

23W Winkelstützmauer

Das Programm 23W ermöglicht die Berechnung von Winkelstützmauern. Bestimmt werden: Erddrücke auf vertikalen Winkelschenkel und die fiktive Wandrückseite, Kippsicherheit, Gleitsicherheit, Grundbruchsicherheit sowie eine Stahlbetonbemessung

Grundlagen sind DIN 4085, DIN 4017 und DIN 1054.

System

1. Geländegeometrie

Das erdseitige Gelände wird durch maximal drei Polygonlinien beschrieben (siehe Bild 1), wobei für jede Linie deren waagerechte Länge und die Neigung anzugeben sind. Ist ein gleichmäßiger Geländeverlauf vorhanden, wird nur eine Linie angegeben.

Der Winkel der Geländeneigung (β_2) darf nicht größer als der Reibungswinkel der Hinterfüllung sein.

2. Mauergeometrie

Es sind Stärken bzw. Abmessungen der Wand und der Sporne luft- wie erdseitig anzugeben. Die Wand als auch das Fundament können geneigt sein, die Sohlneigung sollte jedoch gering sein, da für den Grundbruchnachweis näherungsweise mit horizontaler Sohle gerechnet wird.

Der Benutzer schätzt eine Breite b_r des erdseitigen horizontalen Schenkels vor und kann vom Programm eine Mindestbreite bestimmen lassen.

Ursprung ist der Wandkopf erdseitig: x nach rechts, y nach unten.

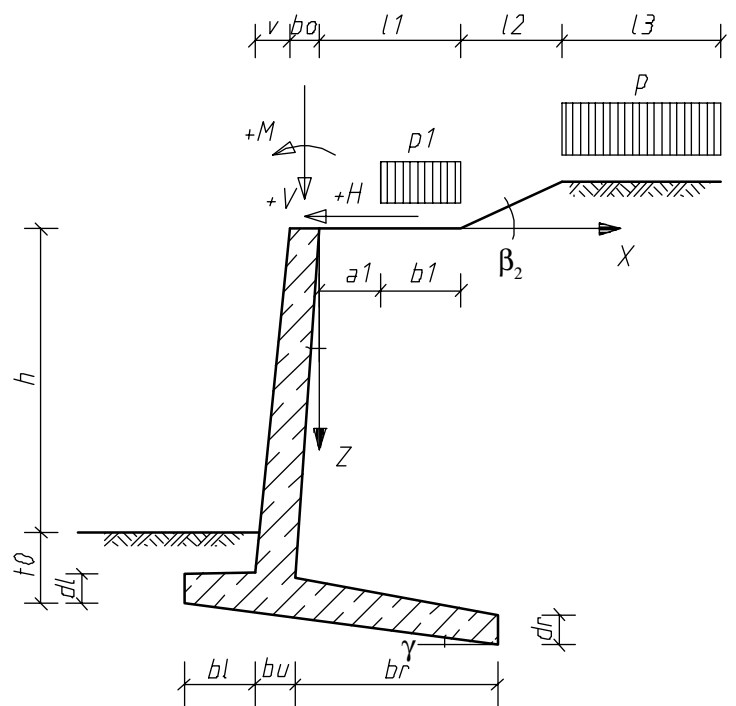


Bild 1: Geometrie und Belastung

Belastung

Als Belastung können eine durchgehende Verkehrslast sowie 2 Streifenlasten angegeben werden. Alle Lasten wirken auf dem Gelände und haben die Neigung, die sich aus den Daten der Geländegeometrie für den Punkt des Lastanfangs ergibt. Bei gebrochenem Gelände wird die durchgehende Last zwischen den beiden letzten Polygonpunkten angesetzt (s. Bild 1)!

Lasten am Wandkopf (V, H, M):

Als maximale Verkehrslasten sind die Lasten zu verstehen, die das Moment aus Erddruck erhöhen. Es ist auf die Vorzeichendefinition zu achten (s. Bild 1).

Bodenkennwerte

Für jede Schicht (max. 4) müssen Schichtdicke, effektives Raumgewicht, Reibungswinkel sowie Größe der Kohäsion angegeben werden. Die Angabe des Wandreibungswinkel der Hinterfüllung ist nur dann notwendig, wenn kein erdseitiger Sporn vorhanden ist. Andernfalls kann er vom Programm ermittelt werden (s. Erddruckermittlung).

Die Dicke der 1. Schicht wird ab Wandkopf angegeben. Sie muß mindestens bis UK Fund. definiert werden. Weitere Schichten unter UK Fundament sind nur dann erforderlich, wenn ein Grundbruchnachweis geführt werden soll. Ein vorhandener GW-Spiegel muß wie ein Schichtwechsel betrachtet werden. Grundwasser in der Hinterfüllung kann nicht berücksichtigt werden.

