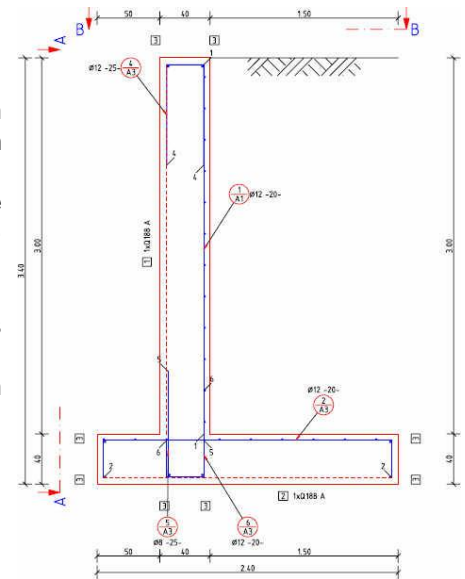


83W Winkelstützwand nach EC7 / DIN 1054

(Stand: Mai 2012)

Das Programm 083W ermittelt die Standsicherheit von Winkelstützwänden nach dem Teilsicherheitskonzept von DIN EN 1997 (EC7) / DIN 1054:2010. 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 5 Schichten bestehen, zusätzlich kann eine Schicht vor dem luftseitigen Sporn definiert werden. Die Eingabe eines Grundwasserstandes erdseitig wie luftseitig ist möglich. Die Definition eines erdseitigen bzw. luftseitigen Sporns ist optional. Es werden die geotechnischen Nachweise und eine Stahlbetonbemessung durchgeführt.



Leistungsumfang

System

- Horizontales, geneigtes oder gebrochenes Gelände
- Fundament mit luft- und/oder erdseitigem Sporn
- Berücksichtigung von Grundwasserständen
- Bis zu 5 Schichten, zusätzliche Schicht vor Fundament möglich

Einwirkungen

- Lasten auf Gelände bzw. am Wandkopf möglich
- Bei Verwendung von Einwirkungsgruppen ist die Definition von Lastfällen möglich (max. 9).

Nachweise/Bemessung

- Standsicherheitsnachweise:
 Nachweise der Lage- und Kippsicherheit, Gleitsicherheit und Grundbruch / zul. Sohlwiderstand, Übernahme von zul. Sohlwiderständen aus anderen Positionen bzw. Tabellen
- Durchführung der Standsicherheitsnachweise Gleiten/Grundbruch für Anfangs- oder Endzustand
- Wandbemessung nach DIN EN 1992 (Biegebemessung, Querkraftbemessung, Rissnachweise)

Grafiken / Ausgabe

- Darstellung des Systems mit Schichtung und Belastung
- Grafik der Grundbruchfuge
- Darstellung der Erddruckverteilung
- Konstruktive Hinweise für Umlenkbewehrung Wand-erdseitiger Sporn
- Komfortable Bestimmung des Ausgabebereichs

Weitere Leistungen

- Übernahme der Bewehrungsdaten in Quickplot-Modul 253W
- Weiterleitung der Geometrie- und Lastdaten für Geländebruchnachweis 83G
- Weiterleitung der Daten für Setzungsrechnung 83R

Voreinstellungen

- Definition von Sporn erdseitig und/oder luftseitig
- Andere Schicht vor Fundament
- Grundwasser vorhanden?
- Auswahl der zu führenden Nachweise
- Wahl End- oder Anfangsstandsicherheit

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 α innen (die in Bild 1 dargestellte Neigung ist die Negativrichtung!)
- Beschreibung der Fundamentgeometrie: Definition des luftseitigen und/oder erdseitigen Sporns. Eine Sohlneigung wie dargestellt kann eingegeben werden, ist jedoch nicht zu empfehlen, da bei größeren Neigungswinkeln der Gleitnachweis im benachbarten Bodenbereich geführt werden muss.

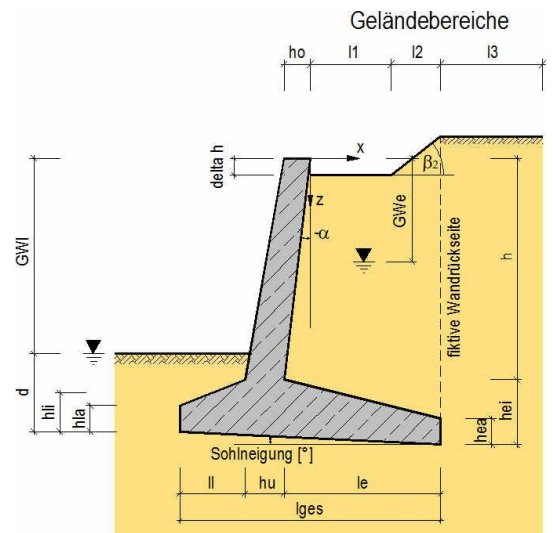


Bild 1: Geometrie

Eine geneigte Sohle ist i. Allg. keine wirtschaftliche Lösung!

Hinweis:

Die Länge des erdseitigen Sporns (wenn definiert) muss mindestens $1/5$ der Wandhöhe h bzw. 0.30 m betragen! Ist kein erdseitiger Sporn (mehr) vorhanden, ändern sich die Spannungsverhältnisse hinter der aufgehenden Wand, so dass ein erhöhter Erddruck für die Wandbemessung nicht mehr notwendig ist. Es kann also u.U. ein erdseitiger Sporn entfallen, auch wenn eine Optimierung der Spornlänge dies nicht anzeigt, da sie ebenfalls das o.g. Kriterium berücksichtigt.

Charakteristische Bodenkenwerte und Wasserstand

Für den Baugrund können bis zu 5 Schichten definiert werden. Sie werden ab Wandkopf definiert. Es werden Schichtdicke, Wichte γ , Wichte γ' (unter Auftrieb), Reibungswinkel φ 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 φ der Schichten muss mindestens 15° 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 bzw. OK Sohle)

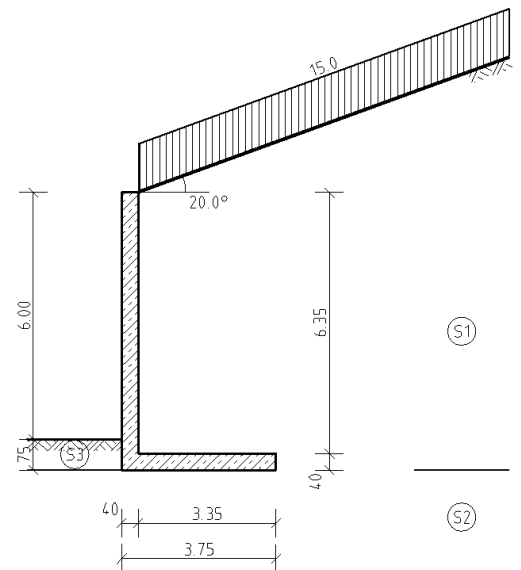


Bild 2: Schicht vor dem Fundament

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 δ_{a1} an der fiktiven Wandrückseite und δ_{a2} an der aufgehenden Wand anzugeben. I.a. wird die Neigung des Erddrucks parallel zur Geländeneigung angesetzt, wenn ein erdseitiger Sporn vorhanden ist. Wählt der Benutzer diese Option, so ermittelt das Programm die Neigung. Bei gebrochenem Gelände wird dazu näherungsweise ein Gleitkeil unter 60° 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 (s. Bild 3).

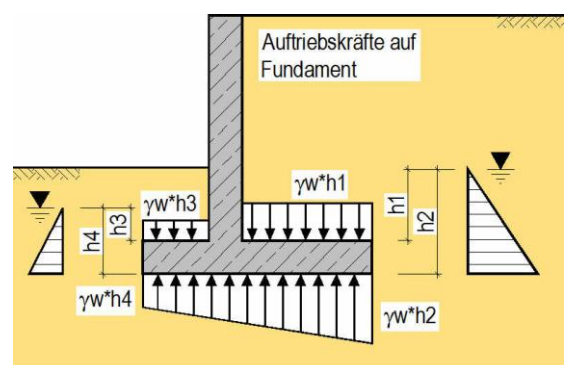


Bild 3: Auftriebskräfte

Belastung

Sollen mehrere Oberflächenlasten gleichzeitig mit der vollen Größe angesetzt werden, so sind sie der selben Einwirkungskategorie zuzuordnen.

Im Allgemeinen ist es ausreichend, zwischen ständigen und veränderlichen Einwirkungen zu unterscheiden. Als Einwirkungskategorien stehen die üblichen Hochbau-Kategorien sowie die Kategorien Q,1 bis Q,9 zur Verfügung, der Erddruck aus Bodeneigenlast wird immer der Kategorie Q,E zugeordnet.

- 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], 9.5.1 A(10)), 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 4).

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.

