

23A Geländebruch / Böschungsbruch

Leistungsumfang

Das Programm 23A/D führt den Böschungs- bzw. Geländebruchnachweis nach dem Lamellenverfahren der DIN 4084 (1981). Es ermittelt den ungünstigsten Gleitkreis eines vorgegebenen Gebietes unter Berücksichtigung der Geländegeometrie, der Schichtung, von Bauwerks-, Zusatz- und Ankerlasten, von Scherwiderständen geschnittener Bauteile sowie des Wasserdrucks. Die Sicherheit polygonal begrenzter Zwangsgleitflächen kann ebenfalls ermittelt werden.

Eingabe:

1. Geländegeometrie

Die Geländegeometrie wird als Polygonzug angegeben (max. 8 Punkte), wobei der 1. Polygonpunkt (=Luftseite) als Koordinatenursprung definiert ist. Das luftseitige Gelände wird durch die erste, die Böschung bzw. Abfangung durch die zweite Polygonlinie beschrieben. Die restlichen Punkte stehen für die Beschreibung eines gebrochenen Geländes zur Verfügung. Es ist darauf zu achten, daß das Gelände soweit definiert ist, daß sinnvolle Gleitkreise innerhalb des definierten Gebietes liegen!

2. Schichtung

Für max. 8 Schichten werden Feuchtraumgewicht, Raumgewicht unter Auftrieb, Reibungswinkel und Kohäsion eingegeben. Der Schichtverlauf kann horizontal, geneigt oder gebrochen (max. 6 Polygonpunkte) sein. In jedem Fall muß der Verlauf der Schichtunterkante über das gesamte Gelände definiert sein! Ein außerhalb der Geländegeometrie definierter Schichtverlauf wird vom Programm ignoriert. Der Schichtverlauf wird von oben nach unten angegeben, und zwar als Verlauf der Schichtunterkante.

3. Bauwerksgeometrie

Ist ein Massivbauwerk vorhanden, wird dessen Geometrie als Polygonzug mit bis zu 8 Punkten eingegeben. Die Bauwerkssohle muß dabei durch die erste Polygonlinie beschrieben werden, die Eingabe der Polygonpunkte erfolgt im Gegenuhrzeigersinn. Das Bauwerk kann vom Gleitkreis nicht geschnitten werden. Bei Spund- und Bohlwänden ist eine Angabe der Bauwerksgeometrie nicht nötig. Dabei genügt es, entweder den Fußpunkt als Zwangspunkt für die Gleitfuge oder den Scherwiderstand des Profils anzugeben. Weiterhin ist das Raumgewicht des Bauwerks anzugeben.

4. Zusatzbelastungen

Zusätzliche Lasten können als Flächen- oder Linienlasten angegeben werden, wobei ständige Lasten stets, Verkehrslasten nur dann berücksichtigt werden, wenn sie ungünstig wirken. Die Neigung der Belastung entspricht der des Geländes am angegebenen Lastanfangspunkt. Verkehrslasten, unter denen der Baugrund nicht oder nur teilweise konsolidiert ist, können durch Angabe des Konsolidierungsgrades berücksichtigt werden.

Positive Lasten : + nach unten, + nach links !

5. Wasserdruck

Bei Geländebruchnachweisen geht der Wasserdruck als Differenzwasserdruck und Sohlwasserdruck ein, bei Böschungsbruchuntersuchungen als vereinfachter Strömungsdruckansatz mit linearer Spiegellinie nach DIN 4084.

6. Ankerkräfte

Ist ein verankertes Bauwerk vorhanden, so kann die Lage und die Länge der Verankerung (max. 5 Anker) angegeben werden. Wird die Verankerung durch den Gleitkreis geschnitten, wird die Ankerkraft (bzw. bei Angabe der Verpress-Strecke der außerhalb des Gleitkörpers in den Baugrund abgetragenen Anteil) als äußeres 'treibendes' Moment angesetzt.

7. Scherwiderstände

Falls Gleitkreise untersucht werden sollen, die ein Spund- oder Bohlwandbauwerk oder einen Profilveranker schneiden, kann dessen Scherwiderstand als 'haltende' Kraft angesetzt werden.