Erddruckberechnung

Die Erddruckberechnung wird nach DIN 4085 (1987) bzw. in Anlehnung daran durchgeführt. Dabei werden folgende Erddrücke ermittelt (s. Bild 2):

1. an der fiktiven Wandrückseite (erdseitiges Spornende)
2. über die Höhe des erdseitigen Sporns
3. am vertikalen Winkelschenkel

Die Erddrücke am Spornende (1,2) werden für die Standsicherheitsnachweise benötigt, wobei der Erddruck auf den Sporn mit den Beiwerten aus 1. bestimmt wird (siehe DIN 4085, Abs.5.9). Der Erddruck auf den vertikalen Schenkel wird zur Bemessung der aufgehenden Wand bestimmt.

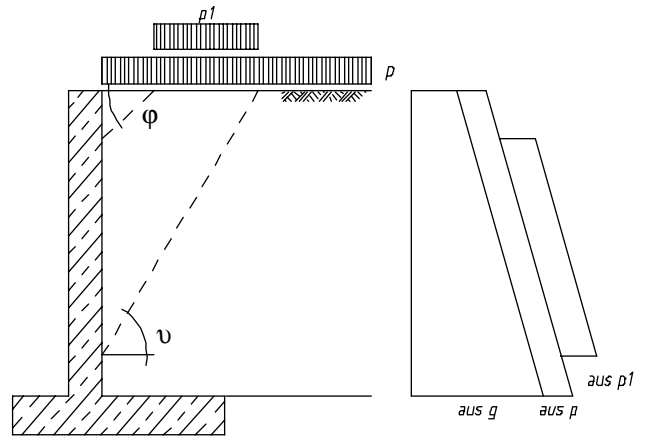


Bild 2: Erddruckverteilung

Erddruckverteilung:

- aus Bodeneigengewicht: lineare Verteilung
- aus Kohäsion: konstante Verteilung
- aus Oberflächenlasten: konstante Verteilung (s.Bild 2)

Wird mit aktivem Erddruck gerechnet und ist ein erdseitiger Sporn vorhanden, wird an der Wand eine trapezförmige Verteilung aus Eigengewicht angesetzt ($e_u = 2 \cdot e_o$). Bei Angabe eines Erhöhungsfaktors $f_2 > 1.0$ wird die Verteilung dreieckförmig (hydrostatisch) angesetzt. Der Erhöhungsfaktor $f_2 > 1.0$ ist dann sinnvoll, wenn die Mauer als unverschieblich zu betrachten ist. Statt einer Ruhedruckberechnung wird der aktive Erddruck mit dem Faktor f_2 erhöht. Gleiches gilt, wenn der Erhöhungsfaktor für den Erddruck an der fiktiven Wandrückseite $f_1 > 1.0$ gesetzt wird.

Bei der Erddruckberechnung sind 2 Fälle zu unterscheiden:

- a) Gelände und Oberflächenlast gleichmäßig
In diesem Fall werden die Berechnungsansätze für die Erddruckbeiwerte aus DIN 4085, Abs. 5.2, benutzt:
 $E_{ah} = 0.5 \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot K_{agh} + c \cdot h \cdot K_{ach} + p \cdot K_{aph}$ (Neigung des Erddrucks = Geländeneigung!)
- b) Gelände ungleichmäßig oder Flächenlasten begrenzt
Der Erddruck an der fiktiven Wandrückseite wird iterativ bestimmt. Dabei wird der Gleitflächenwinkel solange variiert, bis das Maximum des Erddrucks ermittelt ist. Die Neigung des Erddrucks ergibt sich vereinfacht aus der gewichteten Neigung des Geländes, das innerhalb des Gleitkeils liegt, wenn der Benutzer nicht selbst einen Wandreibungswinkel angegeben hat. Die Ermittlung des Erddrucks an der Wand wird analog bestimmt. Aus den Gesamterddrücken wird (als Vergleichsmöglichkeit) auf die Erddruckbeiwerte wie folgt zurückgerechnet:
Aus ges. $E_{ah} (g+p+c)$ ergibt sich der massgebende Gleitflächenwinkel. Mit diesem wird der Erddruck aus Eigenlast $E_{agh} (g)$, Verkehrslasten $E_{aph} (g+p)$ bzw. aus Kohäsion $E_{ach} (g+c)$ bestimmt

$$K_{agh} = \frac{2 \cdot E_{agh}(g)}{\gamma \cdot h^2}$$

$$K_{ach} = \frac{E_{agh}(g) - E_{ach}(g + c)}{c \cdot h} \quad h = \text{Höhe der Wand}$$

$$K_{aph} = \frac{E_{agh}(g + p) - E_{agh}(g)}{\sum p_i \cdot b_i} \quad p_i = \text{Streifenlasten, } b_i = \text{Lastbreite im Bereich der Gleitfläche}$$

Mindesterddruck:

Bei kohäsivem Boden wird der Mindesterddruck mit $K_{agh}=0.2$, $K_{ach}=0$ angesetzt, wenn er größer ist als der aus den Bodenkennwerten errechnete, wie sie vom Benutzer angegeben wurden.