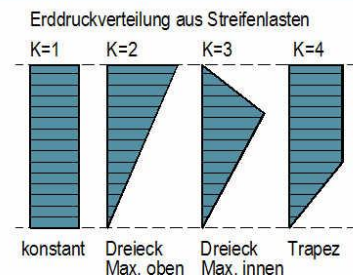
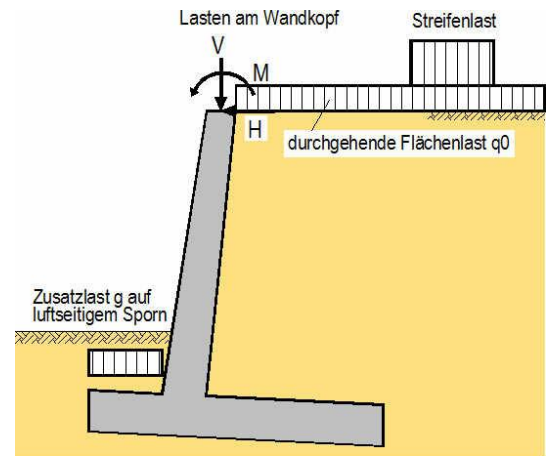


Bild 4: Arten der Belastung

Teilsicherheiten

In EC7, 2.2, werden die folgenden Bemessungssituationen definiert:

- BS-P: Ständige Bemessungssituation
- BS-T: Vorübergehende Bemessungssituation (z.B. Bauzustand)
- BS-A: Außergewöhnliche Bemessungssituation
- BS-E: Erdbeben

Aus der gewählten Bemessungssituation ergeben sich die Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Widerstände nach [1]. Sind Einwirkungen der Kategorie A,1 (außergewöhnliche Einwirkungen) bzw. A,E (Erdbeben-Einwirkungen) vorhanden, werden die entsprechenden Kombinationen mit den zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerten automatisch untersucht, so dass der Benutzer nur noch entscheiden muss, ob die Situation BS-P oder BS-T ebenfalls untersucht werden muss.

Ansatz eines Erdwiderstands vor dem Fundament

Es ist möglich, über die Einbindetiefe oder die Spornhöhe einen Erdwiderstand E_{phk} anzugeben, der in den Standsicherheitsnachweisen günstig wirkt. Dies setzt jedoch voraus, dass die daraus entstehenden Verformungen verträglich sind. Beim Nachweis der Gleitsicherheit kann der volle Erdwiderstand angesetzt werden, wenn der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit eingehalten ist (s.u.). Beim Nachweis der Grundbruchsicherheit oder des zul. Sohlwiderstands darf er maximal mit $mob.E_{ph}=0.5 \cdot E_{phk}$ angesetzt werden (s. [1], 6.5.2.2. A(10)).

Der charakteristische Erdwiderstand wird mit dem Wandreibungswinkel $\delta_p = 0$ bestimmt.

Bei den Nachweisen der Lagesicherheit und der Kippsicherheit ist davon abzuraten, den Erdwiderstand anzusetzen. Er hat hier im Übrigen nur geringen Einfluss.

Der Benutzer kann wählen, für welche Nachweise ein Erdwiderstand angesetzt werden soll.

Berechnungsoptionen

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

- **Sohlreibungswinkel für den Gleitsicherheitsnachweis:**
Bei Ortbetonfundamenten darf i.Allg. mit einem Reibungswinkel zwischen Fundament und Baugrund $\delta_k = \varphi$ gerechnet werden, bei Fertigteilen (ohne Mörtelbett) muss $\delta_k = 2/3 \cdot \varphi$ angesetzt werden.
- **Erhöhungsfaktor f_1 für den Erddruck an der fiktiven Wandrückseite:**
I.Allg. 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 Mindesterdruks für kohäsive Schichten:**
Bei Stützbauwerken darf ein Mindestwert für den Erddruck nicht unterschritten werden, der sich aus dem Reibungswinkel $\varphi = 40^\circ$ und der Kohäsion $c = 0$ ergibt (vgl. [2], 6.3.1.5).
- **Berücksichtigung eines Verdichtungserdrucks:**
Bei der Ermittlung des Bemessungserdrucks auf die aufgehende Wand wird ein möglicher Verdichtungserddruck vereinfacht nach [2], 6.6.1, angesetzt (s. Bild 5). 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 Bemessungserdrucks mit dem Erddruck aus Zusatzlasten verglichen. Die jeweils höhere Erddruckordinate e_d im Bereich der Tiefe z wird angesetzt.

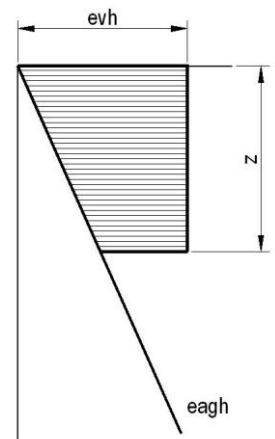


Bild 5:
Verdichtungserddruck

Ergebnisse: Standsicherheitsnachweise

Alle Standsicherheitsnachweise werden mit repräsentativen Kombinationen durchgeführt, die zwar Kombinationsbeiwerte, aber keine Teilsicherheitsbeiwerte beeinhalteten. Die Teilsicherheitsbeiwerte der Einwirkungen werden erst im jeweiligen Nachweis angesetzt.

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. Allg. die Spordicke gering im Vergleich zur fiktiven Wandhöhe ist.

Da eine Erddruckberechnung mit Hilfe von Formeln nach [2] bzw. [6] 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 10% der Eigenlast der Hinterfüllung) vorhanden ist,

was eine Untersuchung von möglichen Zwangsgleitflächen zur Folge hat.

In diesen Fällen sollte iterativ gerechnet werden, so dass eine Ausgabe von Erddruckbeiwerten nicht möglich ist. Es wird hierbei für eine vorgegebene Gleitfuge aus dem Kräfteck 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 oder einer hohen Zusatzlast kann der Benutzer entscheiden, welche Art der Berechnung er bevorzugt.

Die Erddruckausgabe (s. Bild 6) unterscheidet den Erddruck aus Bodeneigenlast und allen zusätzlichen ständigen und nichtständigen Lasten, da diese später bei den Standsicherheitsnachweisen mit unterschiedlichen Sicherheiten bzw. Kombinationsbeiwerten versehen werden. Alle Werte sind charakteristische Größen.

Gesamtlasten (char. Lasten)

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

Hinweis zur Notwendigkeit der Standsicherheitsnachweise

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

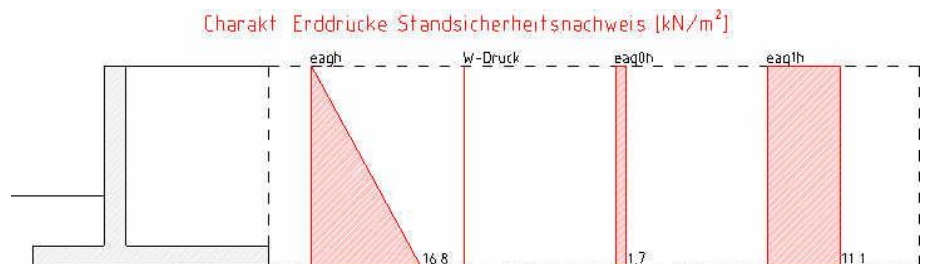


Bild 6: Erddruck an der fiktiven Wandrückseite

Nachweis der Lagesicherheit (Kippsicherheit) nach DIN 1054:2010 / DIN EN 1997-1 (GZ EQU)

Als Nachweis der Lagesicherheit (EQU) wird der Nachweis der Kippsicherheit nach [1], 6.5.4, geführt. Hierbei ist nachzuweisen, dass die destabilisierenden Momente geringer als die stabilisierenden sind, oder umformuliert, dass die aus destabilisierenden und stabilisierenden Momenten resultierenden Ausmitten kleiner als $b/2$ bleiben: $e_{xd} \leq \text{zul. } e_x = b_x/2$.

Der Nachweis wird in Tabellenform für alle Kombinationen der Lagesicherheit geführt, wobei alle ständigen Lasten jeweils einmal als stabilisierend bzw. destabilisierend angesetzt werden. Das Fundament-Eigengewicht und ein evtl. angesetzter Erdwiderstand werden immer als stabilisierend angesetzt.

Bei Begrenzung der Ausgaben wird jeweils die ungünstigste Kombination für e_x angegeben.

