

## Geotechnischer Bericht/Gutachten

**Nr. 10.21.2263-1**

**AUFTRAGGEBER:** cubezwei engineers GmbH  
Bahnhofstr. 29  
92521 Schwarzenfeld

**BAUMASSNAHME:** Bebauung zwischen  
„Charles-Palmie Straße“, Kallmünz  
und St 2149

**GEGENSTAND:** Standsicherheit der Böschungen

**DATUM:** Regenstauf, den 10.03.2021

## Inhaltsverzeichnis:

|   |          |
|---|----------|
| <b>1 AUFTRAG</b> .....  | <b>3</b> |
| <b>2 PROJEKTBEZOGENE UNTERLAGEN</b> .....                           | <b>3</b> |
| <b>3 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSBEREICHES</b> .....              | <b>3</b> |
| 3.1 Geplantes Bauwerk .....   | 3        |
| 3.2 Geologische Verhältnisse .....                                  | 3        |
| <b>4 VORDIMENSIONIERUNG VERNAGELUNG MIT SPRITZBETONSCHALE</b> ..... | <b>4</b> |
| 4.1 Allgemeines.....  | 4        |
| 4.2 Geometrische Randbedingungen .....                              | 4        |
| 4.3 Bodenkennwerte.....   | 4        |
| 4.4 Berechnungen .....  | 5        |
| <b>5 SCHLUSSBEMERKUNGEN</b> .....                                   | <b>6</b> |

### Anlagen:

Anlage 1: Berechnungsausdrucke

### Tabellen

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| Tabelle 1: Bodenmechanische Kennwerte | 5 |
| Tabelle 2: Berechnungsergebnisse      | 5 |
| Tabelle 3: Nagellängen                | 6 |

## **1 AUFTRAG**

Es ist die Sicherung einer Böschung in Kallmünz geplant. Ursprünglich war eine Sicherung mit Stützmauern vorgesehen. Nun soll die Sicherung mittels Spritzbetonvernagelung geprüft werden.

Das Institut Gauer GmbH, Regenstauf, wurde von cubezwei engineers GmbH, Bahnhofstr. 29, 92521 Schwarzenfeld mit der Vordimensionierung der Spritzbetonvernagelung im Bereich der Schnitte I und J beauftragt.

Der vorliegende Bericht enthält die zusammenfassende Darstellung der Standsicherheitsnachweise sowie die daraus folgenden Hinweise für die Durchführung der Baumaßnahme.

## **2 PROJEKTBEZOGENE UNTERLAGEN**

Für die Ausarbeitung dieses Gutachtens standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Architekt Christian Ströll, Schwarzenfeld (22.10.2020): Neubau von 18 Einfamilienhäusern, „Höhenplan“ zum Bebauungsplan mit integriertem Grünordnungsplan „Charles-Palmie-Straße“ in Kallmünz Planzeichnung, M 1:500, 1. Änderung vom 22.10.2020 (cubezwei)
- [2] Architekt Christian Ströll, Schwarzenfeld (23.03.2020): Neubau von 18 Einfamilienhäusern, Anlage „Höhenplan“ zum Bebauungsplan mit integriertem Grünordnungsplan „Charles-Palmie-Straße“ in 93183 Kallmünz vom 23.03.2020 in der redaktionellen Fassung vom 29.06.2020 , M 1 : 500/100
- [3] Baugrundgutachten Nr. 18152070 vom 31.10.2018 des Büros IMH

## **3 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSBEREICHES**

### **3.1 Geplantes Bauwerk**

Gemäß den vorliegenden Plänen ist die Böschungssicherung an der Nordseite des Baugebietes vorzusehen. Maßgeblich sind die Schnitte I und J aus [3]. Die Böschungshöhe liegt im Schnitt I bei etwa 5,4 m und im Schnitt J bei etwa 4,3 m.

### **3.2 Geologische Verhältnisse**

Die anstehenden Böden im Bereich der Böschung bestehen nach der durchgeführten Baugrunduntersuchung aus [1] oberflächennah aus Hanglehm. Darunter folgen Verwitterungsböden, die zur Tiefe in Festgestein übergehen.

## **4 VORDIMENSIONIERUNG VERNAGELUNG MIT SPRITZBETONSCHALE**

### **4.1 Allgemeines**

Bei einer Vernagelung mit Spritzbetonschale werden Bodennägel im Normalfall in einem Raster von 1,5 x 1,5 m eingebracht und die Nagelköpfe mit einer Spritzbetonschale verbunden. Die Herstellung erfolgt abschnittsweise von oben her, baubegleitend mit einem abschnittswisen Aushub.

Die Herstellung der Boden- oder Felsnägel erfolgt mit Ankerbohrgeräten oder Bohrlafetten. In die Bohrlöcher werden die Tragglieder, meist GEWI-Stäbe eingesetzt. Alternativ können selbstbohrende Tragglieder nach dem Ischebeck-Verfahren eingesetzt werden. Anschließend wird die Bohrung mit Zementmörtel komplett verfüllt und verpresst. Der Verbund zur Spritzbetonschale wird über eine Nagelplatte hergestellt.

Die Baugrube wird abschnittsweise soweit ausgehoben, wie der anstehende Boden kurzzeitig standfest ist. Anschließend wird der Aushubbereich mit bewehrtem Spritzbeton und Bodennägeln gesichert. Der dadurch entstehende Verbundkörper aus Boden bzw. Fels, Bodennägeln und Spritzbetonschale weist das Tragverhalten einer Schwergewichtsmauer auf.

Die Berechnungen erfolgen nach dem Teilsicherheitskonzept der DIN 1997-1 und DIN 1054. In den Berechnungen werden die in den genannten Normen angegebenen Teilsicherheitsbeiwerte verwendet

Für die Berechnungen werden die Bemessungssituationen BS-T (vorübergehende Situationen, die den Nutzungsbedingungen im Bauzustand entsprechen) und BS-P (ständige Situationen, die den Nutzungsbedingungen im Endzustand entsprechen) zugrunde gelegt. Es ist ein Ausnutzungsgrad  $\mu \leq 1,0$  nachzuweisen.

### **4.2 Geometrische Randbedingungen**

Die Böschung weist nach den vorliegenden Planunterlagen aus [1 und 2] im Bereich des Schnittes I eine Höhe von 5,4 m und im Bereich des Schnittes J eine Höhe von 4,3 m auf. Die Böschungseigungen werden gemäß dieser Planunterlagen angesetzt.

Bergseitig schließt eine Straße an den Böschungskopf an. Es wurde eine Verkehrslast im Bereich der Straße von 33,33 kN/m<sup>2</sup> angenommen. Für die Spritzbetonschale wird eine Dicke von 15 cm angenommen.

### **4.3 Bodenkennwerte**

Die bodenmechanischen Kennwerte können aus dem Baugrundgutachten [3] entnommen werden.

**Tabelle 1: Bodenmechanische Kennwerte**

| <b>Schicht</b>     | <b>Wichte erdfeucht</b><br>$\gamma_k$<br><b>[kN/m<sup>3</sup>]</b> | <b>Winkel d. inneren Reibung</b><br>$\phi'$<br><b>[°]</b> | <b>Kohäsion</b><br>$c_k$<br><b>[kN/m<sup>2</sup>]</b> |
|--------------------|--|---|---|
| Hanglehm           | 18   | 25  | 9   |
| Verwitterungsböden | 20   | 35  | 5   |
| Festgestein        | 24   | 40  | 0   |

Auf Grundlage von Ergebnissen durchgeführter Grundsatzprüfungen und sehr vieler Eignungsprüfungen wurden von OSTERMAYER Richtwerte für Grenzlaster bzw. Grenzmantelreibung vorgeschlagen. Für den Hanglehm wird eine Mantelreibung  $q_{s,k}$  von 100 kN/m<sup>2</sup> angenommen werden. Für die Verwitterungsböden wird eine Mantelreibung  $q_{s,k}$  von 200 kN/m<sup>2</sup> angenommen. Für das Festgestein wird eine Mantelreibung von 500 kN/m<sup>2</sup> angenommen.

#### **4.4 Berechnungen**

Es wurden folgende Ausnutzungsgrade für die maßgebenden Berechnungsschnitte berechnet:

**Tabelle 2: Berechnungsergebnisse**

| Schnitt | Bemessungssituation | Einbausituation | Ausnutzungsgrad $\mu$ |            |              |
|---------|---------------------|-----------------|-----------------------|------------|--------------|
|         |                     |                 | Ed/Rd                 | Grundbruch | Geländebruch |
| I       | BS-T                | 1. Nagel        | 0,00                  | -          | -            |
|         | BS-T                | 2. Nagel        | 0,67                  | -          | -            |
|         | BS-T                | 3. Nagel        | 0,97                  | -          | -            |
|         | BS-P                | 4. Nagel        | 0,94                  | 0,19       | 1,00         |
| J       | BS-T                | 1. Nagel        | 0,00                  | -          | -            |
|         | BS-T                | 2. Nagel        | 0,72                  | -          | -            |
|         | BS-P                | 3. Nagel        | 1,00                  | 0,07       | 0,97         |

Es konnte ein Ausnutzungsgrad  $\mu \leq 1,0$  nachgewiesen werden.

Es wurden dabei Nagellängen zwischen 2,3 und 5,4 m in der Berechnung angesetzt.

**Tabelle 3: Nagellängen**

| Schnitt | Nagel    | Nagellänge [m] |
|---------|----------|----------------|
| I       | 1. Nagel | 4,2            |
|         | 2. Nagel | 4,6            |
|         | 3. Nagel | 5,4            |
|         | 4. Nagel | 3,3            |
| J       | 1. Nagel | 2,3            |
|         | 2. Nagel | 2,8            |
|         | 3. Nagel | 2,3            |

Die Berechnungsergebnisse sind in der Anlage 1 enthalten.

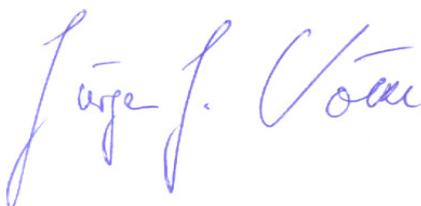
Der Ansatz der Mantelreibung ist durch Pfahlprobelastungen (Zugversuche) nachzuweisen.

## **5 SCHLUSSBEMERKUNGEN**

Die Standsicherheit der Spritzbetonschale mit Rückverankerung wurde in den Schnitten I und J nachgewiesen. Dazu wurde eine Vordimensionierung vorgenommen.

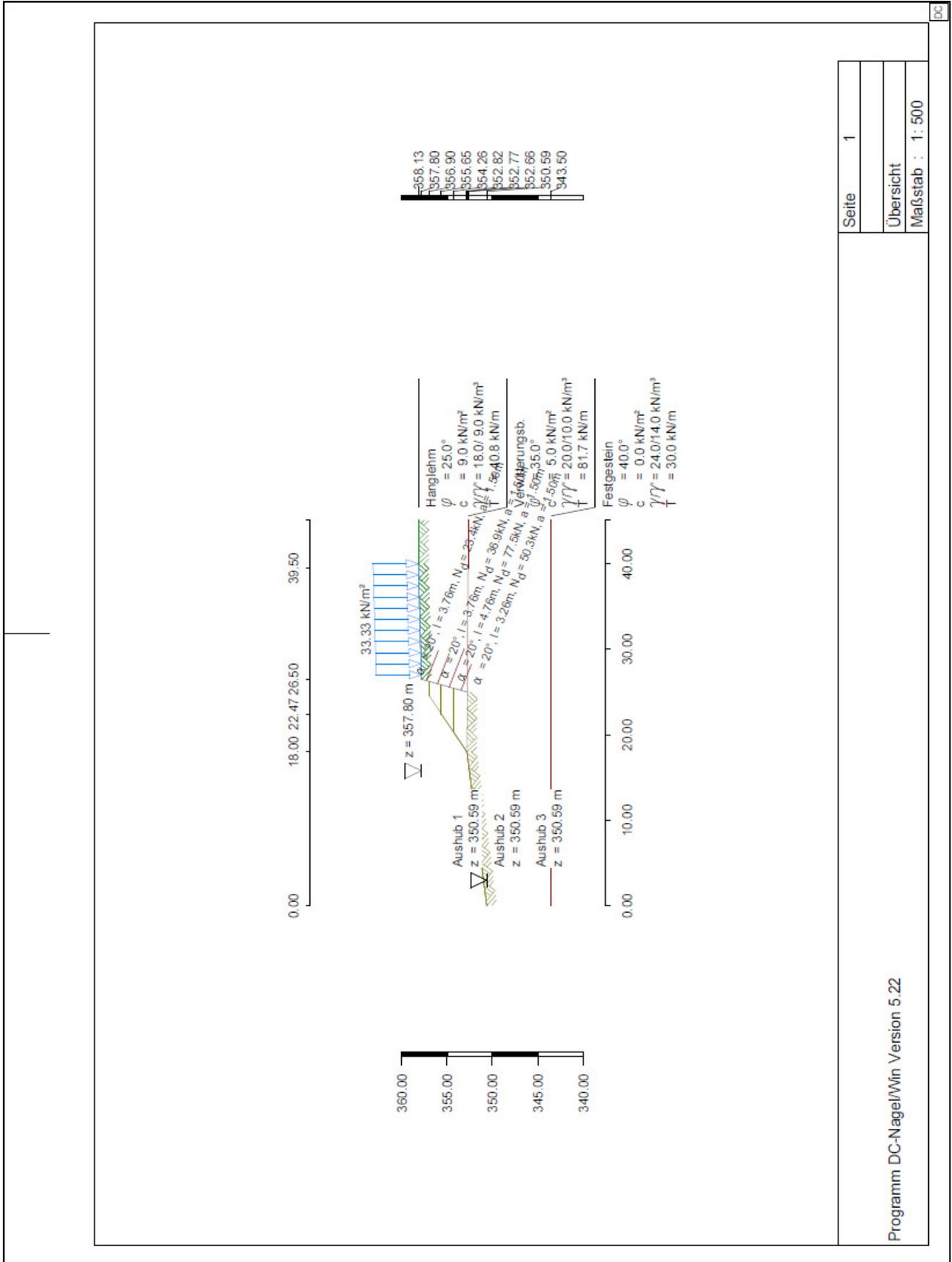
Das Institut Gauer GmbH ist zu verständigen, falls sich Abweichungen vom vorliegenden Gutachten oder planungsbedingte Änderungen ergeben. Zwischenzeitlich aufgetretene oder eventuell von der Planung abweichend erörterte Fragen werden in einer ergänzenden Stellungnahme kurzfristig nachgereicht