Verdichtungserddruck:

Es kann ein Verdichtungserddruck nach DIN 4085, Abs. 5.3.4 für die Wandbemessung berücksichtigt werden. Dabei wird ein Erddruck von $e=25 \text{ kN/m}^2$ vom Wandkopf aus bis $z=1.0 \text{ m}$ ($f_2=1.0$) bzw. bis zum Erreichen des Erddrucks aus Eigengewicht ($f_2>1.0$) angesetzt.

Erdwiderstand vor dem luftseitigen Sporn:

Berechnung mit $\delta_p = 0$ und der Sicherheit $\eta=2.0$. Ansatz ist i.a. unzulässig!

Ansatz von Streifenlasten:

Alle Streifenlasten gelten als Verkehrslasten. Zur Erddruckberechnung werden sie herangezogen, wenn sie ungünstig wirken. Die Bestimmung des Gleichgewichts an der fiktiven Wandrückseite wird mit allen Lasten ermittelt, tatsächlich angesetzt werden durchgehende Flächenlasten nur hinter dem Sporn, begrenzte Flächenlasten nur, wenn sie sich im Bereich der fiktiven Wandrückseite oder hinter dem Sporn befinden! Zur Bestimmung des Erddrucks am vertikalen Winkelschenkel werden alle Lasten angesetzt.

Schnittgrößen und Bemessung

Die Schnittgrößen werden für die Wand in halber Höhe und an den Anschnitten Wand-Sporn oben/vorn/hinten ausgegeben.

Alle Kräfte, die in diese Berechnung eingehen, sind in Bild 3 dargestellt. Ist statt des Gleit sicherheitsnachweises ein horizontales Auflager gewählt worden, wird die H-Kraft statt über Reibung als Normalkraft über den vorderen Sporn abgetragen.

Auf den erdseitigen Sporn können durch unterschiedliche Erddrücke an der fiktiven Wandrückseite und an der aufgehenden Wand zusätzlich zu den vertikalen Lasten auch H-Kräfte auftreten, die durch Reibung auf der Oberseite des Sporns wirken.

Bemessung der aufgehenden Wand:

Die Bemessungsmomente ergeben sich aus den Lasten am Wandkopf, der Wandeigenlast

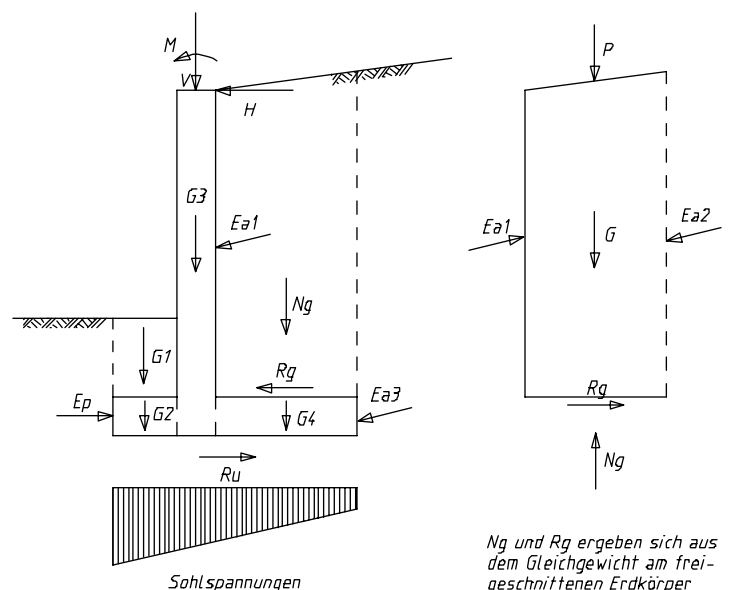


Bild 3: Lastansatz zur Schnittgrößenermittlung

und aus dem auf die Wand anzusetzenden Erddruck (Ea_1). Es wird auf halber Höhe und am unteren Wandanschnitt bemessen.

Bemessung luftseitiger (vorderer) Sporn:

Das Bemessungsmoment am vorderen Anschnitt ergibt sich aus einer eventuellen Erdauflast und den Sohlspannungen (- Eigenlast Schenkel), die Normalkraft aus einem Anteil der Reibungskraft R_u .