Nachweis der Kippsicherheit nach DIN 1054:2010, 6.6.5 (Gebrauchsfähigkeit)

Für ständige Lasten muss als *Gebrauchsfähigkeitsnachweis* die 1. Kernweite, für ständige + veränderliche Lasten die 2. Kernweite eingehalten werden. Es werden dabei repräsentative Lastkombinationen angesetzt. Hierbei sind die folgenden Begrenzungen einzuhalten:

$$\text{bez.e} = \frac{e_x}{b_x} + \frac{e_y}{b_y} \leq \frac{1}{6} \quad (\text{ständige Lasten})$$

$$\text{bez.e} = \left(\frac{e_x}{b_x} \right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y} \right)^2 \leq \frac{1}{9} \quad (\text{ständige + veränderliche Lasten})$$

Zusätzlich werden die mittleren Bodenpressungen (charakteristische und Bemessungsgrößen) ermittelt. Dabei werden die Bemessungsgrößen auf die Fläche A' (mit Ausmitten aus charakteristischer Last) angesetzt:

$$\sigma_{\text{Ek}} = \frac{F_{zk}}{A'} \quad \text{mit } A' = b'_x \cdot b'_y = (b_x - 2 \cdot e_x) \cdot (b_y - 2 \cdot e_y)$$

$$\sigma_{\text{Ed}} = \frac{F_{zd}}{A'} \quad \text{mit } F_{zd} = F_{z\text{gk}} \cdot \gamma_G + F_{z\text{qk}} \cdot \gamma_Q \quad (\text{Teilsicherheitsbeiwert für GZ GEO - 2})$$

Der Nachweis wird in Tabellenform für alle repräsentativen Kombinationen geführt. Bei der Begrenzung der Ausgaben wird jeweils die ungünstigste Kombination für ständige Lasten sowie für ständige + veränderliche Lasten angegeben.

Der Nachweis muss nur für Kombinationen der Bemessungssituation BS-P und BS-T geführt werden.

Hinweis:

Es werden nur die Ergebnisse ausgegeben, bei denen sich eine positive Ausmitte ergibt. Sind negative Ausmitten vorhanden, ist ein Kippnachweis nicht sinnvoll, da ein rückdrehendes Moment eine Vergrößerung des Erddrucks bis hin zum Erdwiderstand erzeugen würde. Dadurch wäre allerdings das ursprüngliche statische System auf den Kopf gestellt, da der Erddruck aus der Hinterfüllung als Einwirkung und nicht als Widerstand definiert ist.

Nachweis der Gleitsicherheit

Der Gleitsicherheitsnachweis wird für den Grenzzustand GZ GEO-2 geführt, d.h. dass alle Einwirkungen mit den jeweiligen Teilsicherheiten erhöht, alle Widerstände durch Teilsicherheiten reduziert werden. Die Einwirkungen T_d ergeben sich aus den vorhandenen Horizontallasten, der Widerstand $R_{n,d}$ aus der möglichen Reibungskraft, die sich aus der charakteristischen Normalkraft N_k und dem Reibungswinkel zwischen Sohle und Baugrund δ_k ergibt.

$$\text{Nachweis: } T_d \leq R_d + E_{pd} \quad \text{mit } T_d = H_{gk} \cdot \gamma_G + H_{qk} \cdot \gamma_Q \quad \text{und } E_{pd} = \frac{E_{pk, \text{mob}}}{\gamma_{Re}}$$

$$\text{Endstandsicherheit: } R_d = \frac{R_k}{\gamma_{Rh}} = \frac{N_k \cdot \tan \delta_k}{\gamma_{Rh}}$$

$$\text{Anfangsstandsicherheit: } R_d = \frac{A_c \cdot c_u}{\gamma_{Rh}} \quad \text{mit } A_c = \text{überdrückte Sohlfläche (aus char. Lasten)}$$

Der Nachweis wird in Tabellenform für alle repräsentativen Kombinationen geführt. Bei der Begrenzung der Ausgaben wird für jede Bemessungssituation die Kombination mit dem größten Ausnutzungsgrad angegeben.

Nachweis der Verschiebungen in der Sohlfläche:

Wird ein Erdwiderstand beim Gleitsicherheitsnachweis mit angesetzt, so ist nach [1], A 6.6.6, nachzuweisen, dass "bei mindestens mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden

- nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Gleitwiderstands (R_k) in der Fundamentsohle sowie
- nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands (E_{pk}) vor der Stirnseite des Fundamentkörpers

zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte parallel zur Sohlfläche erforderlich sind."

$$\text{Nachweis: } T_k \leq \frac{2}{3} R_k + \frac{1}{3} E_{pk}$$

Ist der Nachweis nicht eingehalten, so wird kein Erdwiderstand beim Gleitsicherheitsnachweis angesetzt.

Nachweis der Grundbruchsicherheit

Der Grundbruchsicherheitsnachweis wird ebenfalls für den Grenzzustand GZ GEO-2 gemäß DIN 4017 geführt. Auf der Grundlage der repräsentativen Beanspruchungen wird ein charakteristischer Grundbruchwiderstand ermittelt, woraus durch Division mit dem Teilsicherheitsbeiwert für den GZ GEO-2 der Bemessungswert bestimmt wird. Diesem wird der Bemessungswert der Vertikallasten entgegengesetzt.

$$\text{Nachweis: } T_d \leq R_d \quad \text{mit} \quad T_d = V_{gk} \cdot \gamma_G + V_{qk} \cdot \gamma_Q \quad \text{und} \quad R_d = R_{nk} / \gamma_{Rv}$$

Ein anzusetzender Erdwiderstand $E_{p, \text{mob}}$ reduziert die charakteristischen Horizontallasten, die in die Ermittlung von R_{nk} eingehen.

Beim Nachweis der Anfangsstandsicherheit wird für kohäsive Schichten $\varphi=0$ und $c=c_u$ angesetzt.

Der Nachweis wird in Tabellenform für alle repräsentativen Kombinationen geführt. Für die Kombination mit dem größten Ausnutzungsgrad wird zusätzlich ein ausführlicher Nachweis mit allen Beiwerten ausgegeben, der jedoch später auch deaktiviert werden kann. Bei der Begrenzung der Ausgaben wird für jede Bemessungssituation die Kombination mit dem größten Ausnutzungsgrad angegeben.

Hinweis:

Wenn der Gleitsicherheitsnachweis nicht geführt wird, werden beim Grundbruchnachweis die H-Lasten zu Null gesetzt, da in einem solchen Fall ein horizontales Auflager vorausgesetzt wird.

Einschränkungen für den Nachweis (s. [3]):

- Die Reibungswinkel der Schichten im Bereich der Bruchfläche dürfen nicht mehr als 5° vom arithmetischen Mittelwert abweichen.
- Die Lastneigung δ der Resultierenden darf nicht größer als der (mittlere) Reibungswinkel φ sein.

Nachweis des Sohlwiderstands nach DIN 1054:2010 für Regelfälle

Alternativ zum Grundbruchnachweis kann die Aufnahme der Vertikalkräfte für **Regelfälle** auch durch die Ermittlung des zulässigen Sohlwiderstands σ_{Rd} nachgewiesen werden ([1], A 6.10). Die früheren (charakteristischen) Werte der zulässigen Bodenpressung wurden durch die Erhöhung um den Faktor 1.4 in Bemessungswerte des Sohlwiderstands umgewandelt, wobei die Ermittlung von Erhöhungs- bzw. Reduktionsfaktoren weitgehend gleich geblieben ist.

$$\text{Nachweis: } \sigma_{Ed} \leq \sigma_{Rd} \quad \text{mit der Ermittlung von } \sigma_{Ed} \text{ wie beim Kippnachweis}$$

Der Nachweis wird in Tabellenform für alle repräsentativen Kombinationen geführt. Für die Kombination mit dem größten Ausnutzungsgrad wird zusätzlich ein ausführlicher Nachweis mit allen Faktoren ausgegeben, der jedoch später auch deaktiviert werden kann. Bei der Begrenzung der Ausgaben wird für jede Bemessungssituation die Kombination mit dem größten Ausnutzungsgrad angegeben.

Nachweis des Sohlwiderstands mit eigener Tragfähigkeitstabelle (Daten aus 83T-Position)

Häufig liegen der Berechnung des Sohlwiderstands Angaben des Bodengutachters zu Grunde, oder der Benutzer hat sich Sohlwiderstände in Tabellenform zusammengestellt. Wenn er diese Werte mit dem Programm 83T ermittelt hat, kann diese Tabelle als Grundlage für die Ermittlung des zul. Sohlwiderstands dienen, der Verweis auf die entsprechende Positionsnummer genügt. Der zulässige Wert für die aktuelle Fundamentbreite b_x wird dann über Interpolation der Tabellenwerte ermittelt (s. Bild 7).

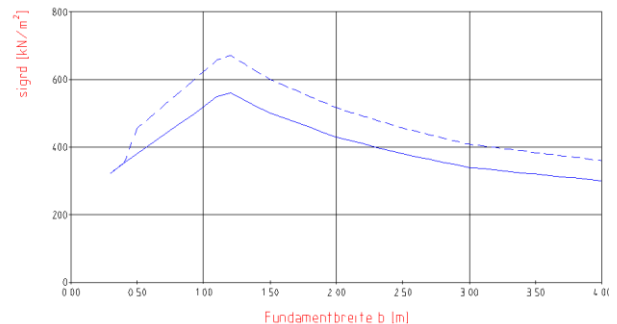


Bild 7: Beispiel für Tragfähigkeitstabelle (83T)

Der Nachweis wird in Tabellenform für alle repräsentativen Kombinationen geführt. Bei der Begrenzung der Ausgaben wird für jede Bemessungssituation die Kombination mit dem größten Ausnutzungsgrad angegeben.

