2.00 \text{ kN/m}$   
 Gewichtetes Raumgewicht über Sohle  $\gamma_{1} = 20.00 \text{ kN/m}^3$   
 Gewichtetes Raumgewicht unter Sohle  $\gamma_{2} = 19.00 \text{ kN/m}^3$   
 Länge der Grundbruchfuge:  $L = 2.68 \text{ m}$   
 Tiefe der Grundbruchfuge:  $\max. ds = 1.10 \text{ m}$

Tragfähigkeitsbeiwerte:  $N_{b0} = 4.53$   $N_{d0} = 10.71$   $N_{c0} = 20.78$   
 Lastneigungsbeiwerte:  $i_b = 0.324$   $i_d = 0.472$   $i_c = 0.417$

Charakteristischer Grundbruchwiderstand  $R_{n,k} = 349.2 \text{ kN/m}$   
 Grundbruchwiderstand  $R_{n,d} = R_{n,k} / \gamma_{Gr} = 349.2 / 1.40 = 249.5 \text{ kN/m}$

**Nachweis  $N_d = 224.7 < R_{n,d} = 249.5 \text{ kN/m}$**

### Charakteristische Sohl drücke

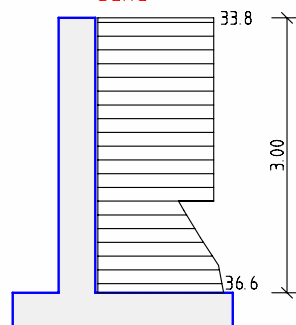
Last	$V_k$ [kN/m]	e [m]	$\sigma_l$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_e$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$b - 2 \cdot e$ [m]	$\sigma_m$ [kN/m <sup>2</sup> ]
g+w	166.4	-0.20	103.6	35.1	2.00	83.0
g+w+ges. q	166.4	-0.20	103.6	35.1	2.00	83.0

### Bemessungserddruck auf aufgehende Wand [kN/m<sup>2</sup>]

Wandneigungswinkel  $\alpha = 13.1^\circ$ 

Tiefe unter Wandkopf z [m]	Boden- eigenlast eag, k	Wasser- druck w, k	ständige Zusatzlasten eagz, k	nichtständige Zusatzlasten eaqz, k	Verdicht.- Erddruck ev, k	Bem.- Erddruck ea, d
0.00	0.0	0.0	1.7	0.0	25.0	33.8
0.30	2.2	0.0	1.8	0.0	25.0	33.8
0.60	4.3	0.0	1.8	0.0	25.0	33.8
0.90	6.5	0.0	1.8	0.0	25.0	33.8
1.20	8.8	0.0	1.8	0.0	25.0	33.8
1.50	11.8	0.0	1.7	0.0	25.0	33.8
1.80	15.1	0.0	0.0	0.0	25.0	33.8
2.00	17.4	0.0	0.0	0.0	25.0	33.8
2.00	17.4	0.0	0.0	0.0	17.4	23.5
2.10	18.5	0.0	0.0	0.0	18.5	25.0
2.40	21.8	0.0	0.3	0.0	21.8	29.9
2.70	24.5	0.0	1.5	0.0	24.5	35.1
3.00	26.4	0.0	0.7	0.0	26.4	36.6

Bemessungserddruck  
eahd



**Baustoffe:** Normal beton C 25/30 BSt 500S(A)+BSt 500M(A)  
 Größtkorn des Zuschlages  $d_g = 32.0 \text{ mm}$

Expositionsklassenauswahl	mit Betondeckung:	c. min	d. ta. c	gew. c
Ort	Expositionsklassen	[mm]	[mm]	[mm]
außen :	XC4	25	15	40
innen :	XC2	20	15	35

### Bemessungsschnittgrößen Wand (Zugfaser aufgehende Wand innen, Sporn unten)

Randabstand der Bewehrung innen  $d_{li} = 5.0$ 

außen  $d_{la} = 5.5 \text{ cm}$ 

Ort		1 Aufgehende Wand Mitte	2 unten	3 Sporn erdseitig Anschnitt	4 Sporn luftseitig Anschnitt
h	[cm]	40.0	40.0	40.0	40.0
d <sub>i</sub>	[cm]	35.0	35.0	34.5	34.5
d <sub>a</sub>	[cm]	34.5	34.5	34.5	34.5
msd(g)	[kNm/m]	7.7	55.1	-40.9	10.0
nsd(g)	[kN/m]	-22.9	-52.5	31.6	-14.7
msd(g+q)	[kNm/m]	7.7	55.1	-40.9	10.0
nsd(g+q)	[kN/m]	-22.9	-52.5	31.6	-14.7
max. qsd	[kN/m]	14.9	56.2	36.4	50.3
erf. as	[cm <sup>2</sup> /m]	0.2	2.9	3.0	0.5