Bemessung erdseitiger (hinterer) Sporn:

Das Bemessungsmoment am hinteren Anschnitt ergibt sich aus den Sohlspannungen, der Auflast der Hinterfüllung (N_g) und der Eigenlast des Sporns, die Normalkraft aus der Reibungskraft R_0 als Differenz zwischen Ea_1 und Ea_2 und der Reibungskraft in der Sohle R_u (anteilig).

Die Ausmitte der Auflast ergibt sich aus den Gleichgewichtsbedingungen am Erdkörper.

Ist nur ein kurzer erdseitiger Sporn vorhanden und wird zur Bemessung ein Verdichtungserddruck angesetzt, berechnet das Programm ein zwar rechnerisch korrektes, aber von der Logik her unsinnig großes Anschnittmoment. Dies resultiert aus der sehr großen Differenz von Ea_1 und Ea_2 , da laut DIN 4085 der Verdichtungserddruck nur zur Bemessung, nicht jedoch zur Standsicherheit angesetzt werden muß. In diesem Fall sollte vom Ansatz des Verdichtungserddrucks abgesehen werden und die Wand ohne erdseitigen Sporn und mit erhöhtem Erddruck gerechnet werden.

Bewehrungswahl:

Für Wand und Fundament kann durchgehende Bewehrung gewählt werden. In diesem Fall wird im Programm die erforderliche Zulagebewehrung ermittelt. Es können Lagermatten sowie Einzeleisen angegeben werden.

HINWEIS: Die Bemessung der Wand kann nur für hauptsächliche Belastung aus Biegung ($n \leq 0.25$) durchgeführt werden!

Nachweise

Es werden die Gesamtkräfte und deren Hebelarme zum Bezugspunkt bestimmt. Damit werden die folgenden Nachweise geführt:

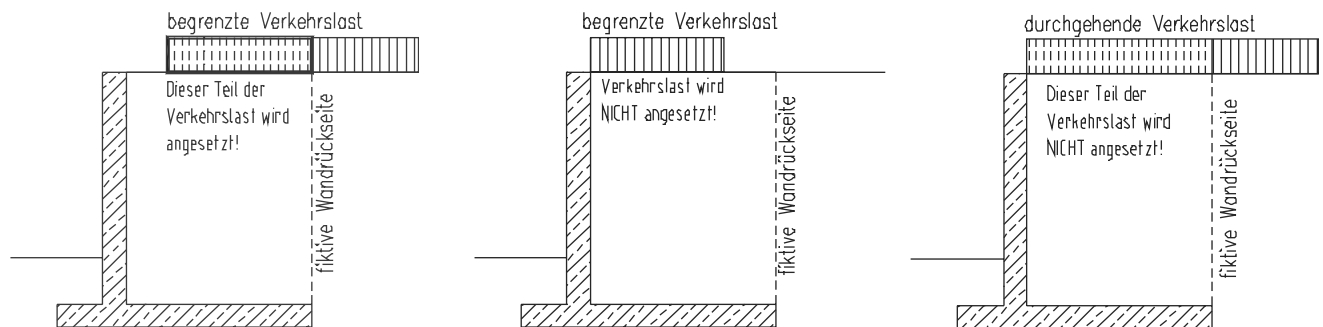
- Kippsicherheitsnachweis nach DIN 1054
- Kippsicherheitsnachweis nach DIN 1072
- Gleitsicherheitsnachweis nach DIN 1054, wobei der Reibungswinkel Boden-Fundament (i.a. $\delta = \varphi$ bei Ortbeton, $\delta = 2/3\varphi$ bei Fertigteilen) anzugeben ist. Alternativ dazu kann ein horizontales Auflager in Höhe des vorderen Sporns die H-Kräfte aufnehmen, wobei in diesem Fall keine H-Kräfte in den Grundbruchnachweis eingehen, der Kippnachweis sich jedoch nicht ändert.
- Grundbruchsicherheit nach DIN 4017
- oder alternativ zum Grundbruch der Vergleich von zulässiger und vorhandener Sohlspannung, die über die Breite $b' = b - 2e$ konstant angesetzt wird.

Beim Grundbruchnachweis werden bei Schichtung gewichtete Kennwerte für den Reibungswinkel, die Kohäsion sowie das Raumgewicht γ_1 oberhalb und γ_2 unterhalb der Fundamentsohle ausgegeben. Die vorhandene Sicherheit wird nach der Bezugsgröße 'Last' bestimmt.