8. Vorgabewerte für die Gleitkreisvariation

Da im allgemeinen die Gleitkreise einen Zwangspunkt besitzen (z.B. Böschungsfußpunkt bzw. Wand- oder rückseitiger Mauerfußpunkt), wird durch die Angabe dieses Zwangspunktes die Rechenzeit erheblich verkürzt. Weiterhin gibt der Benutzer den Bereich an, in dem der Mittelpunkt des ungünstigsten Gleitkreises ermittelt werden soll. Ist kein Zwangspunkt vorhanden, muß zusätzlich die Schrittweite für die Variation des Radius angegeben werden.

9. Zwangsgleitflächen

Statt eines Gleitkreises kann auch eine gebrochene Zwangsgleitfläche (2 oder 4 Punkte) untersucht werden. Da die Sicherheit als Momentensumme definiert ist, müssen die Polygonpunkte auf einem Kreisbogen liegen! Die vom Programm berechneten Werte dieses Mittelpunktes und des Radius können vom Benutzer verändert werden.

10. Ansatz des Erdwiderstands

Bei Böschungsbruchuntersuchungen wird ab einem Gleitflächenwinkel, der kleiner als der des Erdwiderstands ist, ein horizontaler Erdwiderstand Eph angesetzt. Bei Wänden kann Eph auf Benutzerwunsch schon ab der Wand selbst angesetzt werden (s.S.6). Beim Ansatz einer Zwangsgleitfuge wird kein Erdwiderstand berücksichtigt.

Die Berechnung von Eph erfolgt mit der Annahme horizontaler Schichtung, wie sie vom Programm am Anfangspunkt der Gleitfuge angetroffen wird, vom dem an Eph anzusetzen ist.

Berechnung und Ausgabe

Das vom Gleitkreis geschnittene Gebiet wird in Lamellen unterteilt und die Standsicherheit iterativ nach Bishop (s. DIN 4084, Abschn. 11.2) bestimmt. Ist der Ansatz eines Erdwiderstands gewählt (s.o.), wird die Gleitfuge mit Eph beendet (s.S.6).

Das Programm ermittelt für den angegebenen Bereich die Lage des ungünstigsten Gleitkreises mit der geringsten Sicherheit. Die Iteration wird abgebrochen, wenn der ermittelte Minimalwert der Sicherheit sich nur noch um 1% vom vorigen Minimum unterscheidet, oder wenn 6 Iterationsschleifen berechnet wurden. Liegen die Schnittpunkte des Gleitkreises mit dem Gelände außerhalb des definierten Bereichs, oder kann aus einem der folgenden Gründe keine Sicherheit bestimmt werden, gibt das Programm die Sicherheit '99.99' aus.

Folgende Einschränkungen bei der Berechnung sind zu beachten:

- Gleiche Polygonlinie darf vom Gleitkreis nicht 2-mal geschnitten werden.
- Das Gelände kann nicht mehr als 2-mal insgesamt geschnitten werden.
- Das angegebene Bauwerk kann nicht geschnitten werden.
- Der Gleitkreismittelpunkt muß höher als die Schnittpunkte mit dem Gelände liegen.

In der Bestimmung der vorhandenen Sicherheit werden als äußere Momente berücksichtigt:

- Ankerkräfte und Wasserdruck als 'treibendes' Moment
- Scherwiderstände und Erdwiderstand als 'haltendes' Moment

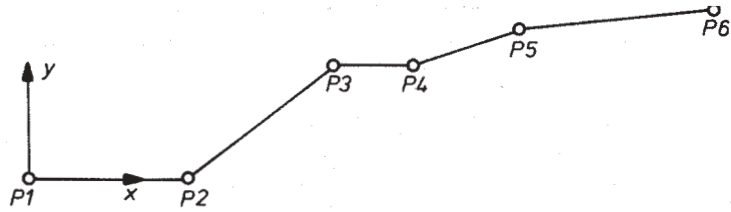
Ausgegeben werden:

- Die wichtigsten Lamellenwerte des ungünstigsten Gleitkreises (Geometrie + Gewicht, Zusatzausdruck!)
- Äußere Momente und Erdwiderstand
- Ungünstigster Gleitkreis mit zugehöriger Sicherheit
- Die Ergebnisse der untersuchten Gleitkreise in dem vom Benutzer bestimmten Gebiet (aus Platzgründen nur jeder 2. Wert)