Nachweis des Sohlwiderstands mit direkter Angabe des zulässigen Sohlwiderstands

Gilt für das Bauvorhaben ein einheitlicher Wert für den Sohlwiderstand, so kann dieser natürlich auch als zulässiger Wert angegeben werden. Alle Bemessungswerte der Einwirkungen werden dann hiermit verglichen. Der Nachweis wird in Tabellenform für alle repräsentativen Kombinationen geführt. Bei der Begrenzung der Ausgaben wird für jede Bemessungssituation die Kombination mit dem größten Ausnutzungsgrad angegeben.

Optimierung der 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 bzw. luftseitigen (wenn kein erdseitiger vorhanden ist) 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

Bemessungserddruck auf die aufgehende Wand

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

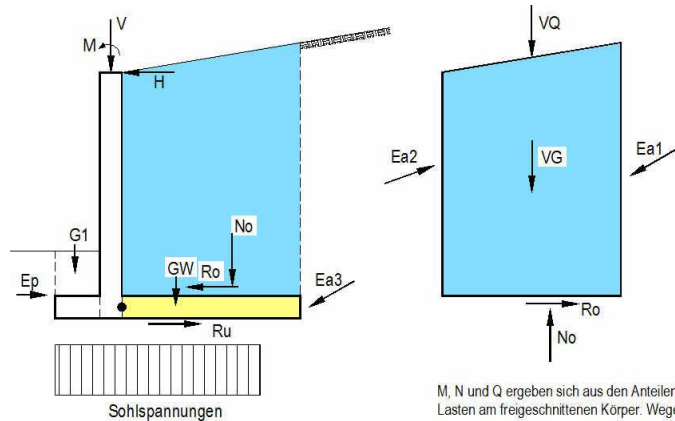
Bemessungsschnittgrößen

Aus den repräsentativen Kombinationen werden durch die Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte der Einwirkungen Kombinationen der Tragfähigkeit ermittelt. Dabei wird die folgende Unterscheidung für den Ansatz der ständigen Lasten getroffen: Vertikale Lasten am Wandkopf sowie das Wandeigengewicht werden sowohl mit γ_{Ginf} als auch mit γ_{Gsup} , die ständigen Lasten aus Erddruck nur mit γ_{Gsup} angesetzt, da der Erddruck immer mehr Biegespannungen als Normalspannungen erzeugt.

Die Bemessungsschnittgrößen werden für die folgenden Orte ausgegeben::

- Aufgehende Wand Mitte
- Aufgehende Wand Anschnitt unten
- Erdseitiger Sporn Anschnitt (falls vorhanden)
- Luftseitiger Sporn Anschnitt (falls vorhanden)

Hierbei müssen Reibungskräfte in der Sohle und auch auf dem erdseitigen Sporn berücksichtigt werden. Da i.Allg. die Erddrücke an der fiktiven Wandrückseite und an der aufgehenden Wand unterschiedlich sind (s. Bild 8), ergeben sich auch auf dem erdseitigen Sporn Reibungskräfte. Daraus resultieren die zusätzlichen Horizontalkräfte (Ro), die auf die OK des erdseitigen Sporns angesetzt werden müssen. Die Reibungskräfte in der Sohle werden analog zur Verteilung der Sohlrücke angesetzt.



Sohlspannungen und Reibungskraft Ru ergeben sich aus dem äußeren Gleichgewicht, No und Ro aus dem Gleichgewicht am freigeschnittenen Erdkörper.

M, N und Q ergeben sich aus den Anteilen der skizzierten Lasten am freigeschnittenen Körper. Wegen Nichtlinearität können Anteile von Einwirkungen (z.B. Ea1) an den Sohlspannungen nicht zugeordnet werden.
 Ständige Lasten aus
 - Bodeneigengewicht und zug. Erddruck
 - Ständigen Zusatzlasten und deren Erddrücken
 - Wandeigengewicht
 - Sohlspannungsanteilen

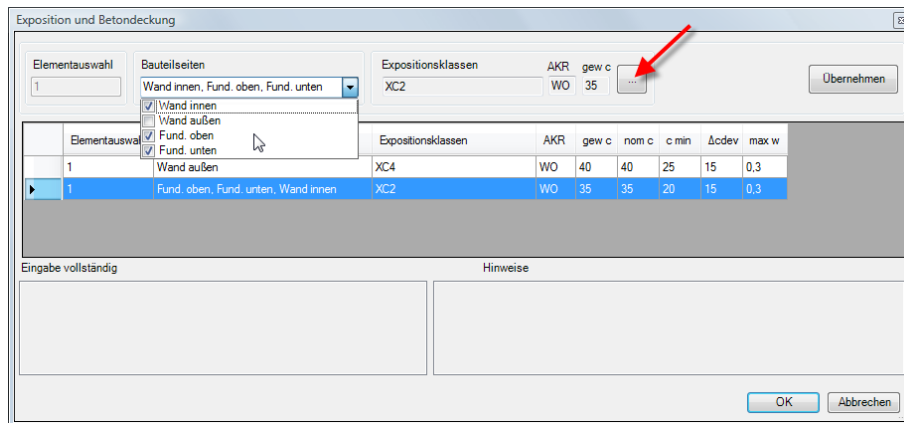
Hinweis:

Bemessungsgrößen der Sohlspannungen werden als Spannungsblock angesetzt!

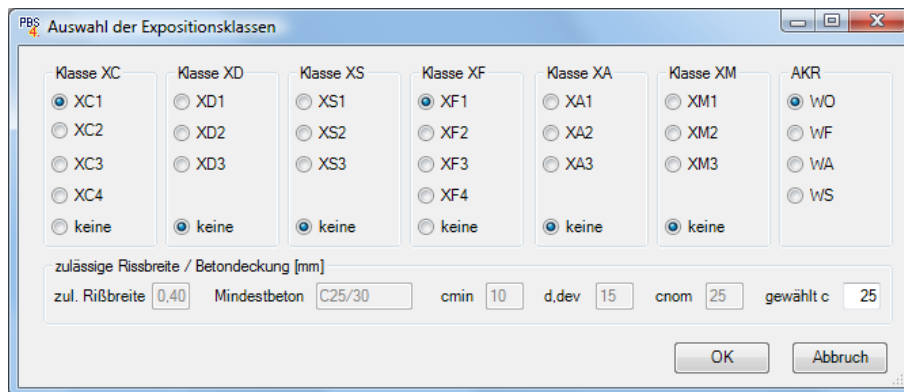
Bild 8: Kräfte am erdseitigen Sporn

Stahlbetonbemessung nach DIN EN 1992-1-1

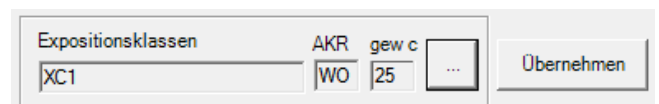
Für die Stahlbetonbemessung sind Baustoffe, Expositionsklassen und Lage der Bewehrung anzugeben. Die Wahl der Expositionsklassen erfolgt dabei in dem folgenden Dialog:



Zur Änderung wählen Sie Bauteilseiten, die gleiche Exposition haben, aus und klicken Sie die oben durch einen roten Pfeil gekennzeichnete Schaltfläche, um die Auswahl der Expositionsklassen zu erhalten.



Bestätigen Sie Ihre Auswahl und kehren Sie in den vorigen Dialog zurück. Durch die Schaltfläche 'Übernehmen' tragen Sie die Auswahl dort ein:



Betonparameter

Grundlage der Bemessung ist das Parabel-Rechteck-Diagramm nach EC2 (Bild 3.3). Optionale Parameter für die Biegebemessung sind:

- Ansatz der Stahlverfestigung
- Abzug der Stahlfläche vom Betonquerschnitt
- Ansatz der Betonzugfestigkeit

Die Bemessung der Längsbewehrung erfolgt für das Schnittkraftpaar aus Moment und Normalkraft (minimales / maximales Moment aus den Kombinationen der Tragfähigkeit). Es wird dabei eine Mindestbewehrung für das Rissmoment berücksichtigt.

Wahl der Bewehrung

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 83W).

Querkraftnachweis

Es kann gewählt werden, ob für die Neigung des Druckstrebenwinkels mit dem konstanten Wert $\cot \theta = 1.2$ oder die Formulierung des EC2 verwendet wird. Der Querkraftnachweis wird an allen Anschnitten des Wand-Fundament-Knotens geführt.