### Bl egebewehrung verti kal er Wi nkel schenkel

Wahl durchgehende Bewehrung [cm<sup>2</sup>/m]

Seite	Bew. -Richtung	min. as	max. as	— Stabstahl —	- Matten -	vorh. as
innen	Längsbewehrg.	0.20	2.89	ds 12 / 20.0 cm	- x -	5.65
außen	Längsbewehrg.	0.00	0.00	ds - / - cm	1 x Q188 A	1.88
innen	Querbewehrg.	0.04	0.58	ds 8 / 25.0 cm	- x -	2.01

### Bl egebewehrung Fundament

Wahl durchgehende Bewehrung [cm<sup>2</sup>/m]

Seite	Bew. -Richtung	min. as	max. as	— Stabstahl —	- Matten -	vorh. as
oben	Längsbewehrg.	0.00	3.04	ds 12 / 20.0 cm	- x -	5.65
unten	Längsbewehrg.	0.00	0.46	ds - / - cm	1 x Q188 A	1.88
oben	Querbewehrg.	0.00	0.61	ds 8 / 25.0 cm	- x -	2.01

### Querkräftenachwei s für ständi ge/vorübergehende Bemessungssi tuati on

Druckstrebenwi nkel : automati sch

Ort	d [cm]	cot(theta) [-]	VEd [kN/m]	VRd, ct [kN/m]	VRd, max [kN/m]	erf. asw, 90 [cm <sup>2</sup> /m]
-2- innen	35.0	3.00	56.2	73.3	908.4	-
-3- oben	34.5	3.00	36.4	97.2	892.5	-
-4- unten	34.5	3.00	50.3	68.9	892.5	-

### Ri ssnachwei s für quasi -ständi ge Ei nwi rkungen

#### Ri ssnachwei s für Lastbeanspruchung ( nach 28 Tagen )

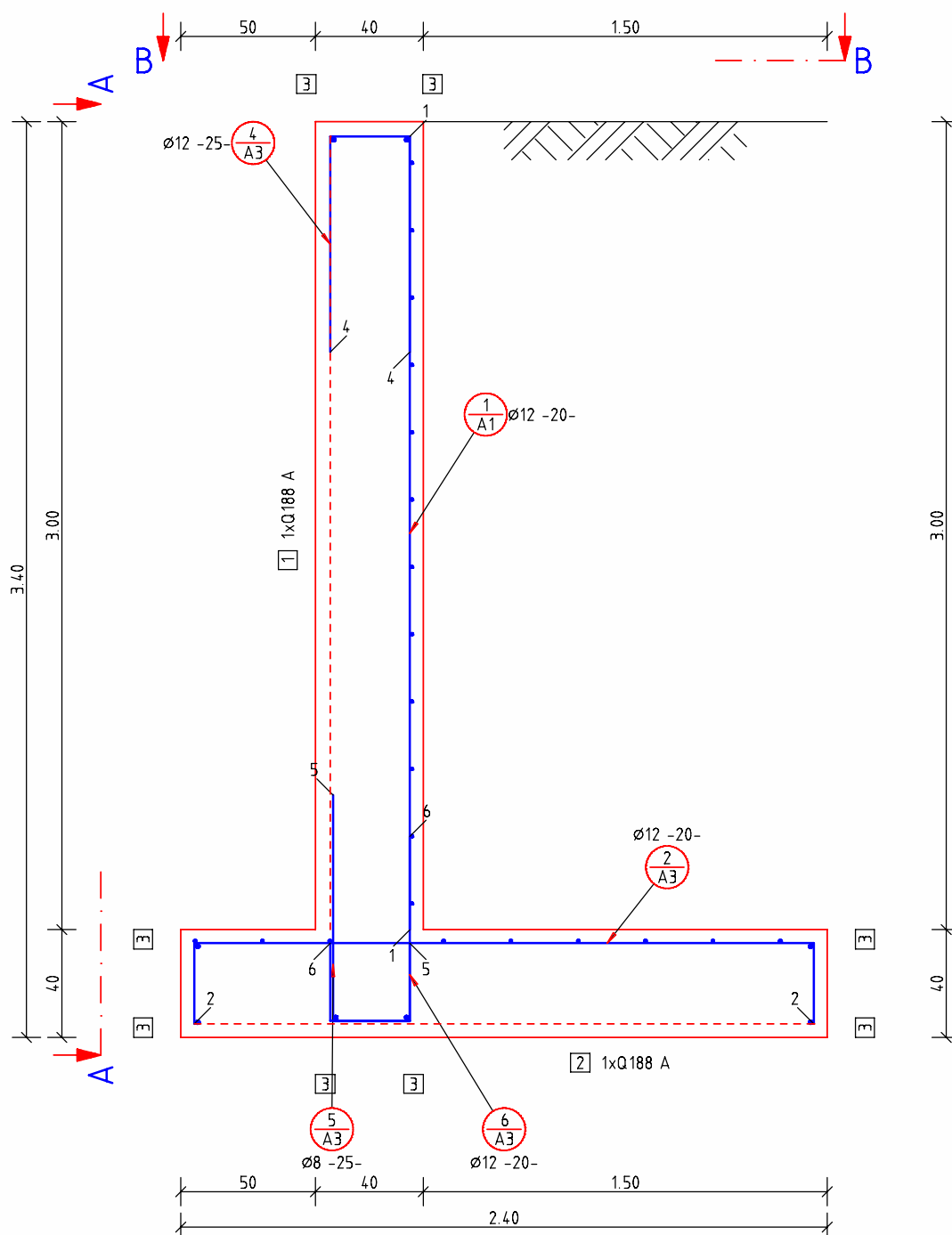
Nachwei s der vorh. Ri ssbrei te vorh. Wk 11. 2. 4