**Institut Gauer GmbH**




Dipl.-Geol. J. J. Völkl

# Anlage 1: Berechnungsausdrucke Böschung „Charles-Palmie Straße“



Programm DC-Nage/Win Version 5.22

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Seite                              | 2 |
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 |   |

Eingabedatei: 3210325\_Schnittl\_Spritzbetonvernagelung.dbn

**Schichtsystem** mit 3 Schichten

**Erdschichtwerte** (charakteristisch)

- $\varphi$  Winkel der inneren Reibung
- $\delta$  Wandreibungswinkel  
(der Erddruck wirkt in Richtung der Nägel,  $\delta$  siehe Erddruck-Tabelle)
- c Kohäsion
- $c_u$  Kohäsion undränirt
- $\gamma$  Wichte
- $\gamma_w$  Wichte unter Auftrieb
- $\delta_{EW}$  Wandreibungswinkel auf die Ersatzwand durch die Nagelenden (Zwischengleitfuge)
- $T_{Nagel}$  mobilisierbare Haftreibung eines Nagels im Boden
- $\psi_A$  Maximaler Winkel zw. Gleit- und Nagelrichtung zur Prüfung, ob ein Nagel im Geländebruchnachweis selbstspannend ist (DIN 4084:2009, 7.2.3.4 und Bild 2)
- $T_{go}$  mobilisierbare Mantelreibung Verpresskörper im Boden
- $Dm_{go}$  Durchmesser des Verpresskörpers ( $T_{Nagel} = T_{go} \cdot Dm_{go} \cdot \pi$ )

| Num. | Bezeichnung   | $\varphi$<br>[°] | $\delta$<br>[°] | c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $c_u$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma_w$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\delta_{EW}$<br>[°] | $T_{Nagel}$<br>[kN/m] | $\psi_A$<br>[°] | $T_{go}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $Dm_{go}$<br>[mm] |
|------|---------------|------------------|-----------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------|----------------------------------|-------------------|
| 1    | Hanglehm      | 25.0             | --              | 9.0                       | --                            | 18.0                             | 9.0                                | 16.7                 | 40.8                  | 90.0            | 100                              | 130               |
| 2    | Verwitterungs | 35.0             | --              | 5.0                       | --                            | 20.0                             | 10.0                               | 23.3                 | 81.7                  | 90.0            | 200                              | 130               |
| 3    | Festgestein   | 40.0             | --              | 0.0                       | --                            | 24.0                             | 14.0                               | 26.7                 | 30.0                  | 90.0            |                                  |                   |

**Geländeverlauf:**

| x     | z      |
|-------|--------|
| [m]   | [m]    |
| 26.50 | 357.80 |
| 40.00 | 358.13 |

Verlauf Unterkante der 1. Schicht Hanglehm:

| x     | z      |
|-------|--------|
| [m]   | [m]    |
| 0.00  | 350.59 |
| 18.00 | 352.82 |
| 39.50 | 352.66 |

Verlauf Unterkante der 2. Schicht Verwitterungsb.:

Kote z= 343.50

**Streifenlasten:**

| $x_A$ | $z_A$  | $x_E$ | $z_E$  | $p_x$                | $p_z$                | Art     | Lastfall | $\gamma_{NW-V.2}$ | $\gamma_{NW-V.3}$ | $\psi$ |
|-------|--------|-------|--------|----------------------|----------------------|---------|----------|-------------------|-------------------|--------|
| [m]   | [m]    | [m]   | [m]    | [kN/m <sup>2</sup> ] | [kN/m <sup>2</sup> ] |         |          |                   |                   |        |
| 27.00 | 357.80 | 40.00 | 358.13 | 0.00                 | 33.33                | Verkehr | 1        | 1.300             | 1.200             | 1.00   |

**Lastfall**

1 Typ BS-T

**Nageltabelle:**

| Lage | z-Kote | Neigung | Min-länge | Verpress-länge | Horiz. Abstand | Breite Kopfpl. | Rechenfestigk. Stahl | Vorspannkraft |
|------|--------|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|
|      | [m]    | [°]     | [m]       | [m]            | [m]            | [mm]           | [N/mm <sup>2</sup> ] | [kN]          |
| 1    | 357.23 | 20.00   | 3.00      | 3.00           | 1.50           | 200            | 500                  | -             |
| 2    | 356.03 | 20.00   | 3.00      | 3.00           | 1.50           | 200            | 500                  | -             |
| 3    | 354.73 | 20.00   | 3.00      | 3.00           | 1.50           | 200            | 500                  | -             |
| 4    | 353.43 | 20.00   | 3.00      | 3.00           | 1.50           | 200            | 500                  | -             |

|                                     |         |
|-------------------------------------|---------|
| Programme DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite 3 |
|                                     |         |
|                                     |         |

**Aushubtabelle:**

| Phase | Schnitt Sohle-Wand |          | wirksame Nägel |
|-------|--------------------|----------|----------------|
|       | x<br>[m]           | z<br>[m] |                |
| 1: 1  | 26.23              | 356.90   |                |
| 2: 2  | 25.86              | 355.65   | 1              |
| 3: 3  | 25.44              | 354.26   | 1, 2           |
| 4: 4  | 25.00              | 352.77   | 1, 2, 3        |

**Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2010**

**Teilsicherheitsbeiwerte Innere Standsicherheit (GEO):**

Berechnung mit Nachweisverfahren 3

Kombination 1 mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

| $\gamma$ - | G,dst | G,stb | Q,dst | Q,stb | $\varphi$ | c     | cu    | $\gamma$ | Ep    | a     |
|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|----------|-------|-------|
| BS-P       | 1.000 | 1.000 | 1.300 | 0.000 | 1.250     | 1.250 | 1.250 | 1.000    | 1.000 | 1.400 |
| BS-T       | 1.000 | 1.000 | 1.200 | 0.000 | 1.150     | 1.150 | 1.150 | 1.000    | 1.000 | 1.300 |
| BS-A       | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.000 | 1.100     | 1.100 | 1.100 | 1.000    | 1.000 | 1.200 |
| BS-T/A     | 1.000 | 1.000 | 1.100 | 0.000 | 1.125     | 1.125 | 1.125 | 1.000    | 1.000 | 1.250 |

**Teilsicherheitsbeiwerte Schnittgrößen (STR):**

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination 1 mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

| $\gamma$ - | G,dst | G,stb | Q,dst | Q,stb | $\varphi$ | c     | cu    | $\gamma$ | Ep    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|----------|-------|
| BS-P       | 1.350 | 1.000 | 1.500 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.400 |
| BS-T       | 1.200 | 1.000 | 1.300 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.300 |
| BS-A       | 1.100 | 1.000 | 1.100 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.200 |
| BS-T/A     | 1.150 | 1.000 | 1.200 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.250 |

**Teilsicherheitsbeiwerte Grundbruchsicherheit (GEO):**

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination 1 mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

| $\gamma$ - | G,dst | G,stb | Q,dst | Q,stb | $\varphi$ | c     | cu    | $\gamma$ | Ep    | R,v   |
|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|----------|-------|-------|
| BS-P       | 1.350 | 1.000 | 1.500 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.400 | 1.400 |
| BS-T       | 1.200 | 1.000 | 1.300 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.300 | 1.300 |
| BS-A       | 1.100 | 1.000 | 1.100 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.200 | 1.200 |
| BS-T/A     | 1.150 | 1.000 | 1.200 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.250 | 1.250 |

**Teilsicherheitsbeiwerte Geländebruch (GEO):**

Berechnung mit Nachweisverfahren 3

Kombination 1 mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

| $\gamma$ - | G,dst | G,stb | Q,dst | Q,stb | $\varphi$ | c     | cu    | $\gamma$ | Ep    | a     | bt    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|
| BS-P       | 1.000 | 1.000 | 1.300 | 0.000 | 1.250     | 1.250 | 1.250 | 1.000    | 1.000 | 1.400 | 1.400 |
| BS-T       | 1.000 | 1.000 | 1.200 | 0.000 | 1.150     | 1.150 | 1.150 | 1.000    | 1.000 | 1.300 | 1.300 |
| BS-A       | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.000 | 1.100     | 1.100 | 1.100 | 1.000    | 1.000 | 1.200 | 1.200 |
| BS-T/A     | 1.000 | 1.000 | 1.100 | 0.000 | 1.125     | 1.125 | 1.125 | 1.000    | 1.000 | 1.250 | 1.250 |

|                                    |          |   |
|------------------------------------|----------|---|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 4 |
|                                    | Aushub   | 1 |
|                                    | Lastfall | 1 |

- $\gamma$ - Teilsicherheitsbeiwert für...
- G,dst Ungünstige ständige Einwirkungen
- G,stb Günstige ständige Einwirkungen
- Q,dst Ungünstige veränderliche Einwirkungen
- Q,stb Günstige veränderliche Einwirkungen
- $\varphi$  Reibungsbeiwert  $\tan(\varphi)$
- c Kohäsion c
- cu Kohäsion undränert cu
- $\gamma$  Wichte
- $E_p$  Erdwiderstand
- R,v Grundbruchwiderstand
- bt Bauteilwiderstand (Schnitt Gleitkreis - Wand)
- a Herausziehbeiwert Nägel

**Berechnung Lastfall 1 (Typ BS-T)**

**Aushub Nr. 1 Name: 1 Lastfall: 1**

**Innere Standsicherheit**

**Standsicherheitsuntersuchung (Aushub 1):**

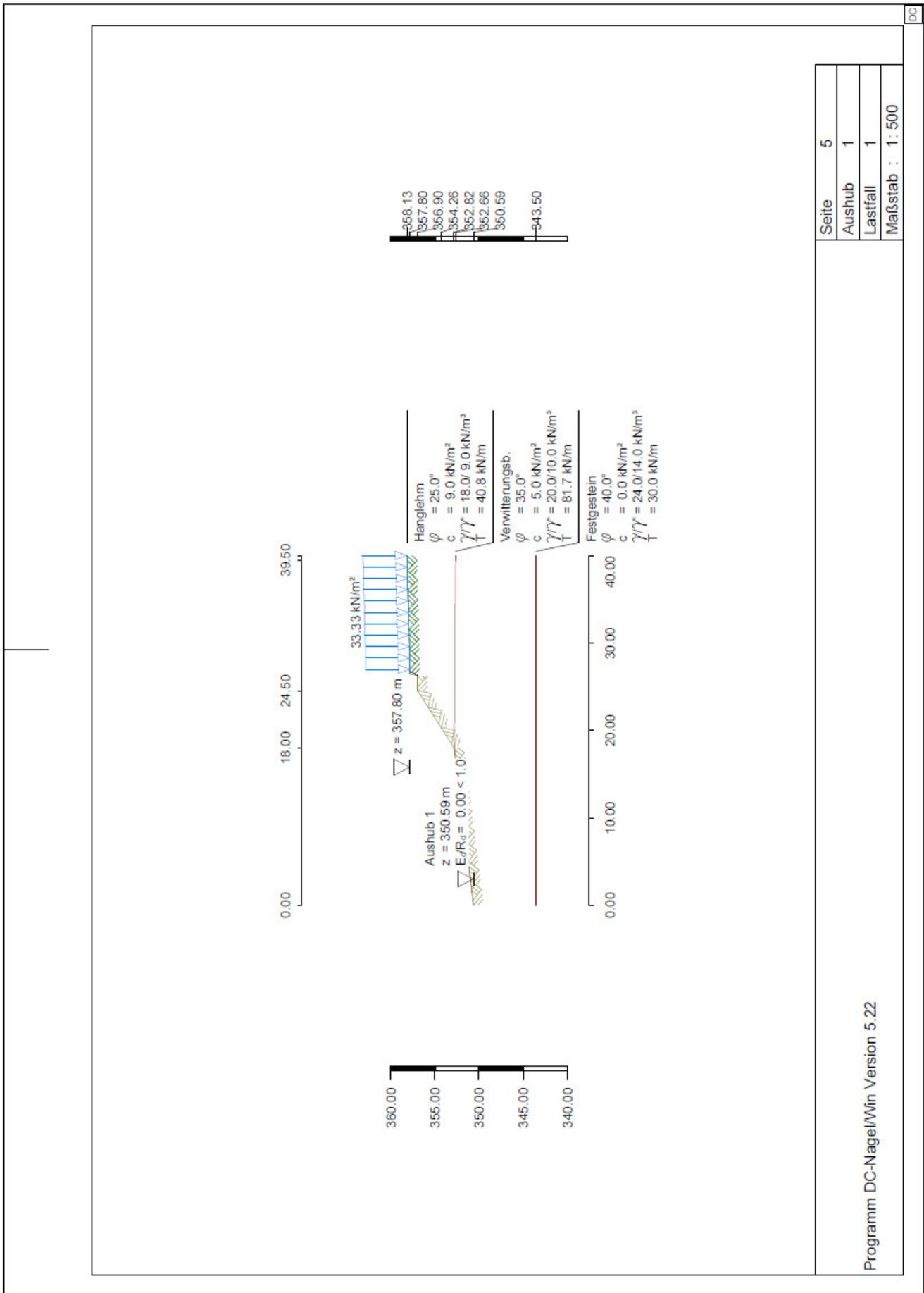
Berechnungen entsprechend NW-V. 3.  
 Berechnungsergebnisse sind Bemessungswerte pro m Wand.  
 Unterster Nagel über Aushubkote ist nicht eingebaut.  
 Automatische Ermittlung der Nagellängen:  
 Nägel unter und mit dem aktuellen werden (falls nötig) verlängert.  
 Neigung der Ersatzwand durch die Nagelenden wird automatisch ermittelt.  
 Schnittpunkt Aushubsohle-Wand  $x= 26.23$   $z= 356.90$

Ergebnisse eines einfachen Erddruckkeiles:

| $\varphi$ | R      | Q      | $ZH_{Er}=E_{an}$ | $ZH_{vom}$ | $E_d/R_d$ |
|-----------|--------|--------|------------------|------------|-----------|
| [°]       | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m]           | [kN/m]     | [-]       |
| 57.5      | 0.00   | 0.00   | 0.00             | 0.00       | 0.00      |

**Maßgebende Bruchfigur in diesem Aushub: Einfacher Erddruckkeil:**

| $\varphi$ | R      | Q      | $ZH_{Er}=E_{an}$ | $ZH_{vom}$ | $E_d/R_d$ |
|-----------|--------|--------|------------------|------------|-----------|
| [°]       | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m]           | [kN/m]     | [-]       |
| 57.5      | 0.00   | 0.00   | 0.00             | 0.00       | 0.00      |



|          |          |
|----------|----------|
| Seite    | 5        |
| Aushub   | 1        |
| Lastfall | 1        |
| Maßstab  | : 1: 500 |