Nachweis der Rissbreite

Aus den Angaben der Bauteilbeanspruchung "Last", "Zwang" oder "Last und Zwang", und dem Betonalter wird der Rissnachweis nach [4], 7,3, 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 μ 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:

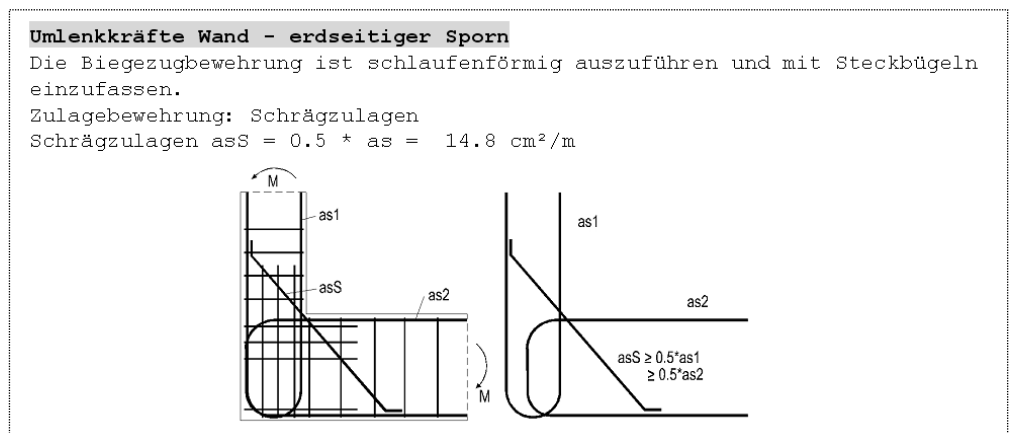


Bild 9: Beispiel für Umlenkbewehrung

Begrenzung der Druckausgabe

Es bestehen die folgenden Möglichkeiten zur Ausgabebegrenzung:

- Erddrücke: Als Tabelle und/oder als Grafik
- Standsicherheitsnachweise: Alle Ausgabezeilen der Tabellen oder nur die für die Nachweise maßgebenden. Für den Grundbruchnachweis kann der ausführliche Nachweis und die Grafik der Grundbruchfuge gewählt/abgewählt werden.
- Kombinationstabellen: Alle Ausgabezeilen oder nur die für die Nachweise verwendeten
- Tabellen Bemessungsschnittgrößen: Alle Ausgabezeilen oder nur die für die Bemessung maßgebenden

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 83R oder der Geländebruchnachweis 83G angefügt werden, wobei Geometrie- und Lastdaten automatisch übernommen werden. Beide Programme sind nicht Bestandteil des Programms 83W.

Quickplot

Für das Programm existiert ein Quickplot-Modul, das die Daten übernimmt und ergänzt. Dieses Modul ist nicht Bestandteil des Programms 83W.

Literatur

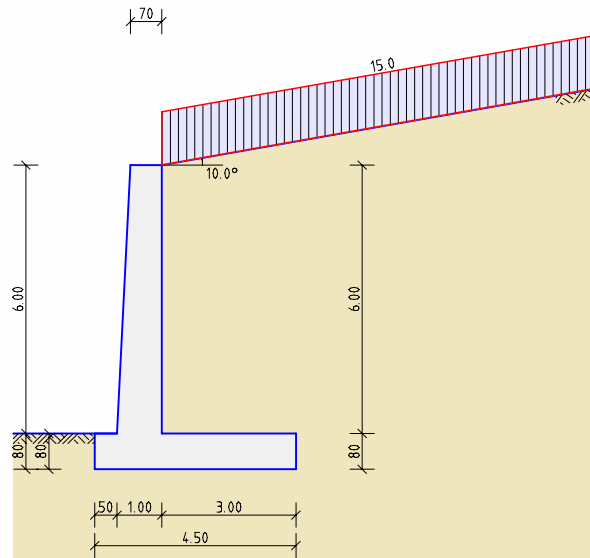
- [1] Normenhandbuch Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung, Band 1. Beuth-Verlag 2011
- [2] DIN 4085:2011-05 Berechnung des Erddrucks
- [3] DIN 4017:2006-03
- [4] DIN EN 1992-1-1:2011
- [5] J. Hegger und W. Roeser: Zur Ausbildung von Knoten. DAST Heft 525 (Berlin 2003), S. 215-217.
- [6] DIN V 4085-100:1996-04

POS. 287 WINKELSTÜTZWAND

Programm: 083W, Vers: 01.00.000 05/2012

Beispiel aus Ziegler: Geotechnische Nachweise nach EC 7 und DIN 1054, 3. Auflage

Grundlagen: DIN EN 1990, DIN EN 1991, DIN EN 1992, DIN EN 1997/DIN 1054



Gelände

	Bereich 1	Bereich 2	Bereich 3
Grundlänge l_i [m]	10.00	-	-
Geländeneigung β [°]	10.00	-	-

Aufgehende Wand

Wandhöhe aufgehender Schenkel

 $h = 6.00 \text{ m}$

 Dicke oben $h_o = 70 \text{ cm}$

 Dicke unten $h_u = 100 \text{ cm}$

erdseitige Neigung (GUZ positiv)

 $\alpha = 0.0^\circ$

Fundament

	Dicke außen [cm]	Dicke innen [cm]	Länge [m]
luftseitiger Sporn	80	80	0.50
erdseitiger Sporn	80	80	3.00
Gesamtlänge Fundament l_{ges}			4.50 m

Einbindetiefe luftseitiger Sporn:

 $d = 0.80 \text{ m}$

Charakteristische Bodenkennwerte ab OK Hinterfüllung

Nr.	Bodenart	Dicke D [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	δ [°]	δ_a [°]	δ_p [°]	Koh. c [kN/m ²]	Koh. c_u [kN/m ²]
1	Sa3 (n)	10.00	20.00	12.00	32.50	-	-	-	0.0	0.0

 Wandreibungswinkel fiktive Wandrückseite δ_{a1} parallel zu Geländeneigung

 Wandreibungswinkel aufgehende Wand δ_{a2} parallel zu Geländeneigung

Charakteristische Einwirkungen

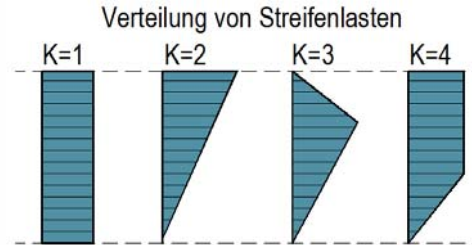
Bauteileingewicht

 Wichte $\gamma = 24.0 \text{ kN/m}^3$

Zuordnung des Erddrucks aus Bodeneingewicht

Kat. G, E, EWG -

 Durchgehende Flächenlast auf Gelände $q_0 = 15.00 \text{ kN/m}$, Kat. Q, 1, EWG -

 Verteilungsart des Erddrucks aus durchgehender Flächenlast: konstant ($K=1$)


Kategorie	Bezeichnung	Komb.-Beiwerte			Gamma	
		Psi 0	Psi 1	Psi 2	sup.	inf.
G	Ständige Einwirkungen	-	-	-	1.35	1.00
G, E	Erddruck	-	-	-	1.35	1.35
Q, 1	Sonstige Nutz- u. Verkehrslasten	0.80	0.70	0.50	1.50	-

Repräsentative Kombinationsen für geotechnische Nachweise

KNr.	Bem.-Sitz	Kombination
1	Rep, P/T	G
2	Rep, P/T	G+Q, 1
3	Rep, P/T	G+Q, 1*
4	Rep, P/T	G+Q, 1**

Rep, P/T = Repräsentativ, ständig u. vorübergehend

Ansatz durchgehende Flächenlast: * = nur hinter Sporn, ** = nur auf Sporn

Geotechnische Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN 1054: 2010-12

Bemessungssituation	γ_G	γ_Q	γ_{Re}	γ_{Rh}	γ_{Rv}	γ_b
BS-P	1.35	1.50	1.40	1.10	1.40	1.40

Berechnungsoptionen

- Gleichheitsnachweis mit Sohlreibungswinkel $\delta_k = \phi$
- Erhöhungsfaktor des aktiven Erddrucks für die Standsicherheit $f_1 = 1.00$
- Ansatz Bemessungserddruck für die aufgehende Wand $E = E_a \cdot f_2$
- Erhöhungsfaktor des aktiven Erddrucks für die Wandbemessung $f_2 = 1.25$
- Mindesterdruk für kohäsive Schicht(en) j_a

Erddruckbeiwerte

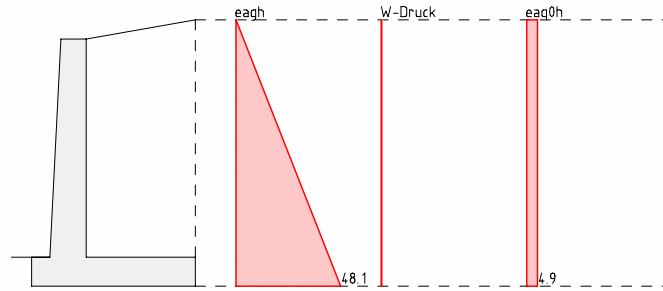
Gewichteter Wandreibungswinkel

 $\delta_a = 10.0^\circ$

Schicht	G-Boden		Flächenlast		Linienlast		Kohäsion	Erddruckstand	
	K _{ag}	K _{gm}	K _{ph}	K _{av}	K _{ah}	K _{ch}	K _{pg}	K _{pc}	
1	0.328	0.000	0.328	0.394	0.930	0.000	3.322	3.646	