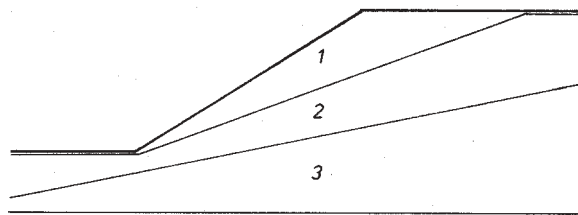
ANMERKUNG ZUR VORZEICHENDEFINITION

Alle Zusatzlasten sind ungünstig wirkend positiv anzusetzen; Ankerkräfte sind als Zugkräfte positiv. Die Lage von Ankerkräften, Scherwiderständen oder des Gleitkreisbereiches wird vom niedrigeren x- bzw. y-Wert zum höheren angegeben!

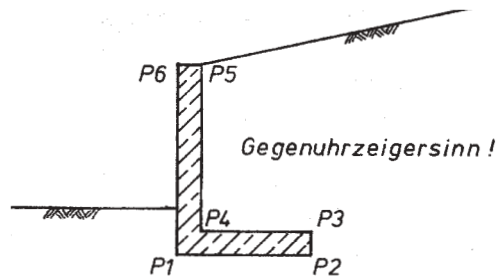
Geländegeometrie



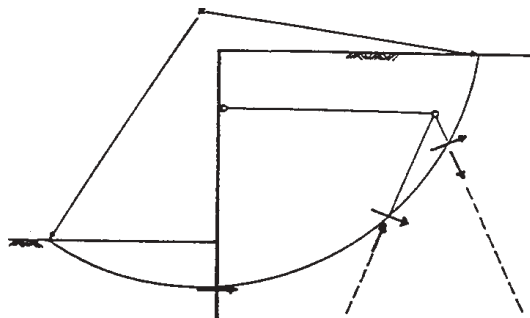
Mögliche Schichtverläufe



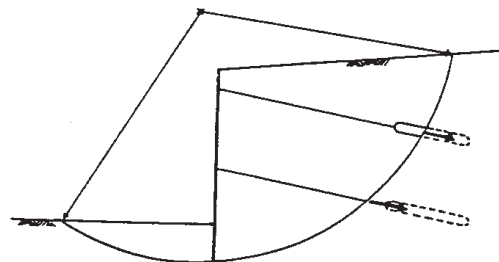
Bauwerksgeometrie



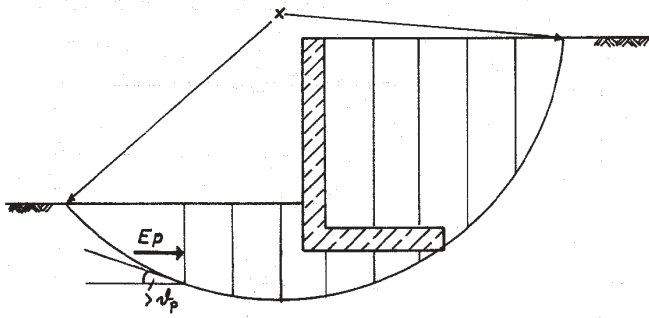
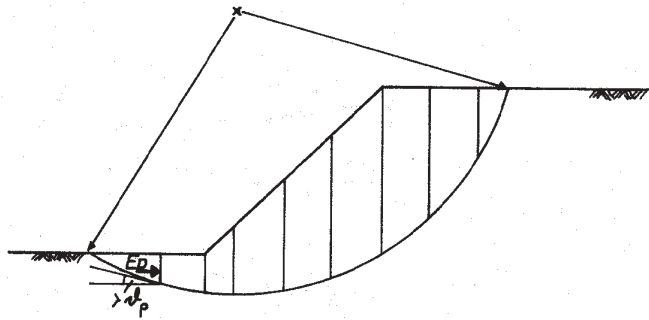
Ansatz von Scherwiderständen