Ansatz von Verkehrslasten beim Standsicherheitsnachweis

(Kipp- und Gleitnachweis):

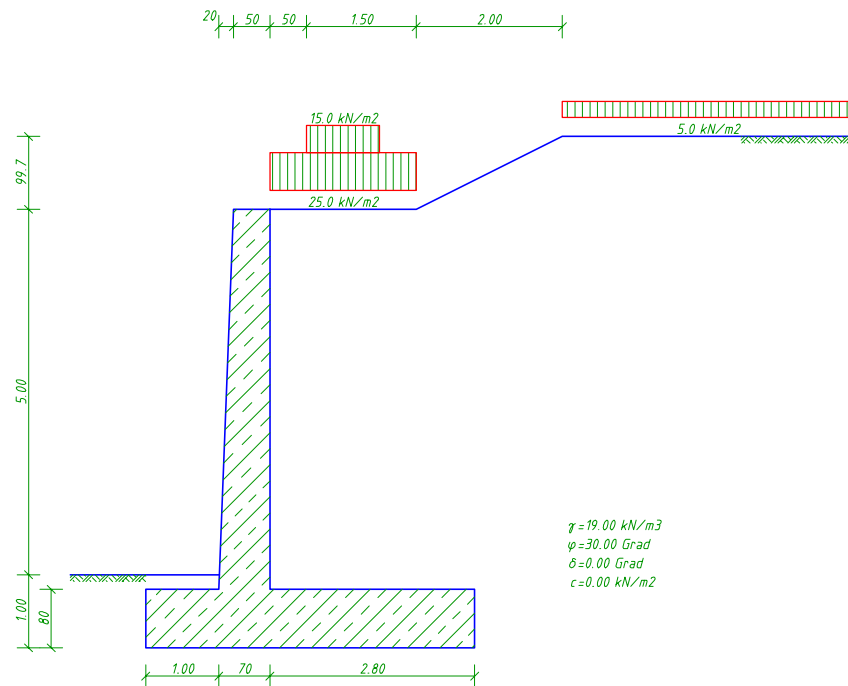
Für die o.g. Nachweise (LF g+p) werden Verkehrslasten im Bereich des Sporns nur dann angesetzt, wenn es begrenzte Lasten sind, die links UND rechts der fiktiven Wandrückseite wirken. Bei unbegrenzten Lasten (im Formular 'Verkehrslast auf Gelände') wird davon ausgegangen, dass auch eine Laststellung ab der fiktiven Wandrückseite möglich ist. Lasten, die sich nur im Bereich des Sporns befinden, werden nicht angesetzt.



Literaturhinweise

DIN 4085
 DIN 4017
 DIN 1054

POS. 26 WINKELSTÜTZMAUER



Koordinaten: x nach rechts, z nach unten von Wandkopf aus

GELÄNDE (vom Wandkopf aus):	1	2	3
waagerechte Länge l_i (m)	2.00	2.00	10.00
Geländeneigung (Grad)	0.00	26.50	0.00

Höhe d. Abfangung (GOK erds. - GOK lufts.): $h = 5.00$ m
 Einbindetiefe luftseitiger Sporn: $t_0 = 1.00$ m

WAND : $b_o = 0.50$ m $b_u = 0.70$ m lufts.Versatz = 0.20 m

FUNDAMENT : lufts.bl/erds.br/ges.b = 1.00 / 2.80 / 4.50 m
 Dicke $d_l/d_m/d_r = 0.80 / 0.80 / 0.80$ m

Sohlneigung = 0.00 Grad

BODENWERTE	Dicke (m)	Gamma (kN/m³)	Phi (Grad)	Koh.c (kN/m²)
Schicht 1>=Hinterfüll.	10.00	19.00	30.00	0.00

BELASTUNG : Verkehrslast auf Gelände : $p = 5.00$ kN/m²

Streifenlasten: $p_1 = 25.0$ kN/m² $a_1 = 0.00$ m $b_1 = 2.00$ m
 (auf Gelände) $p_2 = 15.0$ kN/m² $a_2 = 0.50$ m $b_2 = 1.00$ m

ERDDRUCK AUF FIKTIVE ERSATZRÜCKWAND: $\Delta a = 16.51$ Grd
 $K_{agh} = 0.342$, $K_{ach} = 0.000$, $K_{aph} = 0.234$, $\Theta = 55$ Grad
 Erhöhungsfaktor für $E_a f_1 = 1.00$

aus G : $E_{ah} = 101.9$ kN/m $E_{av} = 30.2$ kN/m $z = 3.33$ m
 aus P : $E_{ah} = 6.4$ kN/m $E_{av} = 1.9$ kN/m $z = 2.45$ m