Horizontaler Erddruck [kN/m²] Standsicherheitsnachweis (char. Werte)
 eaq_{ih} = Erddruck aus Flächenlasten q_i

Tiefe	Boden umgelagert	q_0	
z [m]	e_{agh+w}	e_{agh+w}	eaq_{0h}
0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.0	0.0	4.9
7.33	48.1	48.1	4.9

 Charakt. Erddrücke Standsicherheitsnachweis [kN/m²]

Char. Gesamtlasten (Lage auf Mitte Sohle bezogen, +x nach li., +z nach oben)

Last	Kat.	F_z [kN/m]	x [m]	F_x [kN/m]	z [m]	M_y [kNm/m]
Eigengewicht Wand	G	208.8	0.69	-	-	144.4
Bodengewicht auf Sporn erdseitig	G	375.9	-0.77	-	-	-289.9
Zusatzlast q_0 auf Sporn erdseitig	Q, 1	45.0	-0.75	-	-	-33.8
Erddruck aus Boden-Eigenlast	G, E	31.1	-2.25	176.4	2.44	360.9
Erddruck aus Flächenlast q_0	Q, 1	6.4	-2.25	36.1	3.67	117.8
Erdwiderstand E_{pk} mob vor Sporn Luftseite	G, E	-	-	-21.3	0.27	-5.7

STANDSICHERHEITSNACHWEISE
Nachweis der Kippstabilität nach DIN EN 1997-1 / DIN 1054: 2010 (GZ EQU)

 Begrenzung: $zul. e_x = b_x/2 = 2.25 \text{ m}$, $zul. e_y = b_y/2 = - \text{ m}$

Teilsicherheitsbeiwerte	Bemessungssit.	γ_{Gstb}	γ_{Gdst}	γ_{Qdst}
BS-P/T		0.90	1.10	1.50

Komb-Nr.	V_d [kN/m]	M_{yd} [--- kNm/m ---]	M_{xd}	e_x	$zul. e_x$	e_y	$zul. e_y$
1	602.2	294.9	-	0.49	< 2.25	-	-
2	611.8	471.6	-	0.77	< 2.25	-	-

Nachweis der Kippstabilität nach DIN 1054: 2010 (Gebrauchstauglichkeit)

 Ständige Lasten: $bez. e = e_x/b_x + e_y/b_y \leq 1/6 = 0.167$

 Ständige + veränderliche Lasten: $bez. e = (e_x/b_x)^2 + (e_y/b_y)^2 \leq 1/9 = 0.111$

Teilsicherheitsbeiwerte (f. Ermittlung von σ_{Ed}): Bem.-Sitt.	γ_{G}	γ_{Q}
BS-P	1.35	1.50

Komb-Nr.	V_k [kN/m]	M_{yk} [--- kNm/m ---]	M_{xk}	e_x	e_y	$bez. e$	$zul. e$	σ_{Ek}	σ_{Ed}
1	615.8	215.4	-	0.35	-	0.078	< 0.167	162.0	218.7
2	667.2	299.5	-	0.45	-	0.010	< 0.111	185.2	252.2
3	622.2	333.2	-	0.54	-	0.014	< 0.111	181.5	245.2

Komb-Nr.	Vk [kN/m]	Myk [--- kNm/m ---]	Mxk	ex [--- m ---]	ey	bez. e [-]	zul. e [-]	sigEk [- kN/m ² -]	sigEd
4	660.8	181.6	-	0.27	-	0.004	< 0.111	167.3	227.5

Nachweis der Gleitsicherheit nach DIN 1054: 2010-12/DIN EN 1997-1 (GZ GE0-2)

Endstandssicherheit: Gleitwiderstand $R_k = N_k \cdot \tan(\delta)$, $R_d = R_k / \gamma_R$, R_h
 Erdwiderstand $E_{pd} = \text{mob. } E_{pk} / \gamma_R$, R_e Ausnutzung = $T_d / (R_d + E_{pd})$
 Sohlreibungswinkel $\delta = 32.50^\circ$

Teilsicherheitsbeiwerte	Bemessungssitu.	γ_G	γ_Q	γ_R	γ_{Re}
	BS-P	1.35	1.50	1.10	1.40

Komb-Nr.	Tk [--- kN/m ---]	Td	Nk	Rk	Rd	Epk	Epd	Rd+Epd	Ausnutzungs- grad [-]
1	176.4	238.1	615.8	392.3	356.7	21.3	15.2	371.8	0.64 < 1
2	212.4	292.2	667.2	425.0	386.4	21.3	15.2	401.6	0.73 < 1
3	212.4	292.2	622.2	396.4	360.3	21.3	15.2	375.5	0.78 < 1
4	176.4	238.1	660.8	421.0	382.7	21.3	15.2	397.9	0.60 < 1

Begrenzung Verformungen für Komb. Nr. 3 $E_{pk} = 21.3 \text{ kN/m}$
 Nachweis (A 6.6.6): $T_k / (2/3 \cdot R_k + 1/3 \cdot E_{pk}) = 212.4 / (264.3 + 7.1) = 0.78 < 1$

Nachweis der Grundbruchsicherheit (DIN 1054: 2010 / DIN 4017: 2006, GZ GE0-2)

Teilsicherheitsbeiwerte	Bemessungssituation	γ_G	γ_Q	γ_{Rv}
	BS-P	1.35	1.50	1.40

Komb-Nr.	Ri [-]	b' [--- m ---]	a'	Nk	Nd	Rnk	Rd	Ausnutzung Nd/Rd [-]
1	x	3.81	-	615.8	831.4	2503.3	1788.1	0.46 < 1
2	x	3.61	-	667.2	908.4	2020.9	1443.5	0.63 < 1
3	x	3.44	-	622.2	840.9	1713.1	1223.6	0.69 < 1
4	x	3.96	-	660.8	898.9	2854.7	2039.1	0.44 < 1

Nachweis in x-Richtung für Komb.-Nr. 3
 $N_k / N_d = 622.2 / 840.9 \text{ kN/m}$ $H_{bk} / H_{ak} = 201.8 / - \text{ kN/m}$
 Rechnerische Breite $b' = b - 2 \cdot e_{bk}$ $b' = 3.44 \text{ m}$
 Gewichteter Reibungswinkel $\phi = 32.50^\circ$
 Gewichtetes Raumgewicht über Sohle $\gamma_1 = 20.00 \text{ kN/m}^3$
 Gewichtetes Raumgewicht unter Sohle $\gamma_2 = 20.00 \text{ kN/m}^3$
 Länge der Grundbruchfuge $L = 8.25 \text{ m}$
 Tiefe der Grundbruchfuge $\text{max. } d_s = 2.88 \text{ m}$
 Tragfähigkeit bei werte $N_{b0} = 15.03$ $N_{d0} = 24.58$ $N_{c0} = 37.02$
 Lastneigungsbeiwerte $i_b = 0.308$ $i_d = 0.457$ $i_c = 0.433$
 Charakteristischer Grundbruchwiderstand $R_{nk} = 1713.1 \text{ kN/m}$
 Grundbruchwiderstand $R_d = R_{nk} / \gamma_{Rv} = 1713.1 / 1.40 = 1223.6 \text{ kN/m}$

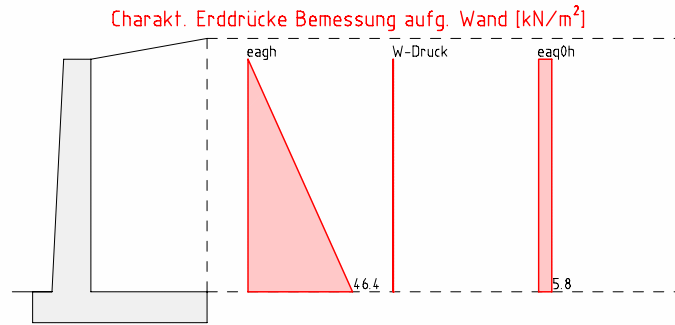
Ausnutzungsgrad $N_d / R_d = 840.9 / 1223.6 = 0.69 < 1$

Horizontaler Erddruck [kN/m²] Bemessung aufgehende Wand (char. Werte)

$e_{qih} = \text{Erddruck aus Flächenlasten } q_i$

Tiefe Bodenumgelagert z [m]	e_{qih+w}	e_{qih}	e_{q0h}
0.00	0.0	0.0	0.0
0.00	0.0	0.0	5.8

Tiefe Boden umgelagert	q0		
z [m]	eagh+w	eagh+w	eaq0h
6.00	46.4	46.4	5.8



Kombinationen Tragfähigkeit für Stahlbeton-Bemessung

KNr.	Bem. -Sitz.	Kombination
1	T, P/T	G, inf
2	T, P/T	G, inf+Q, 1
3	T, P/T	G, inf+Q, 1*
4	T, P/T	G, inf+Q, 1**
5	T, P/T	G, sup
6	T, P/T	G, sup+Q, 1
7	T, P/T	G, sup+Q, 1*
8	T, P/T	G, sup+Q, 1**

T, P/T = Tragfähigkeit, ständig u. vorübergehend

Ansatz durchgehende Flächenlast: * = nur hinter Sporn, ** = nur auf Sporn

Ermittlung der Kombinationen der TGF aus den repräsentativen Kombinationen: Ginf wird nur für Eigenlast Wand und ständige Lasten Wandkopf angesetzt.