Programm DC-Nagel/Win Version 5.22

DC

Programm DC-Nagel/Win Version 5.22

|          |   |
|----------|---|
| Seite    | 6 |
| Aushub   | 2 |
| Lastfall | 1 |
|          |   |

### Aushub Nr. 2 Name: 2 Lastfall: 1

#### Innere Standsicherheit

##### Standsicherheitsuntersuchung (Aushub 2):

Berechnungen entsprechend NW-V. 3.  
 Berechnungsergebnisse sind Bemessungswerte pro m Wand.  
 Unterster Nagel über Aushubkote ist nicht eingebaut.  
 Automatische Ermittlung der Nagellängen:  
 Nägel unter und mit dem aktuellen werden (falls nötig) verlängert.  
 Neigung der Ersatzwand durch die Nagelenden wird automatisch ermittelt.  
 Schnittpunkt Aushubsohle-Wand  $x= 25.86$   $z= 355.65$

Mechanismen mit dem Schnittpunkt der Gleitlinien bei den Nagelenden:

| $\varphi_1$<br>[°] | $\varphi_2$<br>[°] | $\varphi_{12}$<br>[°] | $L_{Nag}$<br>[m] | R<br>[kN/m] | $Q_1$<br>[kN/m] | $Q_{12}$<br>[kN/m] | $Z_{Er}$<br>[kN/m] | $Z_{Vom}$<br>[kN/m] | $E_d/R_d$<br>[-] |
|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------|-------------|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------------|
| 9.6                | 49.9               | 90.0                  | 3.0              | 99.2        | 89.6            | 13.3               | -34.3              | 0.1                 | 0.56*            |

Mechanismen mit dem Schnittpunkt der Gleitlinien innerhalb der Vernagelung:

|      |      |      |   |      |      |      |      |      |       |
|------|------|------|---|------|------|------|------|------|-------|
| 31.0 | 49.5 | 75.0 | - | 32.4 | 34.5 | 10.1 | -0.2 | 32.8 | 0.59* |
| 27.5 | 49.8 | 90.0 | - | 73.7 | 73.8 | 7.5  | -1.4 | 29.2 | 0.66* |
| 27.5 | 49.8 | 82.5 | - | 66.3 | 68.0 | 9.1  | -0.7 | 29.2 | 0.67* |
| 27.5 | 49.6 | 75.0 | - | 58.8 | 62.3 | 11.0 | -0.1 | 29.2 | 0.67* |
| 24.4 | 49.8 | 82.5 | - | 78.8 | 79.2 | 9.9  | -4.7 | 25.6 | 0.67* |
| 24.4 | 49.6 | 75.0 | - | 70.7 | 73.4 | 11.9 | -3.7 | 25.6 | 0.67* |
| 24.4 | 49.8 | 81.0 | - | 77.2 | 78.0 | 10.3 | -4.5 | 25.6 | 0.67* |
| 24.4 | 49.8 | 79.0 | - | 75.1 | 76.5 | 10.8 | -4.2 | 25.6 | 0.67* |
| 24.4 | 49.7 | 77.0 | - | 72.9 | 74.9 | 11.3 | -4.0 | 25.6 | 0.67* |
| 24.4 | 49.6 | 75.0 | - | 70.7 | 73.4 | 11.9 | -3.7 | 25.6 | 0.67* |
| 24.4 | 49.6 | 73.0 | - | 68.5 | 71.8 | 12.5 | -3.5 | 25.6 | 0.67* |
| 24.4 | 52.5 | 65.0 | - | 59.2 | 65.3 | 14.9 | -2.9 | 25.6 | 0.67* |

Ergebnisse eines einfachen Erddruckkeiles:

| $\varphi$<br>[°] | R<br>[kN/m] | Q<br>[kN/m] | $ZH_{Er}=E_{an}$<br>[kN/m] | $ZH_{Vom}$<br>[kN/m] | $E_d/R_d$<br>[-] |
|------------------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------|------------------|
| 43.7             | 62.58       | 64.83       | 6.78                       | 41.07                | 0.17             |

##### Maßgebende Bruchfigur in diesem Aushub:

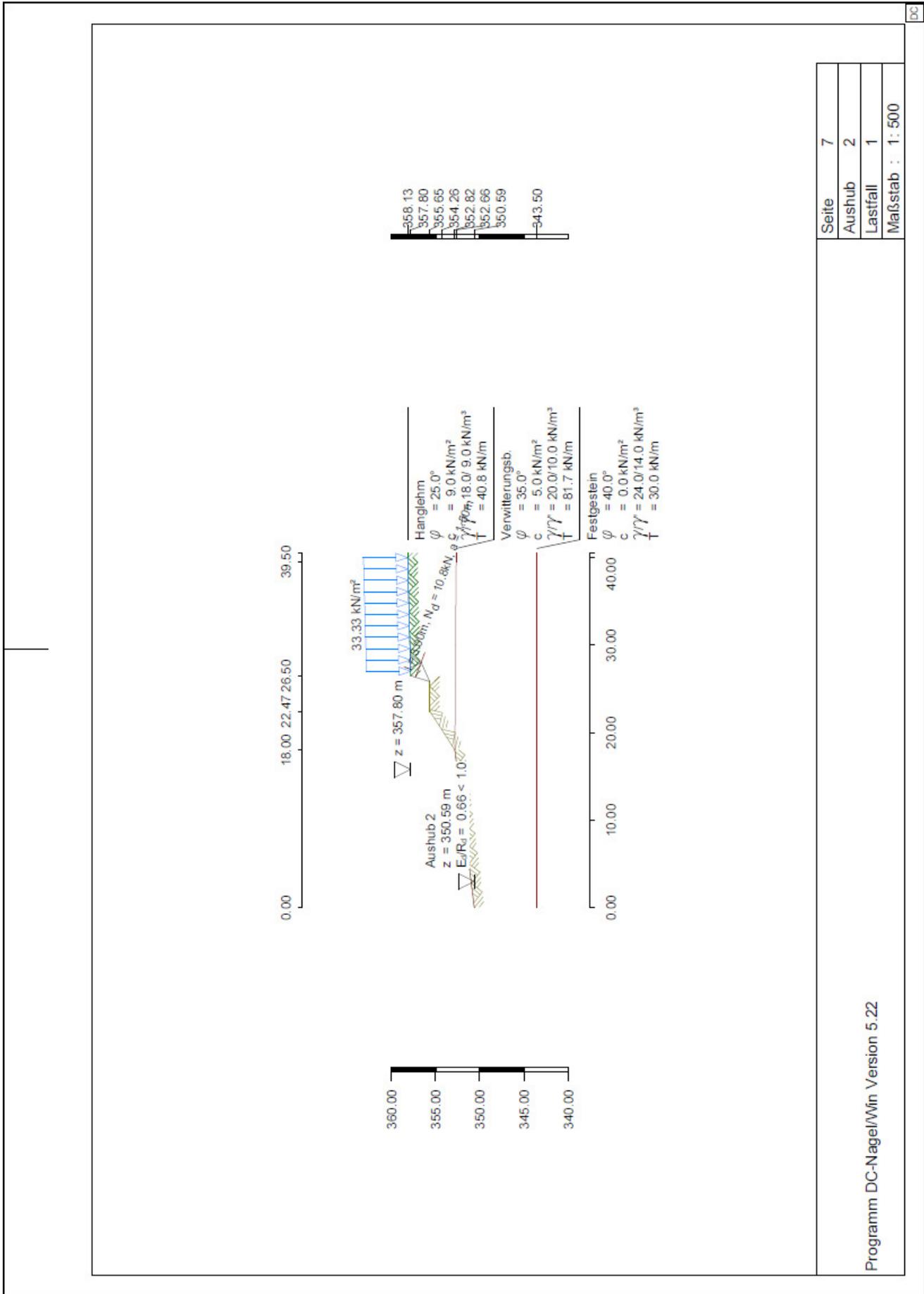
flache Hauptgleitlinie von  $x= 25.86$   $z=355.65$  bis  $x= 28.01$   $z=356.62$   
 $\varphi_1= 24.4^\circ$   $\varphi_2= 52.5^\circ$   $\varphi_{12}= 65.0^\circ$   $Z_{Er}=-2.88$  [kN/m]  $Z_{Vom}=25.56$  [kN/m]  $E_d/R_d= 0.67^*$

\*\*\* Hinweis: Die mit \*\*\* gekennzeichneten Ausnutzungsgrade wurden entsprechend der Felleniusregel ( $\varphi$ -c-Reduktion) bestimmt.

**Nagel Daten** (Aushub 2) (Bemessungswerte):

| x-Kopf<br>[m] | z-Kopf<br>[m] | Neig.<br>[°] | Länge<br>[m] | a<br>[m] | $F_{Std}$<br>[kN] | $F_{Er}$<br>[kN] |
|---------------|---------------|--------------|--------------|----------|-------------------|------------------|
| 26.33         | 357.23        | 20.0         | 3.00         | 1.50     | 65.6              | 10.8             |

DC



|          |          |
|----------|----------|
| Seite    | 7        |
| Aushub   | 2        |
| Lastfall | 1        |
| Maßstab  | : 1: 500 |

Programm DC-Nagel/Win Version 5.22

Programm DC-Nagel/Win Version 5.22

|          |   |
|----------|---|
| Seite    | 8 |
| Aushub   | 3 |
| Lastfall | 1 |
|          |   |

### Aushub Nr. 3 Name: 3 Lastfall: 1

#### Innere Standsicherheit

##### Standsicherheitsuntersuchung (Aushub 3):

Berechnungen entsprechend NW-V. 3.  
 Berechnungsergebnisse sind Bemessungswerte pro m Wand.  
 Unterster Nagel über Aushubkote ist nicht eingebaut.  
 Automatische Ermittlung der Nagellängen:  
 Nägel unter und mit dem aktuellen werden (falls nötig) verlängert.  
 Neigung der Ersatzwand durch die Nagelenden wird automatisch ermittelt.  
 Schnittpunkt Aushubsohle-Wand  $x = 25.44$   $z = 354.26$

Mechanismen mit dem Schnittpunkt der Gleitlinien bei den Nagelenden:

| $\vartheta_1$<br>[°] | $\vartheta_2$<br>[°] | $\vartheta_{12}$<br>[°] | $L_{Nag}$<br>[m] | R<br>[kN/m] | $Q_1$<br>[kN/m] | $Q_{12}$<br>[kN/m] | $Z_{Er}$<br>[kN/m] | $Z_{Vom}$<br>[kN/m] | $E_d/R_d$<br>[-] |
|----------------------|----------------------|-------------------------|------------------|-------------|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------------|
| 27.7                 | 49.9                 | 90.0                    | 3.0              | 127.3       | 126.6           | 13.3               | -3.9               | 25.5                | 0.78*            |
| 12.6                 | 48.2                 | 106.6                   | 3.0              | 176.5       | 164.5           | 21.4               | -34.0              | 0.1                 | 0.72*            |

Mechanismen mit dem Schnittpunkt der Gleitlinien innerhalb der Vernagelung:

|      |      |      |   |       |       |      |      |      |       |
|------|------|------|---|-------|-------|------|------|------|-------|
| 43.9 | 49.8 | 90.0 | - | 92.4  | 110.9 | 7.8  | 31.2 | 68.8 | 0.45  |
| 42.1 | 49.8 | 90.0 | - | 102.8 | 120.8 | 8.3  | 31.0 | 64.9 | 0.48  |
| 40.5 | 49.8 | 90.0 | - | 113.3 | 130.5 | 8.7  | 30.2 | 60.9 | 0.50  |
| 27.7 | 49.9 | 90.0 | - | 127.3 | 126.6 | 13.3 | -3.9 | 25.5 | 0.78* |
| 27.7 | 50.0 | 82.5 | - | 124.2 | 126.8 | 16.1 | -1.7 | 25.5 | 0.79* |
| 41.4 | 50.3 | 75.0 | - | 28.0  | 56.1  | 31.4 | 35.6 | 68.0 | 0.52  |
| 41.4 | 49.9 | 67.5 | - | 24.1  | 59.0  | 36.2 | 38.3 | 67.8 | 0.56  |
| 19.9 | 50.5 | 67.5 | - | 85.5  | 118.1 | 49.7 | 14.9 | 17.9 | 0.83  |
| 17.8 | 50.0 | 90.0 | - | 120.8 | 126.8 | 31.8 | -1.1 | 10.8 | 0.89* |
| 17.8 | 50.5 | 67.5 | - | 95.2  | 127.5 | 51.7 | 9.9  | 10.8 | 0.92  |
| 15.9 | 50.6 | 75.0 | - | 143.9 | 164.9 | 45.7 | -1.8 | 7.3  | 0.93* |
| 14.2 | 50.7 | 75.0 | - | 125.0 | 146.0 | 47.5 | -4.0 | 3.7  | 0.93* |
| 14.2 | 50.6 | 67.5 | - | 115.1 | 147.2 | 55.8 | -0.8 | 3.7  | 0.96* |
| 14.2 | 50.6 | 67.0 | - | 114.5 | 147.4 | 56.4 | -0.6 | 3.7  | 0.96* |
| 14.2 | 52.5 | 65.0 | - | 111.7 | 147.8 | 58.7 | -0.1 | 3.7  | 0.97* |

Ergebnisse eines einfachen Erddruckkeiles:

| $\vartheta$<br>[°] | R<br>[kN/m] | Q<br>[kN/m] | $ZH_{Er}=E_{an}$<br>[kN/m] | $ZH_{Vom}$<br>[kN/m] | $E_d/R_d$<br>[-] |
|--------------------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------|------------------|
| 45.7               | 129.96      | 140.22      | 33.03                      | 68.30                | 0.48             |