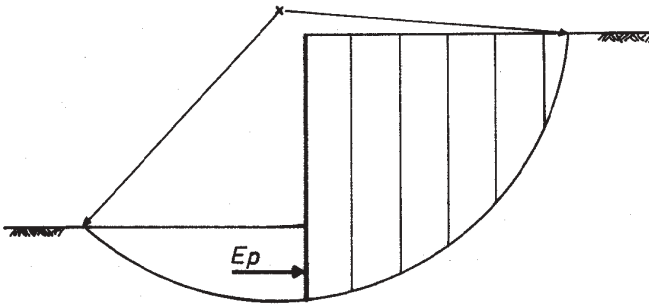
Ansatz von Ankerkräften



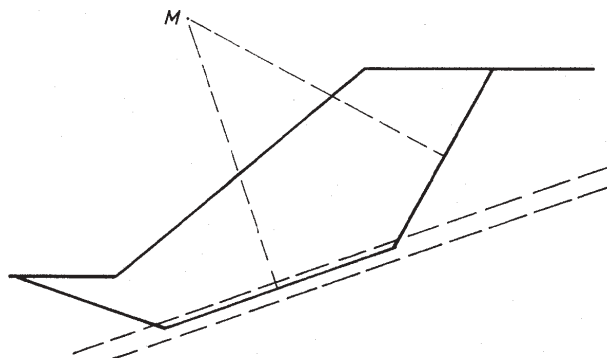
Ansatz des Erdwiderstands



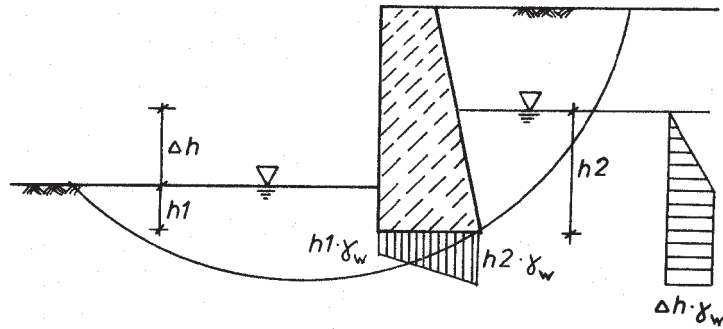
oder



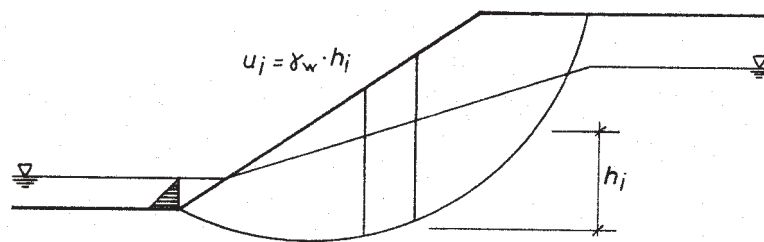
Zwangsgleitfuge (Beispiel)