Bemessungsschnittgrößen (Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN EN 1990)

Ort: Aufg. Wand Mitte

Komb-Nr.	mgd			ngd			ngd			ngd		
	mgd	mqd	md	ngd	nqd	nd	ngd	qqd	qqd	qd		
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1	41.4	0.0	41.4	-64.1	0.0	-64.1	47.0	0.0	47.0			
2	41.4	37.2	78.6	-64.1	-4.6	-68.7	47.0	26.1	73.1			
5	40.7	0.0	40.7	-83.6	0.0	-83.6	47.0	0.0	47.0			
6	40.7	37.2	77.9	-83.6	-4.6	-88.2	47.0	26.1	73.1			

Ort: Aufg. Wand Anschnitt

Komb-Nr.	mgd			ngd			ngd			ngd		
	mgd	mqd	md	ngd	nqd	nd	ngd	qqd	qqd	qd		
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1	350.6	0.0	350.6	-155.6	0.0	-155.6	187.9	0.0	187.9			
2	350.6	152.0	502.6	-155.6	-9.2	-164.8	187.9	52.2	240.1			
5	347.6	0.0	347.6	-198.4	0.0	-198.4	187.9	0.0	187.9			
6	347.6	152.0	499.6	-198.4	-9.2	-207.6	187.9	52.2	240.1			

Ort: Sporn erds. Anschnitt

Komb-Nr.	mgd			ngd			ngd			ngd		
	mgd	mqd	md	ngd	nqd	nd	ngd	qqd	qqd	qd		
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1	253.8	0.0	253.8	69.6	0.0	69.6	67.3	0.0	67.3			
2	256.1	147.2	403.3	63.9	29.1	93.0	67.3	43.5	110.8			
3	258.5	-24.5	234.1	57.7	-25.0	32.7	67.3	45.9	113.2			
4	252.3	168.4	420.7	73.4	52.2	125.6	67.3	2.8	70.1			
5	342.6	0.0	342.6	94.0	0.0	94.0	90.8	0.0	90.8			
6	344.9	147.3	492.3	88.2	29.5	117.8	90.8	43.0	133.9			

Komb-Nr.	mgd	mqd	md	ngd	nqd	nd	qgd	qqd	qd
	[----- kNm/m -----]	[----- kNm/m -----]	[----- kNm/m -----]	[----- kN/m -----]	[----- kN/m -----]	[----- kN/m -----]	[----- kN/m -----]	[----- kN/m -----]	[----- kN/m -----]
7	347.2	-23.5	323.6	82.5	-23.9	58.6	90.8	44.2	135.0
8	341.1	168.6	509.6	97.9	52.2	150.1	90.8	2.6	93.5

Ort: Sporn Lufts. Anschnitt

Komb-Nr.	mgd	mqd	md	ngd	nqd	nd	qgd	qqd	qd
	[----- kNm/m -----]	[----- kNm/m -----]	[----- kNm/m -----]	[----- kN/m -----]	[----- kN/m -----]	[----- kN/m -----]	[----- kN/m -----]	[----- kN/m -----]	[----- kN/m -----]
1	8.6	0.0	8.6	-23.2	0.0	-23.2	71.4	0.0	71.4
2	8.6	1.3	9.9	-23.2	-7.7	-30.9	71.4	17.6	89.0
3	8.6	0.5	9.1	-23.2	-8.3	-31.5	71.4	15.3	86.7
4	8.6	1.0	9.6	-23.2	0.0	-23.2	71.4	4.0	75.4
5	11.6	0.0	11.6	-31.3	0.0	-31.3	96.4	0.0	96.4
6	11.6	1.3	12.9	-31.3	-7.6	-38.9	96.4	17.4	113.8
7	11.6	0.5	12.1	-31.3	-8.0	-39.3	96.4	14.7	111.1
8	11.6	1.0	12.6	-31.3	0.0	-31.3	96.4	4.0	100.4

Stahl betonbemessung nach DIN EN 1992-1-1: 2010

Baustoffe:	Normal beton C25/30	Betonstahl 500B
	Ortbeton	langsam härtend
	Größtkorn des Zuschlags dg = 16.0 mm	Nutzung <100 Jahre
		max. ds <= 20.0 mm

Expositi onskl assenauswahl und Betondeckung	Expositi onskl assen	FK	cmi n	dcdev	gew. c
Ort			[mm]		
Wand außen	XC4	WO	25	15	40
Fund. oben Fund. unten Wand inne	XC2	WO	20	15	35

Grundparameter für die Bemessung

Bemessungsdi agramm: Parabel -Rechteck-Di agramm Bi ld 3.3 DIN EN 1992-1-1

Ansatz der Stahlverfestigung

Abzug As-Fläche vom Betonquerschnitt

Mindestbewehrung aus Rissmoment

Mindestlastausmitte e0 nach EC2

Lage Bewehrung	Aufgehende Wand innen d1 = 4.5 cm, außen d1 = 4.5 cm
	Fundament oben d1 = 4.5 cm unten d1 = 4.5 cm

Lage: i=innen, a=außen o=oben, u=unten	h	max. mEd	zug. nEd	erf. as	min. mEd	zug. nEd	erf. as
Ort	cm	kNm/m	kN/m	cm ² /m	kNm/m	kN/m	cm ² /m
Aufg. Wand Mitte	85.0	77.9	-88.2	8.16 i	0.0	0.0	0.00 a
Aufg. Wand Anschnitt	100.0	502.6	-164.8	10.00 i	0.0	0.0	0.00 a
Sporn erds. Anschnitt	80.0	509.6	150.1	16.96 o	0.0	0.0	0.00 u
Sporn Lufts. Anschnitt	80.0	12.1	-39.3	7.55 u	0.0	0.0	0.00 o

Wahl der Bi egebewehrung für den verti kal en Wi nkel schenkel

Wahl durchgehende Bewehrung [cm²/m]

Seite	Bew. -Richtung	min. as	max. as	--- Stabstahl ---	- Matten -	vorh. as
innen	Längsbew.	8.16	10.00	ds 20 / 17.5 cm	- x -	17.95
außen	Längsbew.	0.00	0.00	ds 10 / 20.0 cm	- x -	3.93
innen	Querbew.	1.63	2.00	ds 10 / 20.0 cm	- x -	3.93
außen	Querbew.	0.00	0.00	ds 10 / 20.0 cm	- x -	3.93

Wahl der Biegebewehrung für das Fundament

 Wahl durchgehende Bewehrung [cm²/m]

Seite	Bew. -Richtung	min. as	max. as	— Stabstahl —	- Matten -	vorh. as
oben	Längsbew.	0.00	16.96	ds 20 / 10.0 cm	- x -	31.42
unten	Längsbew.	0.00	7.55	ds 20 / 20.0 cm	- x -	15.71
oben	Querbew.	0.00	3.39	ds 10 / 20.0 cm	- x -	3.93
unten	Querbew.	0.00	1.51	ds 10 / 20.0 cm	- x -	3.93

Querkraftnachweis nach DIN EN 1992-1-1: 2010

Druckstrebenwinkel : automatisch

Ort	h cm	cot theta	vEd kN/m	vRd, cc kN/m	vRd, max kN/m	erf. asw, 90 cm ² /m
Aufg. Wand Anschnitt	100.0	3.00	187.9	261.1	2840.1	-
Sporn erds. Anschnitt	80.0	3.00	93.5	237.6	2266.3	-
Sporn lufts. Anschnitt	80.0	3.00	100.4	206.4	2266.3	-

Rissnachweis (Näherung: Ansatz von 70% der Bemessungsschnittgrößen TGF)

Rissnachweis für Lastbeanspruchung (nach 28 Tagen)

Nachweis der Mindestbewehrung min. As nach EC2, 7.3.2

Nachweis der vorh. Rissbreite vorh. wk nach EC2, 7.3.4

Bezeichnung	Md kNm/m	Nd kN/m	Dsm mm	min. As cm ² /m	vorh. As cm ² /m	vorh. wk [mm]	zul. wk [mm]
Aufg. Wand Anschnitt	351.8	-115.3	20.0	11.89	17.95	0.25	0.30
Sporn erds. Anschnitt	356.7	105.0	20.0	9.61	31.42	0.24	0.30
Sporn lufts. Anschnitt	8.4	-27.5	20.0	9.53	15.71	0.00	0.30