Erddruck auf Hinterkante Sporn:

aus G : $E_{ah} = 31.2$ kN/m $E_{av} = 9.2$ kN/m $z = 5.61$ m
 aus P : $E_{ah} = 0.9$ kN/m $E_{av} = 0.3$ kN/m $z = 5.60$ m

ERDDRUCK AUF VERTIK. WINKELSCHENKEL: $\Delta a = 0.00$ Grd
 $K_{agh} = 0.311$, $K_{ach} = 0.000$, $K_{aph} = 0.286$, $\Theta = 69$ Grad
 Erhöhungsfaktor f. $E_a f_2 = 1.00$, mit Umlagerung DIN 4085

Lam.	d (m)	eah,g oben	eah,g unt.	eah,p oben	eah,p unt.
-	(m)	----- kN/m ² -----		-----	-----
1	0.29	10.26	10.83	7.14	7.14
2	3.62	10.83	17.97	11.42	11.42
3	1.29	17.97	20.52	7.14	7.14

Gesamterddruck aus g : $E_{ah} = 80.0$, $E_{av} = 0.0$ kN/m
 aus g+p : $E_{ah} = 132.6$, $E_{av} = 0.0$ kN/m

Belastung des liegenden erdseitigen Winkelschenkels:
 $G = 287.3$ kN/m, $x = 1.42$ m, $P = 0.0$ kN/m, $x = 0.00$ m

GESAMTKRÄFTE: (Standicherheit)	V-Kraft (kN/m)	Lage x (m)	H-Kraft (kN/m)	Lage z (m)
aus G :	498.5	1.08	133.1	3.87
aus G + P:	500.7	1.09	140.5	3.81

KIPPNACHWEIS: $e(G) = -0.04$ m < $b/6$, $e(G+P) = -0.07$ m < $b/3$

KIPPNACHWEIS nach DIN 1072 : massgebend G+P(Hinterf.)
 $0.95 * M_{st} = 1148.5$ kNm/m > $1.30 * M_k = 155.8$ kNm/m

GLEITNACHWEIS FÜR LF 1 : $\text{cal } \Phi = 30.00$ Grad
 Vorh. $\text{Eta} = 2.06$ > min. $\text{Eta} = 1.50$

SOHLPRESSUNGEN ($b' = b - 2 * e$) $\text{zul.p} = 250.00$ kN/m²
 vorh.p (G) = 112.72 kN/m², $\text{vorh.p} (G+P) = 115.10$ kN/m²

SCHNITTGRÖSSEN

.		Wand Mi.	Wand unt.	Fund.vo.	Fund.hi.
M(g)	(kNm/m)	97.2	181.2	34.1	127.6
N(g)	(kN/m)	-35.8	-78.0	-29.6	29.7
max.M	(kNm/m)	158.9	325.8	39.5	276.3
zug.N	(kN/m)	-35.8	-78.0	-31.2	79.6
min.M	(kNm/m)	97.2	181.2	34.1	127.6
zug.N	(kN/m)	-35.8	-78.0	-29.6	29.7

BEMESSUNG: Beton B 25 Baustahl BSt 500 $d_1 = 5.00 \text{ cm}$

VERTIKALER WINKELSCHENKEL:

Durchgehend erdseitig	gew:	1 K884	=	8.8 cm ² /m	.
Durchgehend luftseitig	gew:	1 R295	=	3.0 cm ² /m	.

Zulagen:	Mi. erds.	Mi. lufts.	unt.erds.	unt.lufts.
h (cm)	55.0	55.0	65.0	65.0
erf.as	10.1	0.0	17.4	0.0
erf.as Zul.	1.2	0.0	8.6	0.0
gew. Zulagen	ds 12/26.0	---	ds 12/13.0	---
vorh.as Zul.	4.3	0.0	8.7	0.0

HORIZONTALER WINKELSCHENKEL:

Durchgehend oben :	gew:	1 K884	=	8.8 cm ² /m	.
Durchgehend unten:	gew:	1 R295	=	3.0 cm ² /m	.