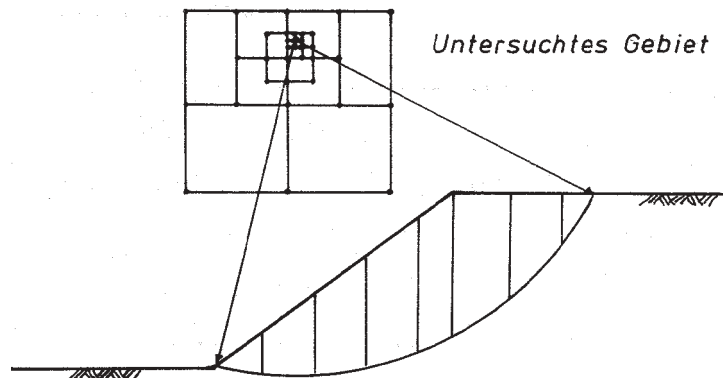
Wasserdruckansatz



Wasserdruckansatz bei Böschungen



Gleitkreisvariation

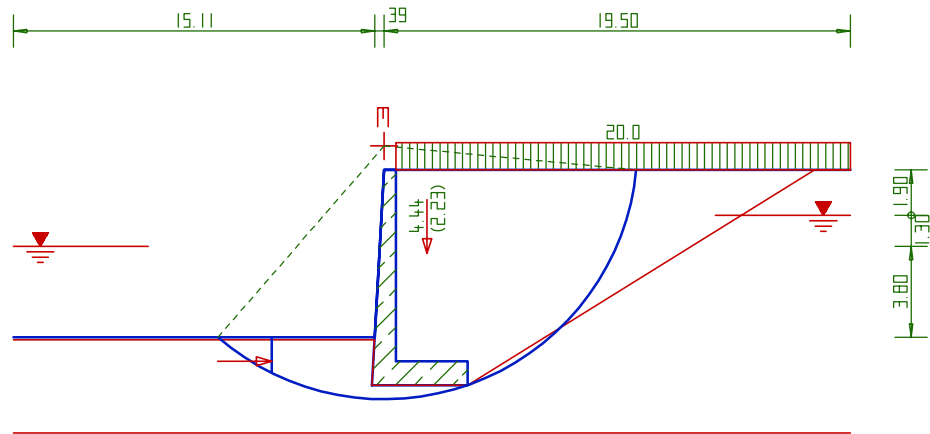


POS. 1 BEISPIEL 1

' 23A '

Gelände- / Böschungsbruchnachweis nach DIN 4084 (7/1981)

Geländebruchuntersuchung für Lastfall 1 nach DIN 1055



Koordinatensystem:

Ursprung ist der 1. Polygonpunkt der Geländegeometrie !

+X nach rechts (Geländeseite), +Y nach oben

P1 u. P2 beschreiben Gelände vor Böschung / Stützbauwerk

G E L Ä N D E G E O M E T R I E

.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8.
X	0.00	15.11	15.50	35.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Y	0.00	0.00	7.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00

B O D E N K E N N W E R T E

Nr.	Gamma feucht (kN/m ³)	Gamma Auftrieb (kN/m ³)	Phi (Grad)	Koh. C (kN/m ²)
1	18.00	10.00	30.00	0.00
2	19.00	11.00	32.00	0.00
3	16.00	7.00	17.50	10.00

S C H I C H T E N V E R L A U F

Schicht		P1	P2	P3	P4	P5	P6.
1	X	0.00	15.10	15.00	19.00	33.50	35.00
1	Y	-0.10	-0.10	-2.00	-2.00	7.00	7.00
2	X	0.00	35.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Y	-4.00	-4.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Schicht		P1	P2	P3	P4	P5	P6.
3	X	0.00	35.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Y	-6.00	-6.00	0.00	0.00	0.00	0.00

B A U W E R K S G E O M E T R I E : Gamma = 24.00 kN/m³

.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8.
X	15.00	19.00	19.00	16.00	16.00	15.50	0.00	0.00
Y	-2.00	-2.00	-1.00	-1.00	7.00	7.00	0.00	0.00

F L Ä C H E N L A S T E N

Nr.	g	p	Höhe	x anf.	Breite	Kons.-Verzug
--	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(m)	(m)	(m)	von p in (%)
1	0.00	20.00	7.00	16.00	19.00	0

L I N I E N L A S T E N

Nr.	Gv	Gh	Pv	Ph	X	Y	Kons.-Verzug
--	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(m)	(m)	von P in (%)
1	2.23	0.00	2.21	0.00	17.30	3.50	0

GW-STAND : geländes. h1 = 5.10 m, lufts. h2 = 3.80 m

Zwangspunkt für Gleitfuge bei x = 19.00 , y = -2.00 m

Untersuchungsbereich für den Gleitkreismittelpunkt :

von xanf. = 12.00 m bis xend. = 16.00 m
 von yanf. = 6.00 m bis yend. = 10.00 m

Massgebender Gleitkreis :

Xm = 15.50 m Ym = 8.00 m R = 10.59 m

vorh. Eta = 1.320 erf. Eta = 1.400

Äusseres treibendes Moment : M = 646.8 kNm/m

Äusseres haltendes Moment : Ms = 270.8 kNm/m

Erdwiderstand Eph (in Ms enthalten) :

Eph = 30.1 kN/m Lage res.y = -1.00 m (Epv = 0)

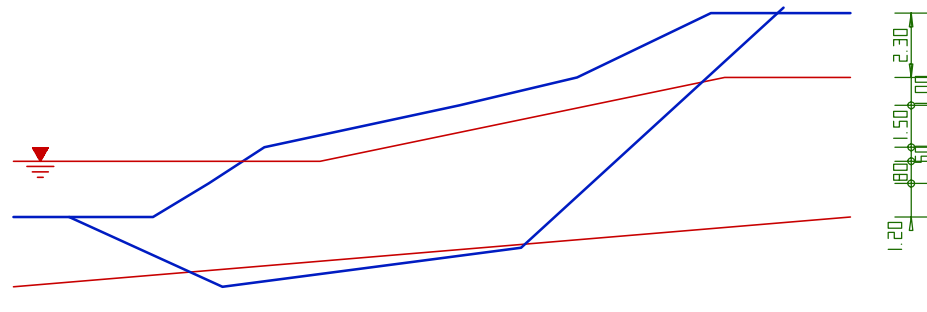
Eph wurde angesetzt im Bereich x <= 10.80 m