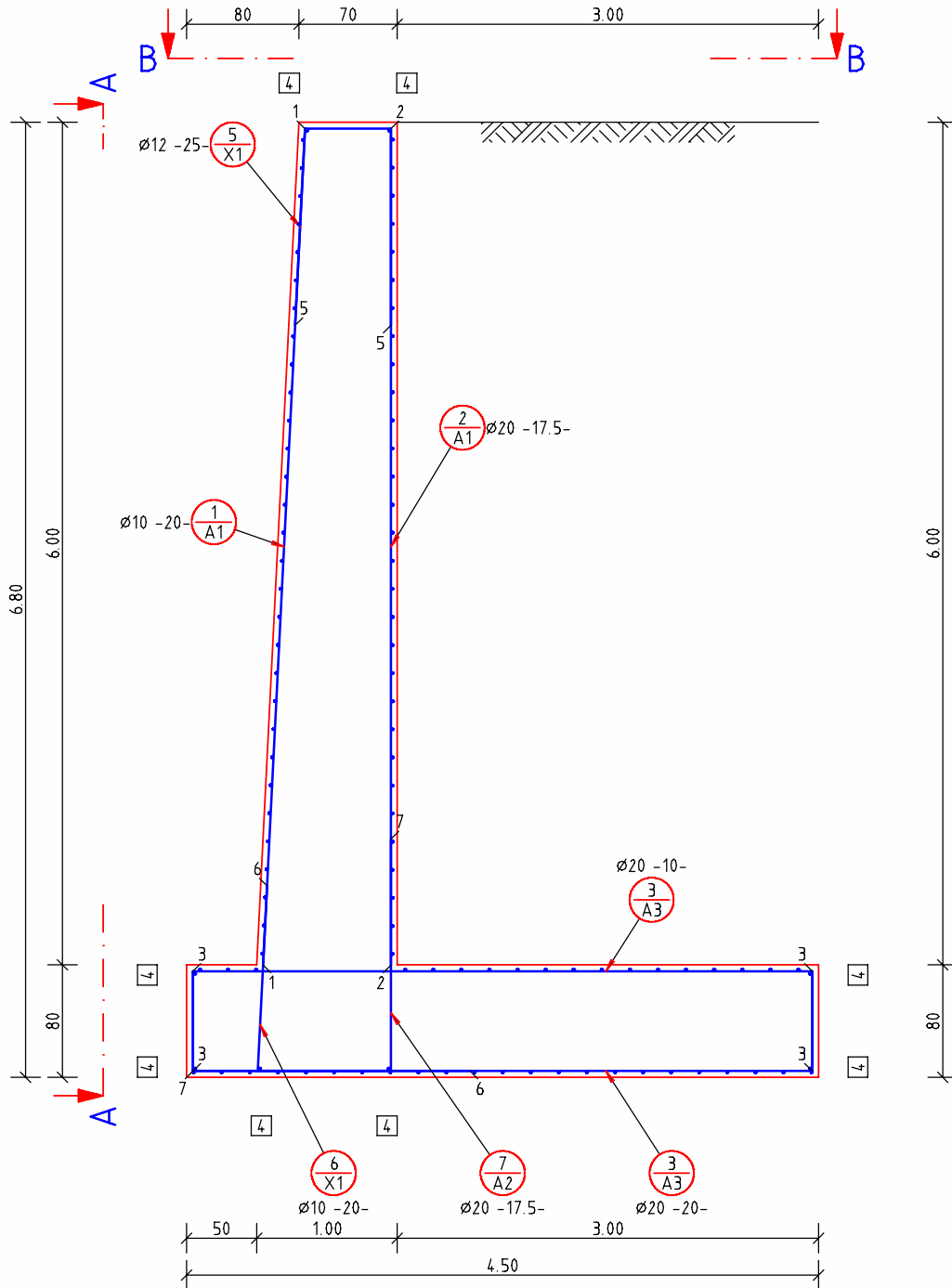
Umlenkkräfte Wand - erdseitiger Sporn

Die Biegezugbewehrung ist schlauenförmig auszuführen und mit Steckbügel einzufassen.

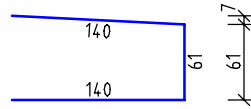
Pos.287 WINKELSTÜTZWAND

M 1: 50, 1.00 lfdm, C 25/30, BSt 500B, c o/u/l/r = 3.5/3.5/4.0/3.5 cm
 Exposition links: XC4, rechts/oben/unten: XC2

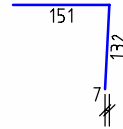
Querschnitt



⑤
X1
5ø12

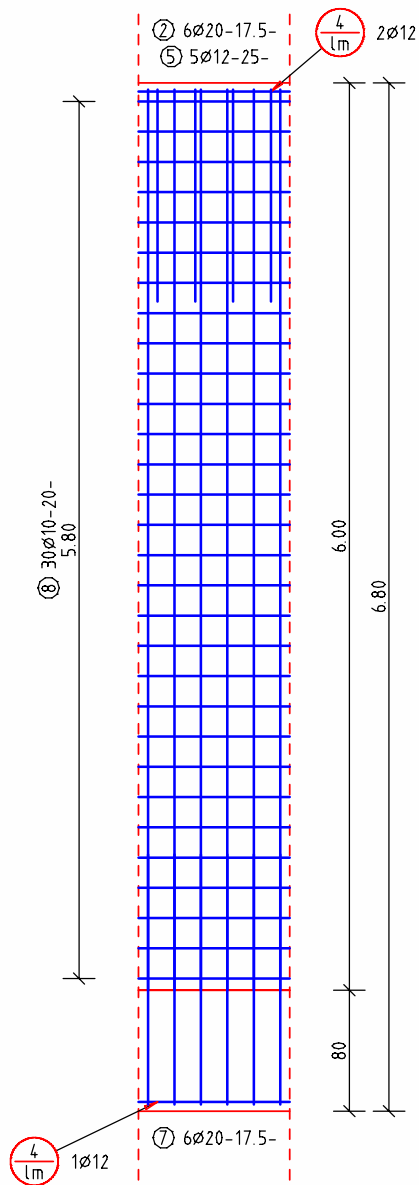


⑥
X1
6ø10

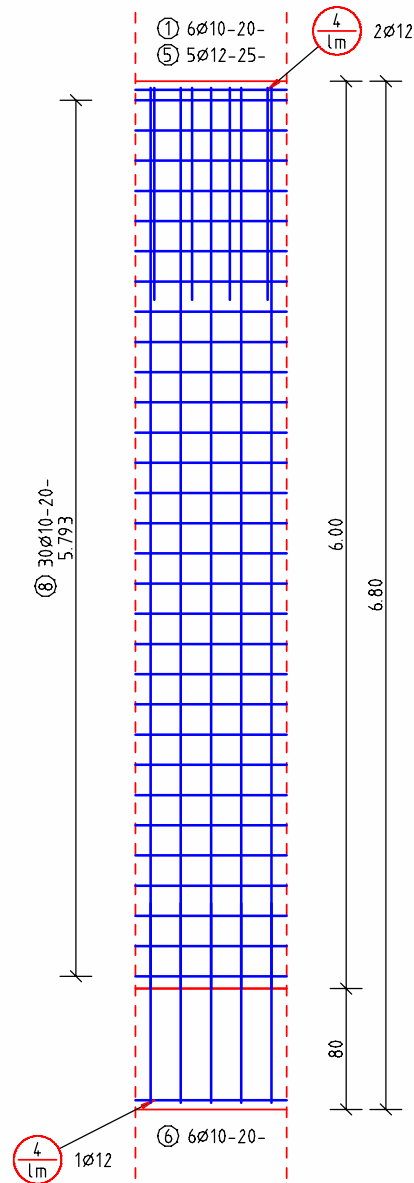


Schnitt A - A

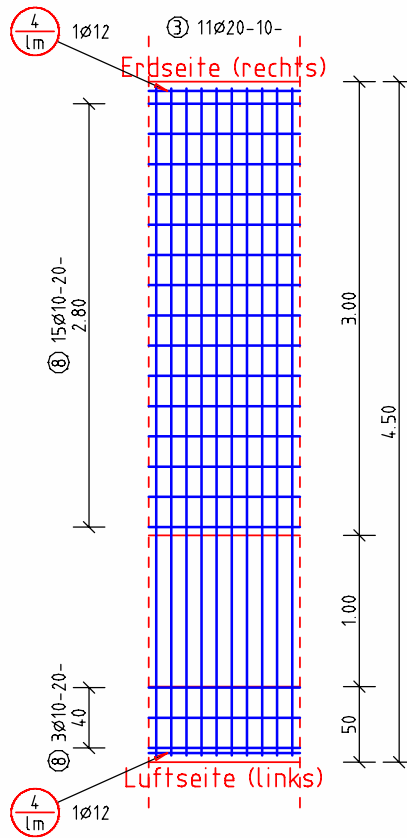
Wandbewehrung (rechts) (Pos.287)



Schnitt A - A
Wandbewehrung (links) (Pos.287)



Schnitt B - B
Fundamentbewehrung oben (Pos.287)



Schnitt B - B
Fundamentbewehrung unten (Pos.287)