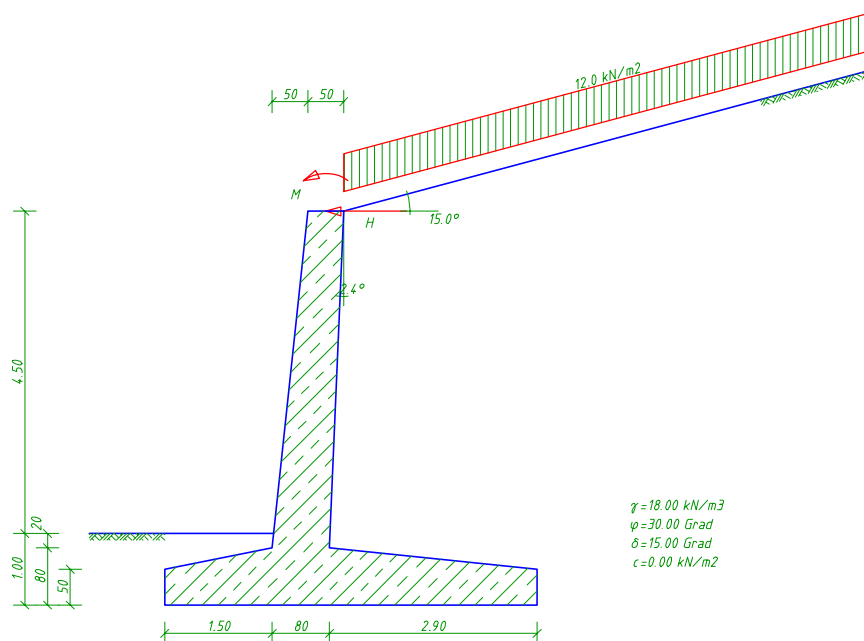
Zulagen:	vorne unt.	vorne oben	hint.oben	hint.unten
h (cm)	75.0	75.0	75.0	75.0
erf.as	1.3	0.0	15.0	0.0
erf.as Zul.	0.0	0.0	6.1	0.0
gew. Zulagen	---	---	ds 12/20.0	---
vorh.as Zul.	0.0	0.0	5.7	0.0

Umlenkkräfte nach DIN 1045, 18.9.3: Die Biegezugbewehrung muss den Kreuzungsbereich schlaufenartig umfassen.

Zur Erddruckermittlung: Bei gebrochenem Gelände oder begrenzten Oberflächenlasten wird der Erddruck auf die fiktive Wandrückseite und dessen Neigung Δa aus der Gleichgewichtsbetrachtung $E_{li} = E_{re}$ bestimmt. Die Neigung Δa des Erddrucks am vertikalen Winkelschenkel ergibt sich als gewichtete Neigung des Geländes das innerhalb des Gleitkeils liegt. Die Ermittlung erfolgt durch Variation des Winkels der Gleitfuge.

POS . 27 WINKELSTÜTZMAUER

	<i>G</i>	<i>max.P</i>	<i>min.P</i>
<i>H(kN/m)</i>	0.0	30.0	0.0
<i>M(kNm/m)</i>	0.0	5.6	-5.6



Koordinaten: x nach rechts, z nach unten von Wandkopf aus

GELÄNDE (vom Wandkopf aus):	1	2	3
waagerechte Länge l_i (m)	15.00	0.00	0.00
Geländeneigung (Grad)	15.00	0.00	0.00

Höhe d. Abfangung (GOK erds. - GOK lufts.) : $h = 4.50$ m
 Einbindetiefe luftseitiger Sporn : $t_0 = 1.00$ m

WAND : $b_o = 0.50$ m $b_u = 0.80$ m lufts.Versatz = 0.50 m

FUNDAMENT : lufts.bl/erds.br/ges.b = $1.50 / 2.90 / 5.20$ m
 Dicke $d_l/d_m/d_r = 0.50 / 0.80 / 0.50$ m

Sohlneigung = 0.00 Grad

BODENWERTE	Dicke (m)	Gamma (kN/m ³)	Phi (Grad)	Koh.c (kN/m ²)
Schicht 1 >=Hinterfüll.	5.80	18.00	30.00	0.00
Schicht 2	1.70	20.00	25.00	5.00
Schicht 3	5.00	19.00	27.50	0.00

BELASTUNG : Verkehrslast auf Gelände : $p = 12.00$ kN/m²

Wandlasten :	V (kN/m)	H (kN/m)	M (kNm/m)
ständige Last	0.0	0.0	0.0
max. Verkehrslast	0.0	30.0	5.6
min. Verkehrslast	0.0	0.0	-5.6

ERDDRUCK AUF FIKTIVE ERSATZRÜCKWAND: Delta a = 15.00 Grd
 Kagh = 0.360, Kach = 0.000, Kaph = 0.360, Theta = 51 Grad
 Erhöhungsfaktor für Ea f1 = 1.00

aus G : Eah = 106.1 kN/m Eav = 28.4 kN/m z = 3.09 m
 aus P : Eah = 24.7 kN/m Eav = 6.6 kN/m z = 2.14 m

Erddruck auf Hinterkante Sporn:

aus G : Eah = 19.4 kN/m Eav = 5.2 kN/m z = 5.25 m
 aus P : Eah = 2.2 kN/m Eav = 0.6 kN/m z = 5.25 m