Ergebnisse der Variation

.Xm(m)	Ym(m)	R(m)	Eta	Xm(m)	Ym(m)	R(m)	Eta.
12.00	6.00	10.63	99.99	12.00	8.00	12.21	1.52
12.00	10.00	13.89	1.49	14.00	6.00	9.43	99.99
14.00	8.00	11.18	1.37	14.00	10.00	13.00	1.40
16.00	6.00	8.54	99.99	16.00	8.00	10.44	1.35
16.00	10.00	12.37	1.44	14.00	7.00	10.30	1.39
14.00	9.00	12.08	1.36	15.00	7.00	9.85	1.35
15.00	8.00	10.77	1.40	15.00	9.00	11.70	1.33
16.00	7.00	9.49	1.40	16.00	9.00	11.40	1.43
14.50	8.00	10.97	1.34	14.50	8.50	11.42	1.34
14.50	9.00	11.88	1.33	15.00	8.50	11.24	1.39
15.50	8.00	10.59	1.32	15.50	8.50	11.07	1.39
15.50	9.00	11.54	1.40	15.00	7.75	10.54	1.40
15.00	8.25	11.00	1.34	15.25	7.75	10.45	1.42
15.25	8.00	10.68	1.33	15.25	8.25	10.91	1.33
15.50	7.75	10.36	1.40	15.50	8.25	10.83	1.40

POS. 2 BEISPIEL 2 ' 23A '

Gelände- / Böschungsbruchnachweis nach DIN 4084 (7/1981)
 Böschungsbruchuntersuchung für Lastfall 1 nach DIN 1055



Koordinatensystem:
 Ursprung ist der 1. Polygonpunkt der Geländegeometrie !

+X nach rechts (Geländeseite), +Y nach oben
 P1 u.P2 beschreiben Gelände vor Böschung / Stützbauwerk

G E L Ä N D E G E O M E T R I E

.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8.
X	0.00	5.00	7.00	9.00	16.00	20.20	25.00	30.00
Y	0.00	0.00	1.20	2.50	4.00	5.00	7.30	7.30

B O D E N K E N N W E R T E

Nr.	Gamma feucht (kN/m3)	Gamma Auftrieb (kN/m3)	Phi (Grad)	Koh. C (kN/m2)
1	19.00	11.00	35.00	0.00
2	15.00	7.00	12.00	10.00
3	18.00	10.50	42.00	0.00

S C H I C H T E N V E R L A U F

Schicht		P1	P2	P3	P4	P5	P6.
1	X	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	Y	-2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	X	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Y	-3.50	-3.50	0.00	0.00	0.00	0.00
3	X	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Y	-10.00	-10.00	0.00	0.00	0.00	0.00

GW-STAND : geländes. h1 = 5.00 m, luftse. h2 = 2.00 m
 Lineare Spiegellinie von luftseitig x = 11.00 m aus
 im Winkel von Beta = 11.70 Grad

Zwangsgleitfuge :

.	P1	P2	P3	P4.
X (m)	2.00	7.50	18.20	27.60
Y (m)	0.00	-2.50	-1.10	7.50
Xm =		10.41 m	Ym =	16.85 m
			R =	19.57 m