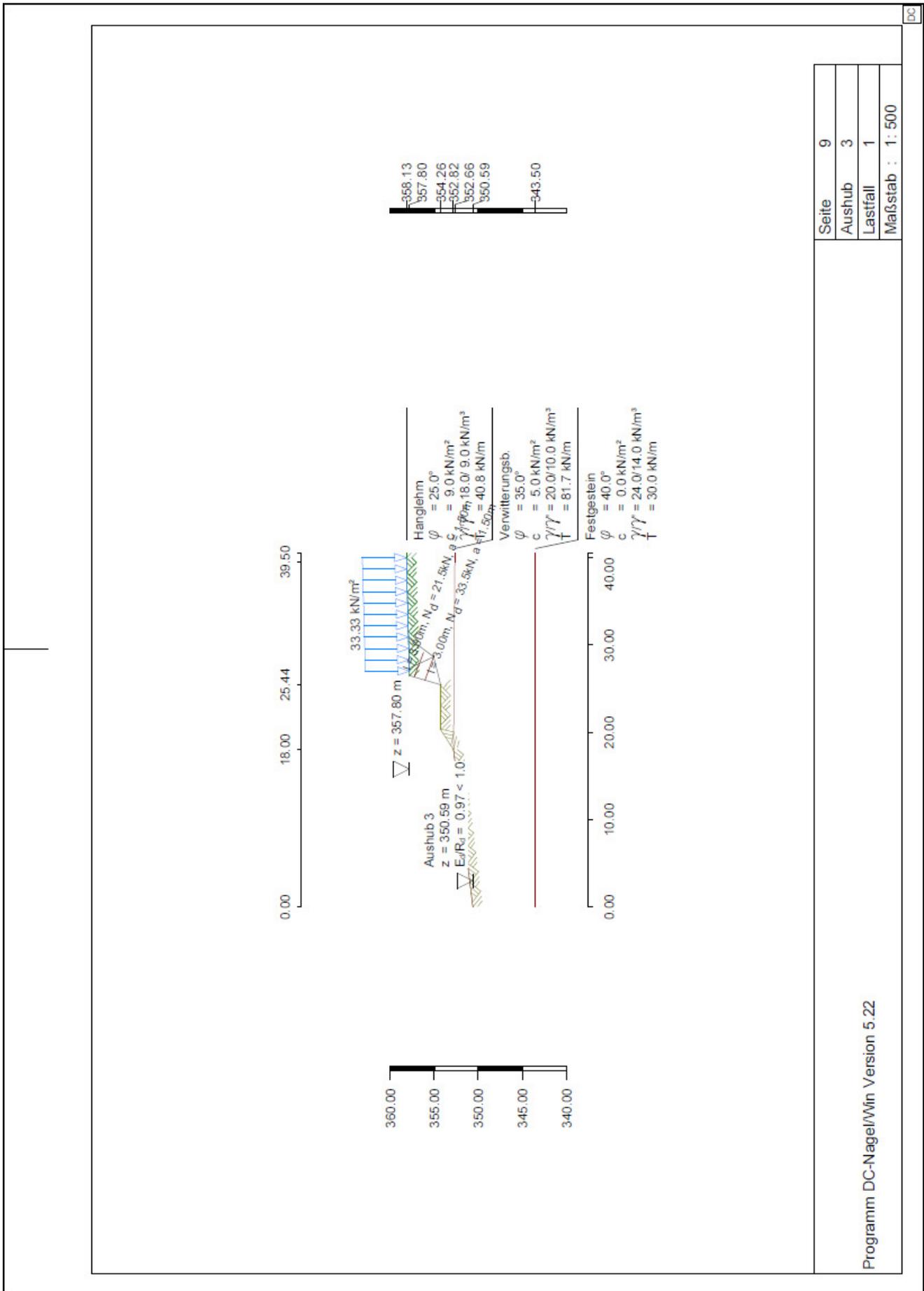
##### Maßgebende Bruchfigur in diesem Aushub:

flache Hauptgleitlinie von  $x = 25.44$   $z = 354.26$  bis  $x = 28.63$   $z = 355.06$   
 $\vartheta_1 = 14.2^\circ$   $\vartheta_2 = 52.5^\circ$   $\vartheta_{12} = 65.0^\circ$   $Z_{Er} = -0.06$  [kN/m]  $Z_{Vom} = 3.68$  [kN/m]  $E_d/R_d = 0.97^*$

\*\*\* Hinweis: Die mit "\*" gekennzeichneten Ausnutzungsgrade wurden entsprechend der Felleniusregel ( $\varphi$ -c-Reduktion) bestimmt.

##### Nageldaten (Aushub 3) (Bemessungswerte):

| x-Kopf<br>[m] | z-Kopf<br>[m] | Neig.<br>[°] | Länge<br>[m] | a<br>[m] | $F_{Std}$<br>[kN] | $F_{Er}$<br>[kN] |
|---------------|---------------|--------------|--------------|----------|-------------------|------------------|
| 26.33         | 357.23        | 20.0         | 3.00         | 1.50     | 44.5              | 21.5             |
| 25.97         | 356.03        | 20.0         | 3.00         | 1.50     | 64.6              | 33.5             |



|          |          |
|----------|----------|
| Seite    | 9        |
| Aushub   | 3        |
| Lastfall | 1        |
| Maßstab  | : 1: 500 |

Programm DC-Nagel/Wfn Version 5.22

DC

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 10 |
|                                    | Aushub   | 4  |
|                                    | Lastfall | 1  |
|                                    |          |    |

**Aushub Nr. 4 Name: 4 Lastfall: 1**

**Innere Standsicherheit**

**Standsicherheitsuntersuchung (Aushub 4):**

Berechnungen entsprechend NW-V. 3.  
 Berechnungsergebnisse sind Bemessungswerte pro m Wand.  
 Unterster Nagel über Aushubkote ist nicht eingebaut.  
 Automatische Ermittlung der Nagellängen:  
 Nägel unter und mit dem aktuellen werden (falls nötig) verlängert.  
 Neigung der Ersatzwand durch die Nagelenden wird automatisch ermittelt.  
 Schnittpunkt Aushubsohle-Wand x= 25.00 z= 352.77

Mechanismen mit dem Schnittpunkt der Gleitlinien bei den Nagelenden:

| $\vartheta_1$<br>[°] | $\vartheta_2$<br>[°] | $\vartheta_{12}$<br>[°] | $L_{Nag}$<br>[m] | R<br>[kN/m] | $Q_1$<br>[kN/m] | $Q_{12}$<br>[kN/m] | $Z_{Err}$<br>[kN/m] | $Z_{vom}$<br>[kN/m] | $E_d/R_d$<br>[-] |
|----------------------|----------------------|-------------------------|------------------|-------------|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------|------------------|
| 35.3                 | 49.9                 | 90.0                    | 3.5              | 298.3       | 328.5           | 15.8               | 57.5                | 60.9                | 0.94             |
| 25.9                 | 48.1                 | 106.6                   | 3.5              | 377.6       | 381.8           | 23.9               | 16.7                | 29.3                | 0.57             |
| 11.2                 | 47.7                 | 106.6                   | 3.5              | 303.6       | 292.6           | 49.5               | -38.6               | 0.1                 | 0.81*            |

Mechanismen mit dem Schnittpunkt der Gleitlinien innerhalb der Vernagelung:

|      |      |      |   |       |       |       |      |       |        |
|------|------|------|---|-------|-------|-------|------|-------|--------|
| 45.6 | 49.8 | 90.0 | - | 176.3 | 220.5 | 10.6  | 74.6 | 111.4 | 0.67   |
| 35.3 | 49.9 | 90.0 | - | 298.3 | 328.5 | 15.8  | 57.5 | 60.9  | 0.94   |
| 33.3 | 50.0 | 90.0 | - | 225.3 | 256.9 | 33.6  | 58.1 | 59.7  | 0.97   |
| 33.3 | 50.4 | 82.5 | - | 202.1 | 240.0 | 39.7  | 59.2 | 59.9  | 0.99   |
| 33.3 | 50.6 | 75.0 | - | 178.4 | 223.9 | 46.5  | 59.7 | 60.0  | 0.99   |
| 33.3 | 50.6 | 67.5 | - | 153.1 | 208.0 | 54.7  | 59.8 | 60.0  | 1.00   |
| 31.7 | 50.0 | 90.0 | - | 243.3 | 272.4 | 34.8  | 53.3 | 51.4  | 1.04   |
| 31.7 | 50.5 | 82.5 | - | 219.4 | 255.4 | 41.1  | 54.9 | 51.7  | 1.06   |
| 31.7 | 50.7 | 75.0 | - | 195.0 | 239.2 | 48.1  | 56.1 | 51.8  | 1.08   |
| 31.7 | 50.6 | 67.5 | - | 168.9 | 223.1 | 56.5  | 56.7 | 51.8  | 1.10   |
| 30.1 | 50.5 | 82.5 | - | 236.9 | 270.8 | 42.4  | 50.1 | 44.6  | 1.12   |
| 30.1 | 50.7 | 75.0 | - | 211.7 | 254.4 | 49.7  | 51.8 | 44.6  | 1.16   |
| 30.1 | 50.7 | 67.5 | - | 184.9 | 238.3 | 58.4  | 53.0 | 44.6  | 1.19   |
| 28.6 | 50.7 | 75.0 | - | 228.6 | 269.7 | 51.3  | 47.1 | 39.5  | 1.19   |
| 28.6 | 50.7 | 67.5 | - | 201.1 | 253.4 | 60.3  | 48.7 | 39.5  | 1.23   |
| 27.2 | 50.8 | 67.5 | - | 217.3 | 268.7 | 62.2  | 44.0 | 34.4  | 1.28   |
| 25.9 | 50.8 | 67.5 | - | 233.7 | 284.0 | 64.2  | 38.8 | 29.3  | 1.33   |
| 23.8 | 51.2 | 75.0 | - | 105.1 | 167.3 | 86.4  | 62.7 | 45.3  | 1.39   |
| 23.8 | 51.2 | 67.5 | - | 88.0  | 169.0 | 99.9  | 67.5 | 45.2  | 1.49   |
| 21.2 | 50.8 | 82.5 | - | 140.4 | 184.3 | 76.9  | 48.5 | 32.1  | 1.51   |
| 21.2 | 51.2 | 75.0 | - | 121.8 | 182.9 | 89.3  | 55.2 | 32.3  | 1.71   |
| 21.2 | 51.3 | 67.5 | - | 102.7 | 183.7 | 103.9 | 60.7 | 32.4  | 1.87   |
| 18.8 | 51.3 | 75.0 | - | 138.7 | 198.8 | 92.2  | 47.2 | 23.6  | 2.00   |
| 18.8 | 51.4 | 67.5 | - | 118.2 | 199.3 | 107.6 | 53.1 | 23.7  | 2.24   |
| 16.6 | 51.3 | 75.0 | - | 155.9 | 215.2 | 95.2  | 38.7 | 14.9  | 2.59   |
| 16.6 | 51.5 | 67.5 | - | 134.5 | 215.5 | 111.1 | 44.8 | 15.0  | 2.98   |
| 14.6 | 51.3 | 75.0 | - | 173.3 | 232.0 | 98.3  | 29.7 | 8.8   | 3.38   |
| 14.6 | 51.5 | 67.5 | - | 151.1 | 232.3 | 114.7 | 36.0 | 8.8   | 4.09   |
| 12.8 | 51.4 | 75.0 | - | 191.0 | 249.3 | 101.4 | 20.3 | 4.4   | 4.57   |
| 12.8 | 51.6 | 67.5 | - | 168.0 | 249.4 | 118.3 | 26.8 | 4.4   | 6.03   |
| 11.2 | 50.9 | 82.5 | - | 231.5 | 269.1 | 90.0  | 2.2  | 0.1   | 22.18  |
| 11.2 | 51.4 | 75.0 | - | 208.9 | 267.0 | 104.5 | 10.6 | 0.1   | 106.57 |
| 11.2 | 51.6 | 67.5 | - | 185.0 | 267.0 | 121.9 | 17.3 | 0.1   | 174.54 |
| 11.2 | 51.6 | 67.0 | - | 183.3 | 267.1 | 123.2 | 17.7 | 0.1   | 178.49 |
| 11.2 | 52.5 | 65.0 | - | 176.6 | 267.5 | 128.6 | 19.1 | 0.1   | 192.98 |

\*\*\* Hinweis: Nägel 3 bis 3 wurden um 1.00 m verlängert, um geforderte Sicherheit einzuhalten.

|      |      |      |   |       |       |       |      |      |      |
|------|------|------|---|-------|-------|-------|------|------|------|
| 11.2 | 52.5 | 65.0 | - | 176.6 | 267.5 | 128.6 | 19.1 | 21.0 | 0.91 |
|------|------|------|---|-------|-------|-------|------|------|------|

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 11 |
|                                    | Aushub   | 4  |
|                                    | Lastfall | 1  |

Ergebnisse eines einfachen Erddruckkeiles:

| $\vartheta$ | R      | Q      | $ZH_{Er}=E_{an}$ | $ZH_{Vom}$ | $E_d/R_d$ |
|-------------|--------|--------|------------------|------------|-----------|
| [°]         | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m]           | [kN/m]     | [-]       |
| 46.6        | 224.19 | 246.64 | 75.28            | 128.59     | 0.59      |

**Maßgebende Bruchfigur in diesem Aushub:**

flache Hauptgleitlinie von  $x=25.00$   $z=352.77$  bis  $x=28.87$   $z=353.53$   
 $\vartheta_1=11.2^\circ$   $\vartheta_2=52.5^\circ$   $\vartheta_{12}=65.0^\circ$   $Z_{Er}=19.12$  [kN/m]  $Z_{Vom}=21.04$  [kN/m]  $E_d/R_d=0.91$

\*\*\* Hinweis: Die mit '\*' gekennzeichneten Ausnutzungsgrade wurden entsprechend der Felleniusregel ( $\varphi$ -c-Reduktion) bestimmt.

**Wand, Zustandsgrößen (Bemessungswerte)**

Schnittgrößen (Bemessungswerte) entsprechend NW-V. 2.  
 Verformung  $w$  entsprechend GZG (charakteristisch)  
 Bemessung nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Dicke Betonquerschnitt  $h = 15.0$  [cm]  
 Randachsabstand Bewehrung Luftseite  $d_{lft} = 10.0$  [cm]  
 Randachsabstand Bewehrung Erdseite  $d_{erde} = 5.0$  [cm]  
 E-Modul Beton  $E = 31000$  [MN/m<sup>2</sup>]  
 Biegesteifigkeit  $EI = 8719$  [kN\*m<sup>2</sup>]  
 Betongüte: C25/30, Nennfestigkeit Beton  $f_{ck} = 25.0$  [MN/m<sup>2</sup>]  
 Nennfestigkeit Bewehrung  $f_{yk} = 500.0$  [MN/m<sup>2</sup>]  
 Biegebewehrung zur Bestimmung des Längsbewehrungsgrades  $\mu$   
 für den Durchstanznachweis  $As \mu = MAX(as_1, as_2)$  aus Wandberechnung

- \*\*\* Die Berechnung der Erddruckkräfte  $E_{an}$  erfolgt aus der Optimierung von Theta unter Berücksichtigung aller Lasten (g+p) des akt. Lastfalles.
- \*\*\* Der Erddruckverlauf  $e_{an}$  entspricht der abschnittsweise const. Ableitung der  $E_{an}$ -Werte nach z.
- \*\*\* Kohäsion wird bei der Erddruckberechnung berücksichtigt.
- \*\*\* Mindstererddruck wurde berücksichtigt (Ersatzreibungswinkel  $\varphi = 40.0^\circ$ ).
- \*\*\* Der Erddruck wirkt in Richtung der Nägel (Wandreibungswinkel  $\delta = -3.4^\circ$ ).
- \*\*\* Erddruck wird nicht umgelagert.
- \*\*\* Erddruck  $e_{an}$  aus ständigen Lasten wird zu 85.00 % angesetzt.