ERDDRUCK AUF VERTIK. WINKELSCHENKEL: Delta a = 15.00 Grd
 Kagh = 0.343, Kach = 0.000, Kaph = 0.347, Theta = 51 Grad
 Erhöhungsfaktor f. Ea f2 = 1.00, mit Umlagerung DIN 4085

Lam.	d (m)	eah,g oben	eah,g unt.	eah,p oben	eah,p unt.
-	(m)	----- kN/m ² -----		-----	
1	4.70	9.66	19.32	4.16	4.16

Gesamterddruck aus g : Eah = 68.1 , Eav = 15.2 kN/m
 aus g+p : Eah = 87.6 , Eav = 19.5 kN/m

Belastung des liegenden erdseitigen Winkelschenkels:

G = 262.2 kN/m, x = 1.35 m, P = 0.0 kN/m, x = 0.00 m

GESAMTKRÄFTE: (Standicherheit)	V-Kraft (kN/m)	Lage x (m)	H-Kraft (kN/m)	Lage z (m)
aus G :	469.1	0.84	125.4	3.43
aus G + P:	476.3	0.87	182.3	2.71

KIPPNACHWEIS: e(G) = 0.19 m < b/6, e(G+P) = -0.31 m < b/3

KIPPNACHWEIS nach DIN 1072 : massgebend G+P(Hinterf.)
 0.95 * Mst = 1323.8 kNm/m > 1.30 * Mk = 170.9 kNm/m

GLEITNACHWEIS FÜR LF 1 : cal Phi = 30.00 Grad
 Vorh. Eta = 1.51 > min. Eta = 1.50

SOHLPRESSUNGEN (b'=b-2*e)
 vorh.p (G) = 97.27 kN/m², vorh.p (G+P) = 103.95 kN/m²

GRUNDBRUCHNACHWEIS : b' = 4.58 m, C' = 3.02, Phi' = 26.63
 Gamma 1 = 18.00, Gamma 2 = 19.46, Kappa c/d/b = 0.35/0.40/0.25
 N c/d/b = 23.29/12.68/ 5.85, vorh. Eta = 2.36 > min. Eta = 2.00

SCHNITTGRÖSSEN

.		Wand Mi.	Wand unt.	Fund.vo.	Fund.hi.
M(g)	(kNm/m)	25.9	122.5	44.2	62.0
N(g)	(kN/m)	-40.1	-91.6	-36.2	12.6
max.M	(kNm/m)	112.7	312.9	85.5	182.8
zug.N	(kN/m)	-42.3	-95.9	-52.6	37.0
min.M	(kNm/m)	20.3	116.9	43.1	58.7
zug.N	(kN/m)	-40.1	-91.6	-36.2	12.6

BEMESSUNG: Beton B 25 Baustahl BSt 500 d1 = 5.00 cm

VERTIKALER WINKELSCHENKEL:

Durchgehend erdseitig	gew:	ds 14/20.0	=	7.7 cm ² /m	.
Durchgehend luftseitig	gew:	1 R378	=	3.8 cm ² /m	.

Zulagen:	Mi. erds.	Mi. lufts.	unt.erds.	unt.lufts.
h (cm)	60.0	60.0	75.0	75.0
erf.as	6.1	0.0	13.8	0.0
erf.as Zul.	0.0	0.0	6.1	0.0
gew. Zulagen	---	---	ds 14/20.0	---
vorh.as Zul.	0.0	0.0	7.7	0.0

HORIZONTALER WINKELSCHENKEL:

Durchgehend oben :	gew:	1 R513	=	5.1 cm ² /m	.
Durchgehend unten:	gew:	1 R378	=	3.8 cm ² /m	.

Zulagen:	vorne unt.	vorne oben	hint.oben	hint.unten
h (cm)	75.0	75.0	75.0	75.0
erf.as	3.2	0.0	9.5	0.0
erf.as Zul.	0.0	0.0	4.4	0.0
gew. Zulagen	---	---	ds 10/15.0	---
vorh.as Zul.	0.0	0.0	5.2	0.0

Umlenkkräfte nach DIN 1045, 18.9.3: Die Biegezugbewehrung muss den Kreuzungsbereich schlaufenartig umfassen.

Zur Erddruckermittlung: Bei gebrochenem Gelände oder begrenzten Oberflächenlasten wird der Erddruck auf die fiktive Wandrückseite und dessen Neigung Delta a aus der Gleichgewichtsbetrachtung $E_{li} = E_{re}$ bestimmt. Die Neigung Delta a des Erddrucks am vertikalen Winkelschenkel ergibt sich als gewichtete Neigung des Geländes das innerhalb des Gleitkeils liegt. Die Ermittlung erfolgt durch Variation des Winkels der Gleitfuge.