Bezei chnung	Ort [m]	Md [kNm/m]	Nd [kN/m]	Dsm [mm]	min. As [cm <sup>2</sup> /m]	vorh. As [cm <sup>2</sup> /m]	vorh. Wk [mm]	zul. Wk [mm]
-1- innen	-	5.73	-16.9	12.0	-	5.65	0.00 < 0.30	
-2- innen	-	40.85	-38.9	12.0	-	5.65	0.12 < 0.30	
-3- oben	-	30.31	23.4	12.0	-	5.65	0.13 < 0.30	
-4- unten	-	7.44	-10.9	6.0	-	1.88	0.02 < 0.30	

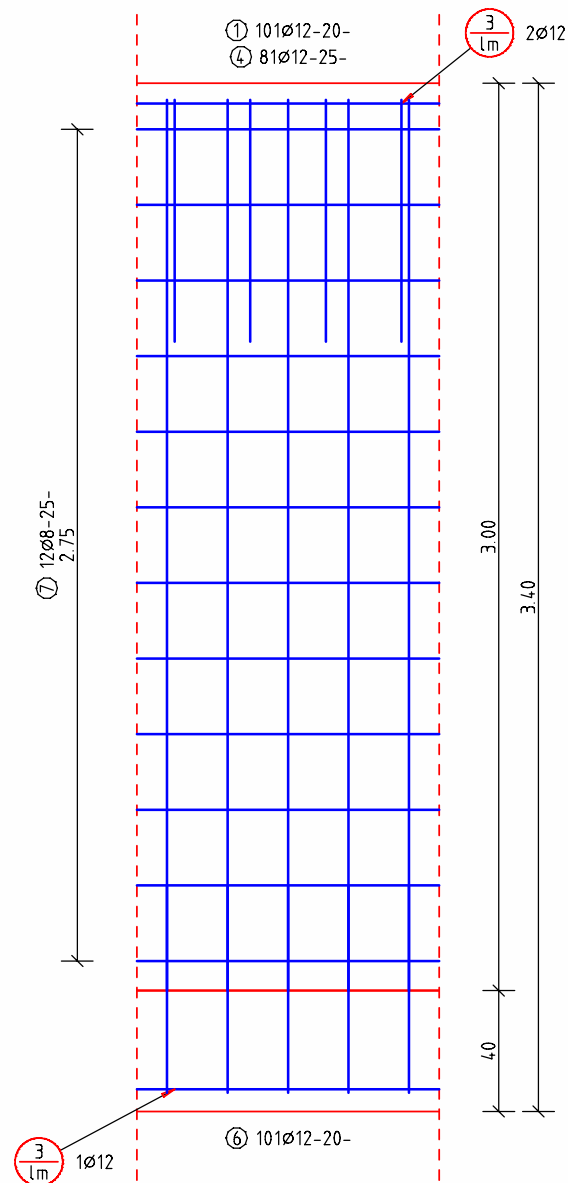
## Pos.22 WINKELSTÜTZWAND

M 1: 25, 20.00 lfdm, C 25/30, BSt 500A, c o/u/l/r = 4.4/4.7/5.1/4.4 cm  
Exposition links: XC4, rechts/oben/unten: XC2