**Erddruck je lfm Wandbreite (Bemessungswerte):**

| Wandverlauf |        | Wanddicke | Bew.-abstände |            | Gleitwinkel | Erddruck |          |
|-------------|--------|-----------|---------------|------------|-------------|----------|----------|
| x           | z      | h         | $d_{lft}$     | $d_{erde}$ | $\vartheta$ | $E_{an}$ | $e_{an}$ |
| [m]         | [m]    | [cm]      | [cm]          | [cm]       | [°]         | [kN]     | [kN/m]   |
| 26.50       | 357.80 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 0.00        | 0.0      | 12.55    |
| 26.47       | 357.70 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 56.85       | 0.0      | 12.55    |
| 26.44       | 357.60 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 56.85       | 0.1      | 12.55    |
| 26.41       | 357.50 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 56.85       | 0.1      | 12.55    |
| 26.38       | 357.40 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 56.85       | 0.2      | 12.55    |
| 26.35       | 357.30 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 56.85       | 0.3      | 12.55    |
| 26.33       | 357.23 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 56.85       | 0.4      | 12.55    |
| 26.32       | 357.20 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 56.85       | 0.5      | 12.55    |
| 26.29       | 357.10 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 56.85       | 0.6      | 12.55    |
| 26.26       | 357.00 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 56.85       | 0.8      | 12.55    |
| 26.23       | 356.90 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.33       | 1.1      | 12.55    |
| 26.20       | 356.80 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 47.30       | 1.7      | 12.55    |
| 26.17       | 356.70 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 48.13       | 2.2      | 12.55    |
| 26.14       | 356.60 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 48.85       | 2.9      | 18.51    |
| 26.11       | 356.50 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 49.48       | 3.6      | 18.51    |
| 26.08       | 356.40 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 50.03       | 4.3      | 18.51    |
| 26.05       | 356.30 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 50.52       | 5.1      | 18.51    |
| 26.02       | 356.20 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 50.96       | 5.9      | 18.51    |
| 25.99       | 356.10 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 51.35       | 6.8      | 18.51    |

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 12 |
|                                    | Aushub   | 4  |
|                                    | Lastfall | 1  |
|                                    |          |    |

| Wandverlauf |        | Wanddicke | Bew.-abstände    |                   | Gleitwinkel | Erddruck        |                 |
|-------------|--------|-----------|------------------|-------------------|-------------|-----------------|-----------------|
| x           | z      | h         | d <sub>luf</sub> | d <sub>erse</sub> | ϕ           | E <sub>an</sub> | e <sub>an</sub> |
| [m]         | [m]    | [cm]      | [cm]             | [cm]              | [°]         | [kN]            | [kN/m]          |
| 25.97       | 356.03 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 51.60       | 7.4             | 18.51           |
| 25.96       | 356.00 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 51.70       | 7.7             | 18.51           |
| 25.93       | 355.90 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 52.01       | 8.6             | 18.51           |
| 25.90       | 355.80 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 52.30       | 9.6             | 18.51           |
| 25.87       | 355.70 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 52.56       | 10.6            | 18.51           |
| 25.84       | 355.60 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 52.80       | 11.6            | 18.51           |
| 25.81       | 355.50 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 53.02       | 12.7            | 18.51           |
| 25.78       | 355.40 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 53.22       | 13.8            | 18.51           |
| 25.75       | 355.30 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 53.41       | 14.9            | 30.96           |
| 25.73       | 355.20 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 53.58       | 16.1            | 30.96           |
| 25.70       | 355.10 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 53.74       | 17.3            | 30.96           |
| 25.67       | 355.00 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 53.88       | 18.5            | 30.96           |
| 25.64       | 354.90 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 54.02       | 19.7            | 30.96           |
| 25.61       | 354.80 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 54.15       | 21.0            | 30.96           |
| 25.59       | 354.73 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 54.23       | 21.9            | 30.96           |
| 25.58       | 354.70 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 54.27       | 22.3            | 30.96           |
| 25.55       | 354.60 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 54.38       | 23.6            | 30.96           |
| 25.52       | 354.50 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 54.48       | 25.0            | 30.96           |
| 25.49       | 354.40 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 54.58       | 26.3            | 30.96           |
| 25.46       | 354.30 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 54.67       | 27.8            | 30.96           |
| 25.43       | 354.20 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 54.76       | 29.2            | 30.96           |
| 25.40       | 354.10 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 54.84       | 30.7            | 30.96           |
| 25.37       | 354.00 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.51       | 32.7            | 18.89           |
| 25.34       | 353.90 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.59       | 35.1            | 20.75           |
| 25.31       | 353.80 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.66       | 37.6            | 21.32           |
| 25.28       | 353.70 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.72       | 40.1            | 21.88           |
| 25.25       | 353.60 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.78       | 42.7            | 22.44           |
| 25.22       | 353.50 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.84       | 45.4            | 23.00           |
| 25.20       | 353.43 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.89       | 47.3            | 23.30           |
| 25.19       | 353.40 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.90       | 48.1            | 23.47           |
| 25.16       | 353.30 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.96       | 50.9            | 24.15           |
| 25.13       | 353.20 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 48.01       | 53.8            | 24.69           |
| 25.10       | 353.10 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 48.06       | 56.8            | 25.25           |
| 25.07       | 353.00 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 48.11       | 59.8            | 25.81           |
| 25.04       | 352.90 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 48.15       | 62.8            | 26.37           |
| 25.01       | 352.80 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 48.20       | 66.0            | 27.40           |
| 25.00       | 352.77 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 48.21       | 67.0            | 27.90           |

**Zustandsgrößen je lfm Wandbreite (Bemessungswerte):**

| Kote   | H-Druck | Verform. | Schnittgr. |        | Aufl.          | Biegebem. | Schubbem.        |
|--------|---------|----------|------------|--------|----------------|-----------|------------------|
| z      | h       | w        | V          | M      | A <sub>w</sub> | as        | as <sub>bu</sub> |
| [m]    | [kN/m]  | [mm]     | [kN]       | [kN*m] | [kN]           | [cm²/m]   | [cm²/m]          |
| 357.80 | 12.55   | 0.0      | 0.00       | 0.00   | ---            | 0.00      | ---              |
| 357.70 | 12.55   | 0.0      | -1.20      | -0.06  | ---            | 0.01      | ---              |
| 357.60 | 12.55   | 0.0      | -2.40      | -0.25  | ---            | 0.06      | ---              |
| 357.50 | 12.55   | 0.0      | -3.61      | -0.56  | ---            | 0.12      | ---              |
| 357.40 | 12.55   | 0.0      | -4.81      | -1.00  | ---            | 0.22      | ---              |
| 357.33 | 12.55   | 0.0      | -5.65      | -1.40  | ---            | 0.31      | ---              |
| 357.23 | 12.55   | 0.0      | 0.42       | -1.36  | 13.9           | 0.30      | ---              |
| 357.23 | 12.55   | 0.0      | 0.42       | -1.36  | ---            | 0.30      | ---              |
| 357.13 | 12.55   | 0.0      | 6.48       | -1.31  | ---            | 0.29      | ---              |
| 357.10 | 12.55   | 0.0      | 6.12       | -1.10  | ---            | 0.24      | ---              |
| 357.00 | 12.55   | 0.0      | 4.92       | -0.53  | ---            | 0.12      | ---              |
| 356.90 | 12.55   | 0.0      | 3.72       | -0.07  | ---            | 0.02      | ---              |
| 356.80 | 12.55   | 0.0      | 2.52       | 0.25   | ---            | 0.11      | ---              |
| 356.70 | 12.55   | 0.0      | 1.31       | 0.45   | ---            | 0.20      | ---              |
| 356.70 | 12.55   | 0.0      | 1.31       | 0.45   | ---            | 0.20      | ---              |
| 356.60 | 18.51   | 0.0      | -0.18      | 0.51   | ---            | 0.23      | ---              |

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 13 |
|                                    | Aushub   | 4  |
|                                    | Lastfall | 1  |

| Kote<br>z | H-Druck<br>h | Verform.<br>w | Schnittgr. |        | Aufl.<br>A <sub>K</sub> | Biegebem.<br>as      | Schubbem.<br>as <sub>due</sub> |
|-----------|--------------|---------------|------------|--------|-------------------------|----------------------|--------------------------------|
|           |              |               | V          | M      |                         |                      |                                |
| [m]       | [kN/m]       | [mm]          | [kN]       | [kN*m] | [kN]                    | [cm <sup>2</sup> /m] | [cm <sup>2</sup> /m]           |
| 356.50    | 18.51        | 0.0           | -1.95      | 0.40   | --                      | 0.18                 | --                             |
| 356.40    | 18.51        | 0.0           | -3.72      | 0.11   | --                      | 0.05                 | --                             |
| 356.30    | 18.51        | 0.0           | -5.50      | -0.37  | --                      | 0.08                 | --                             |
| 356.20    | 18.51        | 0.0           | -7.27      | -1.47  | --                      | 0.32                 | --                             |
| 356.13    | 18.51        | 0.0           | -8.51      | -1.64  | --                      | 0.36                 | --                             |
| 356.03    | 18.51        | 0.0           | 1.21       | -1.51  | 22.0                    | 0.33                 | --                             |
| 356.03    | 18.51        | 0.0           | 1.21       | -1.51  | --                      | 0.33                 | --                             |
| 355.93    | 18.51        | 0.0           | 10.93      | -1.47  | --                      | 0.32                 | --                             |
| 355.90    | 18.51        | 0.0           | 10.40      | -1.47  | --                      | 0.32                 | --                             |
| 355.80    | 18.51        | 0.0           | 8.62       | -0.04  | --                      | 0.01                 | --                             |
| 355.70    | 18.51        | 0.0           | 6.85       | 0.77   | --                      | 0.34                 | --                             |
| 355.60    | 18.51        | 0.0           | 5.07       | 1.39   | --                      | 0.62                 | --                             |
| 355.50    | 18.51        | 0.0           | 3.30       | 1.83   | --                      | 0.82                 | --                             |
| 355.40    | 18.51        | 0.0           | 1.53       | 2.08   | --                      | 0.94                 | --                             |
| 355.40    | 18.57        | 0.0           | 1.53       | 2.08   | --                      | 0.94                 | --                             |
| 355.30    | 30.96        | 0.0           | -0.85      | 2.13   | --                      | 0.96                 | --                             |
| 355.20    | 30.96        | 0.0           | -3.82      | 1.88   | --                      | 0.85                 | --                             |
| 355.10    | 30.96        | 0.0           | -6.78      | 1.33   | --                      | 0.60                 | --                             |
| 355.00    | 30.96        | 0.0           | -9.75      | 0.47   | --                      | 0.21                 | --                             |
| 354.90    | 30.96        | 0.0           | -12.72     | -2.16  | --                      | 0.48                 | --                             |
| 354.83    | 30.96        | 0.0           | -14.80     | -2.16  | --                      | 0.48                 | --                             |
| 354.73    | 30.96        | 0.0           | -0.82      | -2.16  | 32.5                    | 0.48                 | --                             |
| 354.73    | 30.96        | 0.0           | -0.82      | -2.16  | --                      | 0.48                 | --                             |
| 354.63    | 30.96        | 0.0           | 13.17      | -2.16  | --                      | 0.48                 | --                             |
| 354.60    | 30.96        | 0.0           | 12.27      | -2.16  | --                      | 0.48                 | --                             |
| 354.50    | 30.96        | 0.0           | 9.31       | -0.36  | --                      | 0.08                 | --                             |
| 354.40    | 30.96        | 0.0           | 6.34       | 0.46   | --                      | 0.20                 | --                             |
| 354.30    | 30.96        | 0.0           | 3.37       | 0.97   | --                      | 0.43                 | --                             |
| 354.20    | 30.96        | 0.0           | 0.41       | 1.16   | --                      | 0.52                 | --                             |
| 354.10    | 30.96        | 0.0           | -2.56      | 1.05   | --                      | 0.47                 | --                             |
| 354.00    | 18.90        | 0.0           | -4.95      | 0.65   | --                      | 0.29                 | --                             |
| 354.00    | 18.89        | 0.0           | -4.95      | 0.65   | --                      | 0.29                 | --                             |
| 353.90    | 20.75        | 0.0           | -6.85      | 0.03   | --                      | 0.02                 | --                             |
| 353.80    | 21.32        | 0.0           | -8.87      | -0.78  | --                      | 0.17                 | --                             |
| 353.70    | 21.88        | 0.0           | -10.94     | -1.82  | --                      | 0.40                 | --                             |
| 353.60    | 22.44        | 0.0           | -13.06     | -3.07  | --                      | 0.68                 | --                             |
| 353.53    | 22.83        | 0.0           | -14.59     | -4.10  | --                      | 0.92                 | --                             |
| 353.43    | 23.30        | 0.0           | -0.38      | -4.14  | 31.5                    | 0.92                 | --                             |
| 353.43    | 23.30        | 0.0           | -0.38      | -4.14  | --                      | 0.92                 | --                             |
| 353.33    | 23.95        | 0.0           | 13.82      | -4.18  | --                      | 0.93                 | --                             |
| 353.30    | 24.15        | 0.0           | 13.13      | -3.73  | --                      | 0.83                 | --                             |
| 353.20    | 24.69        | 0.0           | 10.79      | -2.48  | --                      | 0.55                 | --                             |
| 353.10    | 25.25        | 0.0           | 8.40       | -1.48  | --                      | 0.33                 | --                             |
| 353.00    | 25.81        | 0.0           | 5.95       | -0.73  | --                      | 0.16                 | --                             |
| 352.90    | 26.37        | 0.0           | 3.45       | -0.24  | --                      | 0.05                 | --                             |
| 352.80    | 27.40        | 0.0           | 0.87       | -0.02  | --                      | 0.00                 | --                             |
| 352.77    | 27.90        | 0.0           | 0.00       | 0.00   | --                      | 0.00                 | --                             |

\*\*\* Hinweis: Bei Nägeln wird die Querkraft und das Moment im Punkt der Stützung linear aus T und M an den Rändern der Kopfplatte interpoliert.