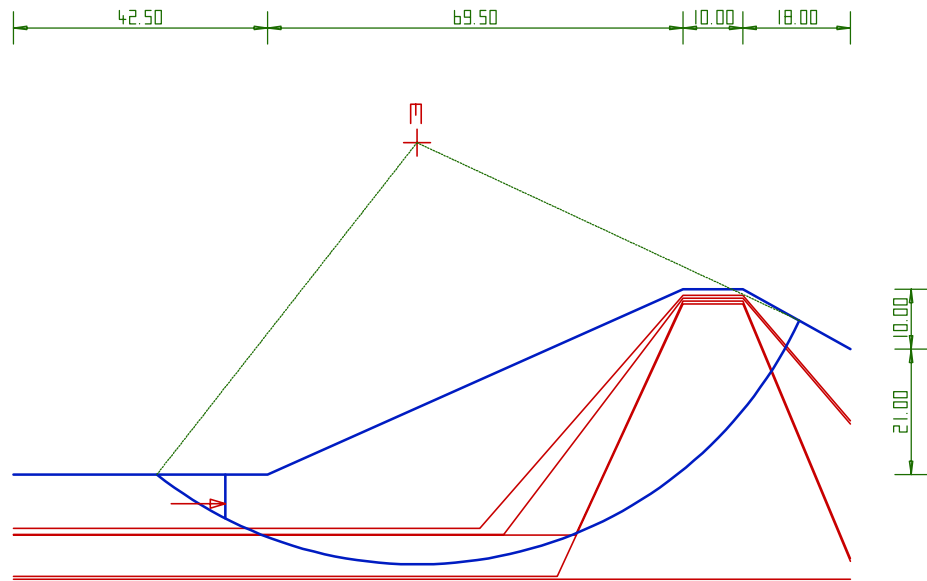
vorh. Eta = 1.489 erf. Eta = 1.400

Äusseres treibendes Moment : M = 0.0 kNm/m

Äusseres haltendes Moment : Ms = 155.7 kNm/m

POS. 3 BEISPIEL 3 ' 23A '

Gelände- / Böschungsbruchnachweis nach DIN 4084 (7/1981)
 Böschungsbruchuntersuchung für Lastfall 1 nach DIN 1055



Koordinatensystem:
 Ursprung ist der 1. Polygonpunkt der Geländegeometrie !
 +X nach rechts (Geländeseite), +Y nach oben
 P1 u. P2 beschreiben Gelände vor Böschung / Stützbauwerk

G E L Ä N D E G E O M E T R I E

.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8.
X	0.00	42.50	112.00	122.00	140.00	0.00	0.00	0.00
Y	0.00	0.00	31.00	31.00	21.00	0.00	0.00	0.00

B O D E N K E N N W E R T E

Nr.	Gamma feucht (kN/m3)	Gamma Auftrieb (kN/m3)	Phi (Grad)	Koh. C (kN/m2)
1	21.80	11.80	42.50	0.00
2	19.60	9.60	37.50	0.00
3	18.80	8.80	23.20	0.00
4	20.00	10.00	11.70	40.00
5	20.00	10.00	5.00	80.00
6	19.60	9.60	37.50	0.00

S C H I C H T E N V E R L A U F

Schicht		P1	P2	P3	P4	P5	P6.
1	X	0.00	78.00	112.00	122.00	140.00	0.00
1	Y	-9.00	-9.00	30.00	30.00	9.00	0.00
2	X	0.00	82.00	112.00	122.00	140.00	0.00
2	Y	-10.00	-10.00	29.50	29.50	8.50	0.00
3	X	0.00	94.00	112.00	122.00	140.00	0.00
3	Y	-10.10	-10.10	29.00	29.00	-14.00	0.00
4	X	0.00	91.00	112.00	122.00	140.00	0.00
4	Y	-17.00	-17.00	28.50	28.50	-14.50	0.00
5	X	0.00	140.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Y	-17.50	-17.50	0.00	0.00	0.00	0.00
6	X	0.00	140.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Y	-25.00	-25.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Zwangspunkt für Gleitfuge bei $x = 24.00$, $y = 0.00$ m

Untersuchungsbereich für den Gleitkreismittelpunkt :

von xanf. = 67.50 m bis xend. = 67.50 m
 von yanf. = 55.50 m bis yend. = 55.50 m

Radius $R_m = 70.51$ m

Massgebender Gleitkreis :

$X_m = 67.50$ m $Y_m = 55.50$ m $R = 70.52$ m

vorh. $\eta = 1.247$ erf. $\eta = 1.400$

Äusseres treibendes Moment : $M = 0.0$ kNm/m

Äusseres haltendes Moment : $M_s = 78940.3$ kNm/m

Erdwiderstand E_{ph} (in M_s enthalten) :

$E_{ph} = 1307.5$ kN/m Lage res.y = -4.87 m ($E_{pv} = 0$)

E_{ph} wurde angesetzt im Bereich $x \leq 35.45$ m