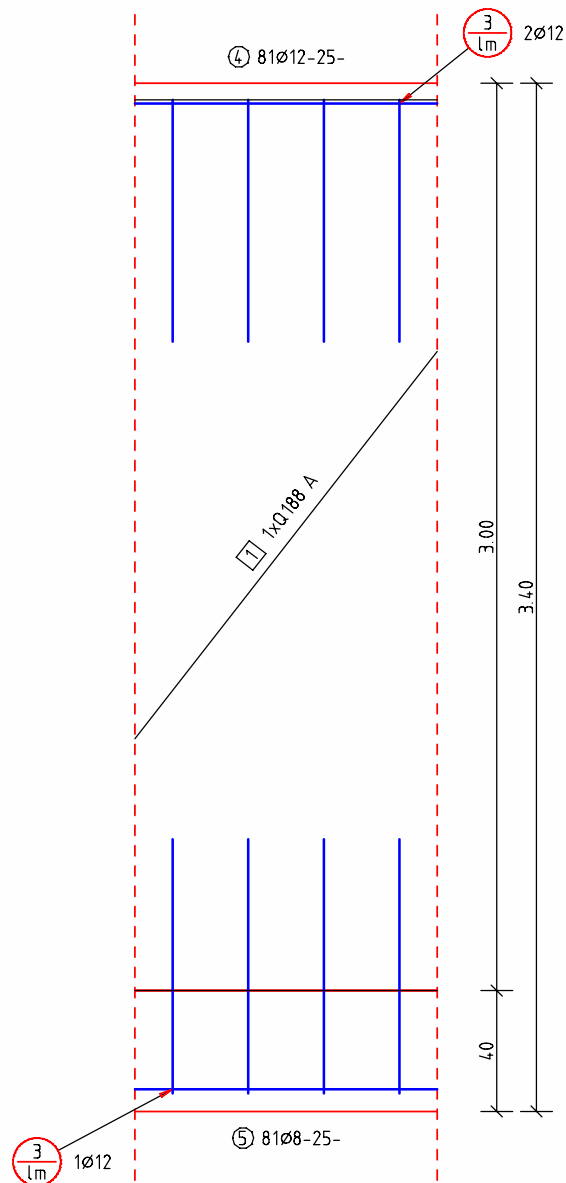
## Querschnitt



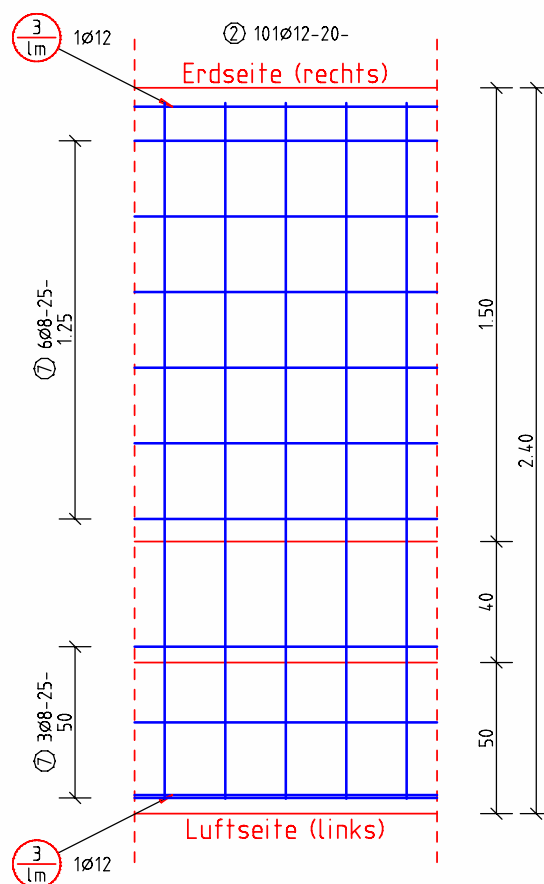
# Schnitt A - A Wandbewehrung (rechts) (Pos.22)



# Schnitt A - A Wandbewehrung (links) (Pos.22)



# Schnitt B - B Fundamentbewehrung oben (Pos.22)





## Schnitt B - B

Fundamentbewehrung unten (Pos.22)