**Nageldaten (Aushub 4) (Bemessungswerte):**

| x-Kopf | z-Kopf | Neig. | Länge | a    | f <sub>yk</sub>      | γ <sub>M</sub> | F <sub>Std</sub> | F <sub>Er</sub> | F <sub>Bem</sub> | D <sub>mEr</sub> |
|--------|--------|-------|-------|------|----------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| [m]    | [m]    | [°]   | [m]   | [m]  | [MN/m <sup>2</sup> ] | [-]            | [kN]             | [kN]            | [kN]             | [mm]             |
| 26.33  | 357.23 | 20.0  | 3.50  | 1.50 | 500                  | 1.150          | 38.1             | 23.4            | 22.2             | 8.3              |
| 25.97  | 356.03 | 20.0  | 3.50  | 1.50 | 500                  | 1.150          | 57.4             | 36.9            | 35.2             | 10.4             |
| 25.59  | 354.73 | 20.0  | 4.50  | 1.50 | 500                  | 1.150          | 109.8            | 64.3            | 51.9             | 13.7             |
| 25.20  | 353.43 | 20.0  | 3.00  | 1.50 | 500                  | 1.150          | 0.0              | 0.0             | 50.3             | 12.1             |

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 14 |
|                                    | Aushub   | 4  |
|                                    | Lastfall | 1  |
|                                    |          |    |

**Durchstanznachweise DIN EN 1992 (Eurocode 2) :**

- F Nagelkraft aus Erddruckber. auf die Wand  $MAX(F_{Er}, F_{Bem}) * \cos(\text{Neigung})$
- H-Druck Erddruckkraft auf Kopfplatte  
Faktor für H-Druck = 0.500
- B Breite der Kopfplatte  
Rundschnitt im Abstand =  $1.0 * d$  von der Kopfplatte
- h Dicke der Wand
- d Stat. Höhe der Wand
- $A_{sI}$  Längs-/Querbewehrung (aus Biegung) bei Kopfplatte in  $cm^2/m$  Wand ( $A_{sI} = A_{sIx} = A_{sIz}$ )
- $\varphi_I$  Längsbewehrungsgrad aus  $A_{sI}$  bei Kopfplatte
- $V_{Ed}$  Bemessungswert Querkraft je Flächeneinheit
- $V_{Rd,c}$  Quertragfähigkeit ohne Schubbewehrung
- $A_{sW,Er}$  Erf. Durchstanzbewehrung (Schubbew.) in einer Bewehrungsreihe  
 $A_{sW} = \beta * V_{Ed,red} / (1.3 * f_{ywd} * \sin(90^\circ))$  (NCI Zu 6.4.5 (1), 'aufgebogene Bewehrung', NA.6.52.2)
- $A_{sI,Er}$  Alternativ zu  $A_{sW,Er}$ : Erf. Gesamt-Längs-/Querbewehrung, so dass keine Durchstanzbew. erf. ist.
- $\varphi_{I,Er}$  Bewehrungsgrad bei  $A_{sI,Er}$

Faktor für Stützenlage  $\beta = 1.100$  (6.4.3 (6))

Beiwerte zur Berechnung von  $V_{Rd,c}$  (6.4.4 (2) (Gl. 6.50)):

- $C_{Rd,c} = 0.150 / \gamma_c$  mit  $\gamma_c = 1.500$  (Gl. 6.47, 6.50)
- $k_1 = 0.100$  (Gl. 6.47)
- $v_{min} = 0.035 * k^{1.500} * f_{ck}^{0.500}$  ( $d < 600$  mm) (Gl. 6.3)
- $2*d/a = 2.000$

Beiwerte zur Berechnung von  $V_{Rd,max}$  (6.4.5 (3)):

- $V_{Rd,max} = 1.400 * V_{Rd,c,ult}$

| z-Kopf<br>[m] | F<br>[kN] | H-Druck<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | B<br>[cm] | h<br>[cm] | d<br>[cm] | $A_{sI}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | $\varphi_I$<br>[%] | $V_{Ed}$<br>[MN/m <sup>2</sup> ] | $V_{Rd,c}$<br>[MN/m <sup>2</sup> ] | $A_{sW,Er}$<br>[cm <sup>2</sup> ] | $A_{sI,Er}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | $\varphi_{I,Er}$<br>[%] |
|---------------|-----------|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| 357.23        | 23.4      | 12.55                           | 20.0      | 15.0      | 10.0      | 0.30                             | 0.03               | 0.173                            | < 0.990                            | -                                 | -                                   | -                       |
| 356.03        | 36.9      | 18.51                           | 20.0      | 15.0      | 10.0      | 0.33                             | 0.03               | 0.273                            | < 0.990                            | -                                 | -                                   | -                       |
| 354.73        | 77.4      | 30.96                           | 20.0      | 15.0      | 10.0      | 0.48                             | 0.05               | 0.578                            | < 0.990                            | -                                 | -                                   | -                       |
| 353.43        | 50.2      | 23.30                           | 20.0      | 15.0      | 10.0      | 0.92                             | 0.09               | 0.373                            | < 0.990                            | -                                 | -                                   | -                       |

**Äußere Standsicherheit**

**Grundbruchnachweis (NW-V. 2)**

Fiktive Fundamentunterkante:  $x_1=25.00$   $z_1=352.77$   $x_2=29.42$   $z_2=352.77$  m  
Ersatzwand: ( $x_2, z_2$ ) bis  $x_3=29.42$   $z_3=357.87$  m

**Belastung:**

|            |             |   |          |              |
|------------|-------------|---|----------|--------------|
| Vertikal   | V,k / V,d   | = | 442.81 / | 542.28 kN/m  |
| Horizontal | H,k / H,d   | = | -90.92 / | -118.53 kN/m |
| Moment     | My,k / My,d | = | 0.00 /   | 0.00 kNm/m   |

\*\*\* Hinweis: My zu Null gesetzt, da der vernagelte Bereich in Kipprichtung auf dem Gelände aufliegt.

|  |                                   |                   |                         |
|--|-----------------------------------|-------------------|-------------------------|
| Einbindetiefe t  | =                                 | 0.00 m            |                         |
| Ersatzbreite b'  | =                                 | 4.42 m            |                         |
| Böschungsneigung beta  | =                                 | 5.10 °            |                         |
| Neigung der Resultierenden $\tan(\delta_s)=H/V$                    | =                                 | 0.21              |                         |
| Maßg. Bodenkennwerte:  | $\gamma$ oberhalb Gründungssohle  | =                 | 19.74 kN/m <sup>3</sup> |
|  | $\gamma$ unterhalb Gründungssohle | =                 | 20.00 kN/m <sup>3</sup> |
|  | Reibungswinkel $\varphi$          | =                 | 35.00 °                 |
|  | Kohäsion c                        | =                 | 5.00 kN/m <sup>2</sup>  |
| Tragfähigkeitsbeiwerte $N_{00}, N_{00}, N_{00}$                    | =                                 | 46.12 33.30 22.61 |                         |
| Lastneigungsbeiwerte $i_{00}, i_{00}, i_{00}$                      | =                                 | 0.62 0.63 0.50    |                         |
| Geländeneigungsbeiwerte $\lambda_{00}, \lambda_{00}, \lambda_{00}$ | =                                 | 0.88 0.84 0.76    |                         |
| Sohlneigungsbeiwerte $\xi_{00}, \xi_{00}, \xi_{00}$                | =                                 | 1.00 1.00 1.00    |                         |
| Breite der Grundbruchfigur   | =                                 | 21.17 m           |                         |
| Tiefe der Grundbruchfigur  | =                                 | 5.65 m            |                         |

Beanspruchung  $N_s = 542.3$  kN

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 15 |
|                                    | Aushub   | 4  |
|                                    | Lastfall | 1  |
|                                    |          |    |

Grundbruchwiderstand  $R_d = 3027.3 \text{ kN}$   
 $N_d/R_d = 0.18 < 1.0$ : Nachweis erfüllt.

\*\*\* Hinweis:

Der Gleitnachweis wird durch die intern gebildeten Zweikörper-Mechanismen implizit nachgewiesen.  
 Es erfolgt kein gesonderter Nachweis.

**Geländebruchnachweis Lastfall 1 (NW-V. 3)**

Horizontale Verkehrslasten wirken nur, falls sie ein rechtsdrehendes Moment erzeugen.  
 Vertikale Verkehrslasten wirken nur, falls sie ein rechtsdrehendes Moment erzeugen  
 und außerhalb  $R \cdot \sin(\varphi)$  liegen.

Mittelpunkt = ( 22.92,361.27), Radius = 8.76  
 Startpunkt = ( 25.00,352.77), Endpunkt = ( 31.00,357.91)

Lamellengeometrie:

| Nr. | x     | Breite | dxM  | Gewicht | Auflast | Wasseraufl. | u      | $\varphi$ | c                    | $\vartheta$ |
|-----|-------|--------|------|---------|---------|-------------|--------|-----------|----------------------|-------------|
|     | [m]   | [m]    | [m]  | [kN/m]  | [kN/m]  | [kN/m]      | [kN/m] | [°]       | [kN/m <sup>2</sup> ] | [°]         |
| 1   | 25.30 | 0.60   | 2.38 | 10.0    | 0.0     | 0.0         | 0.0    | 22.07     | 7.83                 | 15.79       |
| 2   | 25.90 | 0.60   | 2.98 | 29.7    | 0.0     | 0.0         | 0.0    | 22.07     | 7.83                 | 19.92       |
| 3   | 26.50 | 0.60   | 3.58 | 46.1    | 0.0     | 0.0         | 0.0    | 22.07     | 7.83                 | 24.16       |
| 4   | 27.10 | 0.60   | 4.18 | 45.8    | 16.1    | 0.0         | 0.0    | 22.07     | 7.83                 | 28.54       |
| 5   | 27.70 | 0.60   | 4.79 | 42.0    | 24.0    | 0.0         | 0.0    | 22.07     | 7.83                 | 33.11       |
| 6   | 28.30 | 0.60   | 5.39 | 37.6    | 24.0    | 0.0         | 0.0    | 22.07     | 7.83                 | 37.94       |
| 7   | 28.90 | 0.60   | 5.99 | 32.2    | 24.0    | 0.0         | 0.0    | 22.07     | 7.83                 | 43.11       |
| 8   | 29.50 | 0.60   | 6.59 | 25.6    | 24.0    | 0.0         | 0.0    | 22.07     | 7.83                 | 48.76       |
| 9   | 30.10 | 0.60   | 7.19 | 17.5    | 24.0    | 0.0         | 0.0    | 22.07     | 7.83                 | 55.13       |
| 10  | 30.70 | 0.60   | 7.79 | 6.9     | 24.0    | 0.0         | 0.0    | 22.07     | 7.83                 | 62.75       |

Anteile vertikale Lasten:

| Nr. | $S=G+P+W$ | $E_d=S \cdot \sin \vartheta$ | $(S-u \cdot b) \cdot \tan \varphi + c \cdot b$ | $\cos \vartheta + \mu \cdot \tan \varphi \cdot \sin \vartheta$ | $R_d$  |
|-----|-----------|------------------------------|--|--|--------|
|     | [kN/m]    | [kN/m]                       | [kN/m]   | [-]  | [kN/m] |
| 1   | 10.0      | 2.73                         | 8.76   | 1.071725   | 8.18   |
| 2   | 29.7      | 10.12                        | 16.74  | 1.077215   | 15.54  |
| 3   | 46.1      | 18.88                        | 23.40  | 1.077040   | 21.73  |
| 4   | 61.8      | 29.54                        | 29.77  | 1.070662   | 27.80  |
| 5   | 66.1      | 36.09                        | 31.49  | 1.057329   | 29.78  |
| 6   | 61.6      | 37.87                        | 29.67  | 1.035959   | 28.64  |
| 7   | 56.2      | 38.41                        | 27.49  | 1.004937   | 27.35  |
| 8   | 49.7      | 37.34                        | 24.84  | 0.961695   | 25.82  |
| 9   | 41.5      | 34.08                        | 21.54  | 0.901710   | 23.89  |
| 10  | 30.9      | 27.49                        | 17.24  | 0.815476   | 21.14  |
|     |           | -----                        |  |  | -----  |
|     |           | 272.55                       |  |  | 229.88 |

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 16 |
|                                    | Aushub   | 4  |
|                                    | Lastfall | 1  |
|                                    |          |    |

Anteile aus Nägeln:

Schlaffe Nägel  $F_A = F_{Moegl}$

$$M_{rückhaltend} = R * ((\mu * F_A * \sin \alpha * \tan \varphi) / (\cos \varphi + \mu * \sin \varphi * \tan \varphi) + F_A * \cos(\varphi + \alpha))$$

$$M_{abtreibend} = 0$$

| Nagel | $x_s$<br>[m] | $z_s$<br>[m] | $F_{Moegl,k}$<br>[kN/Nagel] | selbst-<br>spannend | $F_{Moegl,d}$<br>[kN/Nagel] | $M_{rückhaltend,d}$<br>[kNm/m] | $M_{abtreibend,d}$<br>[kNm/m] | $F_{Moegl,d} * \mu$<br>[kN/Nagel] |
|-------|--------------|--------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 2     | 28.97        | 354.94       | 23.6                        | Ja                  | 18.1                        | 61.5                           | 0.0                           | 18.0                              |
| 3     | 27.72        | 353.95       | 101.6                       | Ja                  | 78.2                        | 332.3                          | 0.0                           | 77.5                              |

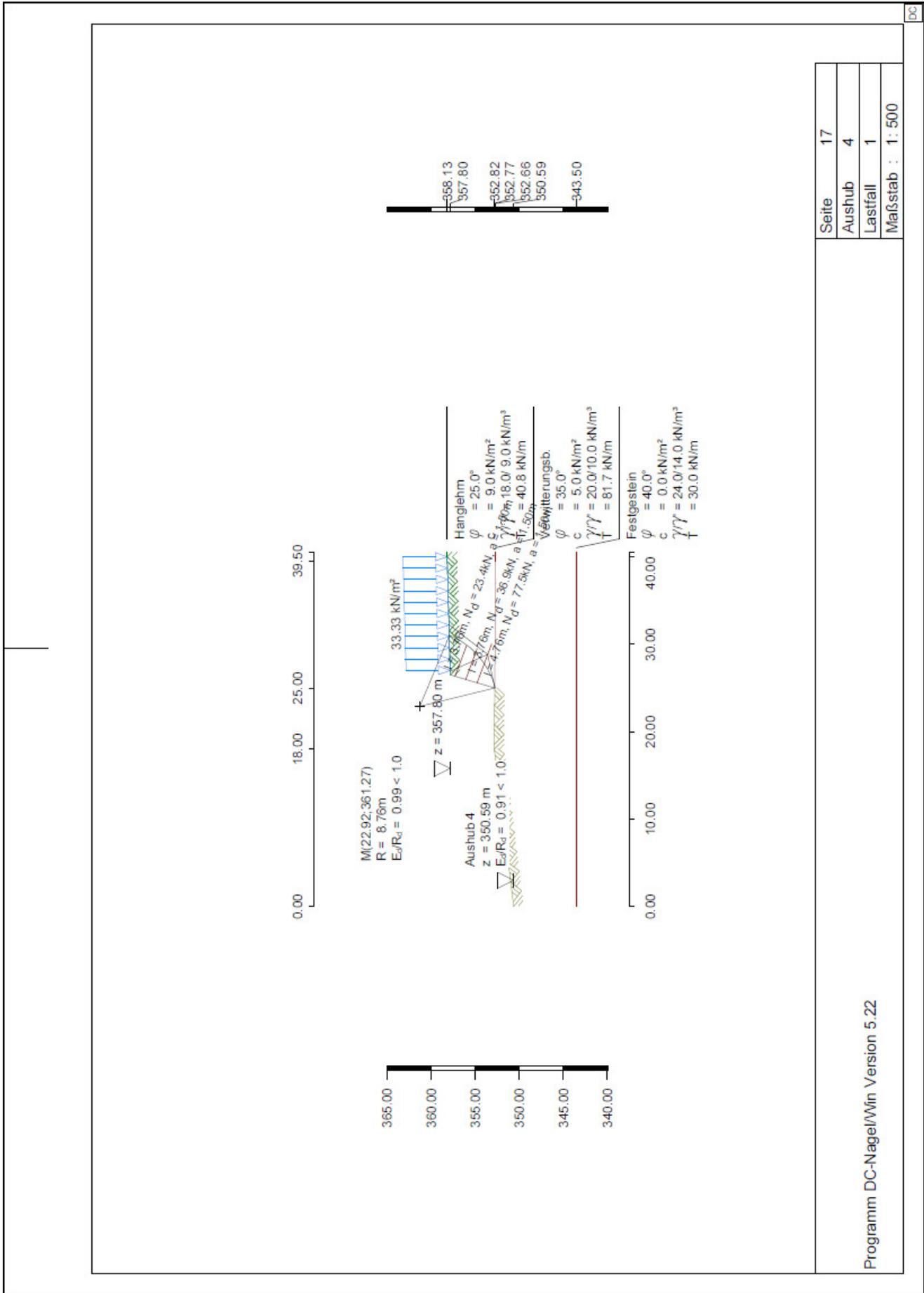
Summe  $M_{rückhaltend,d}$  : 393.7 kNm/m

Einwirkungen  $E_d = 272.5 * 8.76 = 2387.3$  kNm/m

Widerstände  $R_d = 229.9 * 8.76 + 393.7 = 2407.2$  kNm/m

$\mu = E_d / R_d = 0.99 < 1.0$ : **Nachweis erfüllt.**

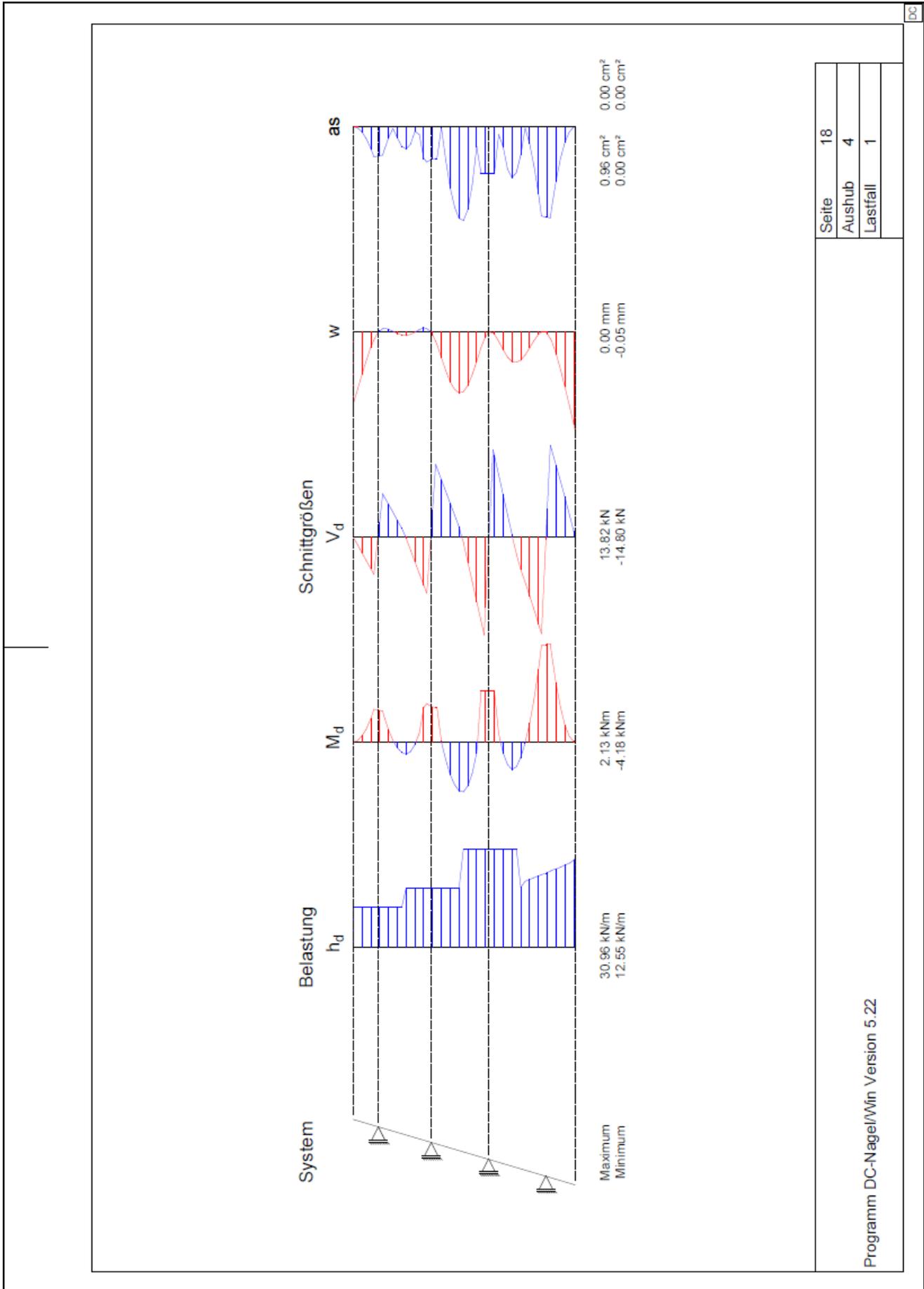
\*\*\* Hinweis: Nägel wurden um 0.26 m verlängert, um geforderte Sicherheit im Gleitkreisnachweis einzuhalten.



|          |        |
|----------|--------|
| Seite    | 17     |
| Aushub   | 4      |
| Lastfall | 1      |
| Maßstab  | 1: 500 |

Programm DC-Nagel/Win Version 5.22

DC



|          |    |
|----------|----|
| Seite    | 18 |
| Aushub   | 4  |
| Lastfall | 1  |

Programm DC-Nagel/Min Version 5.22

bc

|       |    |
|-------|----|
| Seite | 19 |
|       |    |
|       |    |
|       |    |

Programm DC-Nagel/Win Version 5.22

#### Übersicht Ausnutzungsgrade $E_d / R_d$ aller Phasen

| Phase | Innere Sicherheit | Grundbruch | Geländebruch |
|-------|-------------------|------------|--------------|
| 1: 1  | 0.00              | ---        | ---          |
| 2: 2  | 0.67              | ---        | ---          |
| 3: 3  | 0.97              | ---        | ---          |
| 4: 4  | 0.91              | 0.18       | 0.99         |

#### Zusammenfassung

Alle geführten Nachweise sind erfüllt.

#### Zusammenstellung der maßgebenden erforderl. Nagelkräfte und -längen:

| Lage | z-Kote<br>[m] | Kraft<br>(Bem.) $N_d$<br>[kN] | Länge<br>[m] | Verpress-<br>länge<br>[m] | erf.<br>Durchm.<br>[mm] | Breite<br>Kopfl.<br>[mm] | Korr.-faktor<br>Schub<br>[%] | Durchstanzen<br>$A_{s,Er}$<br>[cm <sup>2</sup> ] | $A_{s,Er}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|------|---------------|-------------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|--|------------------------------------|
| 1    | 357.23        | 23.4                          | 3.76         | 3.76                      | 8.3                     | 200                      | 100                          | -  | -                                  |
| 2    | 356.03        | 36.9                          | 3.76         | 3.76                      | 10.4                    | 200                      | 100                          | -  | -                                  |
| 3    | 354.73        | 77.5                          | 4.76         | 4.76                      | 15.1                    | 200                      | 100                          | -  | -                                  |
| 4    | 353.43        | 50.3                          | 3.26         | 3.26                      | 12.1                    | 200                      | 100                          | -  | -                                  |
|      | $\Sigma =$    | 188.2                         |              |                           |                         |                          |                              |  |                                    |

\*\*\* Hinweis:

Bei dem Nagel Nr. 3 ergab sich die max. Kraft aus dem Gleitkreisnachweis.

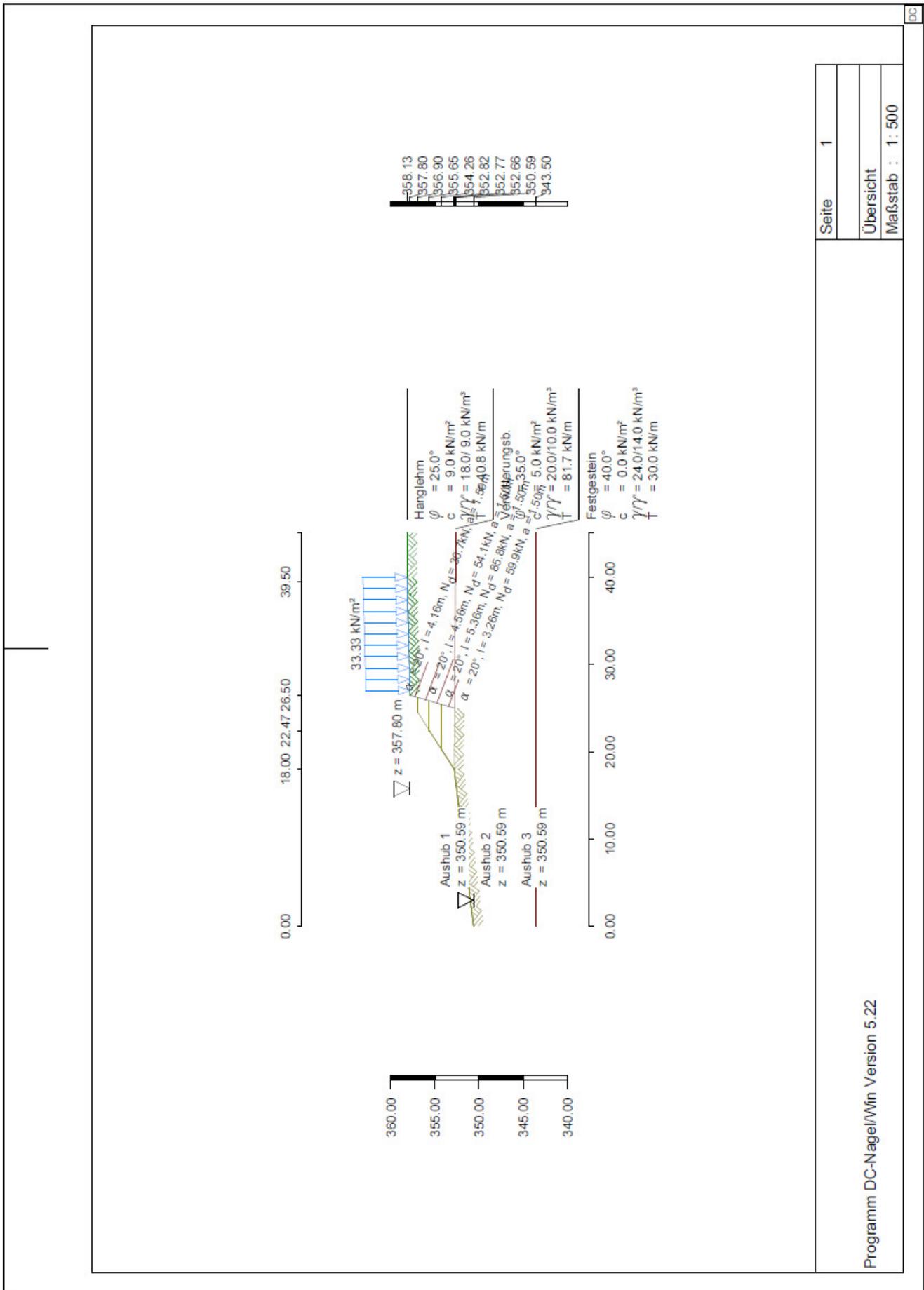
Bezeichnungen im Ausdruck 'Standsicherheitsuntersuchung':

Die Angabe von Kräften [kN/m] bedeutet kN pro 1 m Wand senkr. zur Bildebene.

|                  |  |
|------------------|--|
| $\vartheta_1$    | Neigung der flachen Hauptgleitfuge   |
| $\vartheta_2$    | Neigung der steilen Hauptgleitfuge   |
| $\vartheta_{12}$ | Neigung der Zwischengleitfuge (Ersatzwand) ( $=90^\circ + \rho$ )  |
| $L_{Nag}$        | Nagellänge   |
| R                | Gesamtlast des Hauptgleitkörpers (Eigengew., Lasten, Wasserdr., Kohäsion)  |
| $Q_1$            | Kraft in der flachen Hauptgleitfuge  |
| $Q_{12}$         | aktive Erddruckkraft auf Zwischengleitfuge   |
| $Z_{Er}$         | erforderl. result. Nagelkraft auf Hauptgleitkörper (Zug=positiv)<br>um das Kräftegleichgewicht zu erfüllen   |
| $Z_{Vom}$        | vorhandene (= max. mobilisierbare) Nagelkräfte<br>(= Summe der möglichen Ausziehungskräfte von Nagelabschnitten,<br>die außerhalb des Gleitmechanismus liegen) |
| $E_d/R_d$        | Ausnutzungsgrad bzgl. Nagelkräfte $Z_{Er}$ und $Z_{Vom}$ bzw. nach Fellenius   |

Bezeichnungen im Ausdruck 'Nageldaten':

|            |   |
|------------|---|
| a          | Horizontaler Nagelabstand   |
| $f_{yk}$   | Nennfestigkeit Nagelstahl   |
| $\gamma_M$ | Material-Sicherheitsbeiwert Stahl   |
| $F_{Std}$  | Maximal mobilisierbare Ausziehungskraft je Nagel aller<br>untersuchter Bruchmechanismen im Zuge der Standsicherheitsberechnung. |
| $F_{Er}$   | Erforderliche Nagelkraft zur Aufnahme von $Z_{Er}$<br>Es werden alle Mechanismen der akt. Phase berücksichtigt.                 |
| $F_{Bem}$  | Maximale Kraft je Nagel aus Berechnung der Wandschnittgrößen  |
| $Dm_{Er}$  | Erforderlicher Durchmesser aus der Bedingung<br>$A_s = \text{MAX}(F_{Er}, F_{Bem}) * \gamma_M / f_{yk}$                         |



|           |         |
|-----------|---------|
| Seite     | 1       |
| Übersicht |         |
| Maßstab   | 1 : 500 |

Programm DC-Nagel/Min Version 5.22

DC

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Seite                              | 2 |
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 |   |

Eingabedatei: 3210325\_Schnittl\_Spritzbetonvernagelung.dbn

**Schichtsystem** mit 3 Schichten

**Erdschichtwerte** (charakteristisch)

- $\varphi$  Winkel der inneren Reibung
- $\delta$  Wandreibungswinkel  
(der Erddruck wirkt in Richtung der Nägel,  $\delta$  siehe Erddruck-Tabelle)
- c Kohäsion
- $c_u$  Kohäsion undränirt
- $\gamma$  Wichte
- $\gamma_w$  Wichte unter Auftrieb
- $\delta_{EW}$  Wandreibungswinkel auf die Ersatzwand durch die Nagelenden (Zwischengleitfuge)
- $T_{Nagel}$  mobilisierbare Haftreibung eines Nagels im Boden
- $\psi_A$  Maximaler Winkel zw. Gleit- und Nagelrichtung zur Prüfung, ob ein Nagel im Geländebruchnachweis selbstspannend ist (DIN 4084:2009, 7.2.3.4 und Bild 2)
- $T_{go}$  mobilisierbare Mantelreibung Verpresskörper im Boden
- $Dm_{go}$  Durchmesser des Verpresskörpers ( $T_{Nagel} = T_{go} \cdot Dm_{go} \cdot \pi$ )

| Num. | Bezeichnung   | $\varphi$<br>[°] | $\delta$<br>[°] | c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $c_u$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma_w$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\delta_{EW}$<br>[°] | $T_{Nagel}$<br>[kN/m] | $\psi_A$<br>[°] | $T_{go}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $Dm_{go}$<br>[mm] |
|------|---------------|------------------|-----------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------|----------------------------------|-------------------|
| 1    | Hanglehm      | 25.0             | --              | 9.0                       | --                            | 18.0                             | 9.0                                | 16.7                 | 40.8                  | 90.0            | 100                              | 130               |
| 2    | Verwitterungs | 35.0             | --              | 5.0                       | --                            | 20.0                             | 10.0                               | 23.3                 | 81.7                  | 90.0            | 200                              | 130               |
| 3    | Festgestein   | 40.0             | --              | 0.0                       | --                            | 24.0                             | 14.0                               | 26.7                 | 30.0                  | 90.0            |                                  |                   |

**Geländeverlauf:**

| x     | z      |
|-------|--------|
| [m]   | [m]    |
| 26.50 | 357.80 |
| 40.00 | 358.13 |

Verlauf Unterkante der 1. Schicht Hanglehm:

| x     | z      |
|-------|--------|
| [m]   | [m]    |
| 0.00  | 350.59 |
| 18.00 | 352.82 |
| 39.50 | 352.66 |

Verlauf Unterkante der 2. Schicht Verwitterungsb.:

Kote z= 343.50

**Streifenlasten:**

| $x_A$ | $z_A$  | $x_E$ | $z_E$  | $p_x$                | $p_z$                | Art     | Lastfall | $\gamma_{NW-V.2}$ | $\gamma_{NW-V.3}$ | $\psi$ |
|-------|--------|-------|--------|----------------------|----------------------|---------|----------|-------------------|-------------------|--------|
| [m]   | [m]    | [m]   | [m]    | [kN/m <sup>2</sup> ] | [kN/m <sup>2</sup> ] |         |          |                   |                   |        |
| 27.00 | 357.80 | 40.00 | 358.13 | 0.00                 | 33.33                | Verkehr | 1        | 1.500             | 1.300             | 1.00   |

**Lastfall**

1 Typ BS-P

**Nageltabelle:**

| Lage | z-Kote | Neigung | Min-länge | Verpress-länge | Horiz. Abstand | Breite Kopfpl. | Rechenfestigk. Stahl | Vorspannkraft |
|------|--------|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|
|      | [m]    | [°]     | [m]       | [m]            | [m]            | [mm]           | [N/mm <sup>2</sup> ] | [kN]          |
| 1    | 357.23 | 20.00   | 3.00      | 3.00           | 1.50           | 200            | 500                  | -             |
| 2    | 356.03 | 20.00   | 3.00      | 3.00           | 1.50           | 200            | 500                  | -             |
| 3    | 354.73 | 20.00   | 3.00      | 3.00           | 1.50           | 200            | 500                  | -             |
| 4    | 353.43 | 20.00   | 3.00      | 3.00           | 1.50           | 200            | 500                  | -             |

|       |   |
|-------|---|
| Seite | 3 |
|       |   |
|       |   |
|       |   |

Programm DC-Nagel/Win Version 5.22

**Aushubtabelle:**

| Phase | Schnitt Sohle-Wand |          | wirksame Nägel |
|-------|--------------------|----------|----------------|
|       | x<br>[m]           | z<br>[m] |                |
| 1: 1  | 26.23              | 356.90   |                |
| 2: 2  | 25.86              | 355.65   | 1              |
| 3: 3  | 25.44              | 354.26   | 1, 2           |
| 4: 4  | 25.00              | 352.77   | 1, 2, 3        |

**Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2010**

**Teilsicherheitsbeiwerte Innere Standsicherheit (GEO):**

Berechnung mit Nachweisverfahren 3

Kombination 1 mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

| $\gamma$ - | G,dst | G,stb | Q,dst | Q,stb | $\varphi$ | c     | cu    | $\gamma$ | Ep    | a     |
|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|----------|-------|-------|
| BS-P       | 1.000 | 1.000 | 1.300 | 0.000 | 1.250     | 1.250 | 1.250 | 1.000    | 1.000 | 1.400 |
| BS-T       | 1.000 | 1.000 | 1.200 | 0.000 | 1.150     | 1.150 | 1.150 | 1.000    | 1.000 | 1.300 |
| BS-A       | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.000 | 1.100     | 1.100 | 1.100 | 1.000    | 1.000 | 1.200 |
| BS-T/A     | 1.000 | 1.000 | 1.100 | 0.000 | 1.125     | 1.125 | 1.125 | 1.000    | 1.000 | 1.250 |

**Teilsicherheitsbeiwerte Schnittgrößen (STR):**

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination 1 mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

| $\gamma$ - | G,dst | G,stb | Q,dst | Q,stb | $\varphi$ | c     | cu    | $\gamma$ | Ep    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|----------|-------|
| BS-P       | 1.350 | 1.000 | 1.500 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.400 |
| BS-T       | 1.200 | 1.000 | 1.300 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.300 |
| BS-A       | 1.100 | 1.000 | 1.100 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.200 |
| BS-T/A     | 1.150 | 1.000 | 1.200 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.250 |

**Teilsicherheitsbeiwerte Grundbruchsicherheit (GEO):**

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination 1 mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

| $\gamma$ - | G,dst | G,stb | Q,dst | Q,stb | $\varphi$ | c     | cu    | $\gamma$ | Ep    | R,v   |
|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|----------|-------|-------|
| BS-P       | 1.350 | 1.000 | 1.500 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.400 | 1.400 |
| BS-T       | 1.200 | 1.000 | 1.300 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.300 | 1.300 |
| BS-A       | 1.100 | 1.000 | 1.100 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.200 | 1.200 |
| BS-T/A     | 1.150 | 1.000 | 1.200 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.250 | 1.250 |

**Teilsicherheitsbeiwerte Geländebruch (GEO):**

Berechnung mit Nachweisverfahren 3

Kombination 1 mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

| $\gamma$ - | G,dst | G,stb | Q,dst | Q,stb | $\varphi$ | c     | cu    | $\gamma$ | Ep    | a     | bt    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|
| BS-P       | 1.000 | 1.000 | 1.300 | 0.000 | 1.250     | 1.250 | 1.250 | 1.000    | 1.000 | 1.400 | 1.400 |
| BS-T       | 1.000 | 1.000 | 1.200 | 0.000 | 1.150     | 1.150 | 1.150 | 1.000    | 1.000 | 1.300 | 1.300 |
| BS-A       | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.000 | 1.100     | 1.100 | 1.100 | 1.000    | 1.000 | 1.200 | 1.200 |
| BS-T/A     | 1.000 | 1.000 | 1.100 | 0.000 | 1.125     | 1.125 | 1.125 | 1.000    | 1.000 | 1.250 | 1.250 |

|                                    |          |   |
|------------------------------------|----------|---|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 4 |
|                                    | Aushub   | 1 |
|                                    | Lastfall | 1 |

- $\gamma$ - Teilsicherheitsbeiwert für...
- G,dst Ungünstige ständige Einwirkungen
- G,stab Günstige ständige Einwirkungen
- Q,dst Ungünstige veränderliche Einwirkungen
- Q,stab Günstige veränderliche Einwirkungen
- $\varphi$  Reibungsbeiwert  $\tan(\varphi)$
- c Kohäsion c
- cu Kohäsion undränirt cu
- $\gamma$  Wichte
- $E_p$  Erdwiderstand
- R,v Grundbruchwiderstand
- bt Bauteilwiderstand (Schnitt Gleitkreis - Wand)
- a Herausziehwiderstand Nägel

**Berechnung Lastfall 1 (Typ BS-P)**

**Aushub Nr. 1 Name: 1 Lastfall: 1**

**Innere Standsicherheit**

**Standsicherheitsuntersuchung (Aushub 1):**

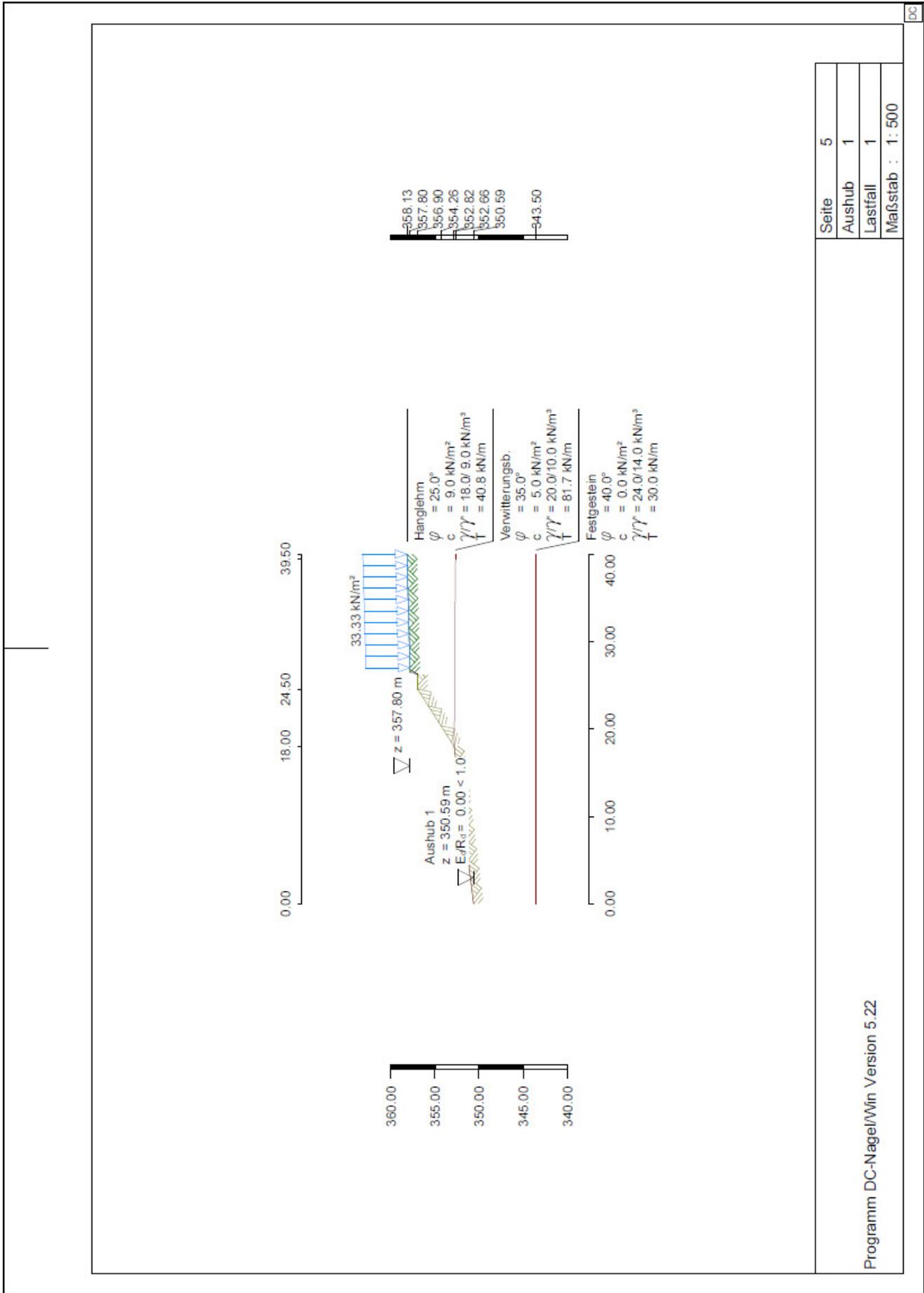
Berechnungen entsprechend NW-V. 3.  
 Berechnungsergebnisse sind Bemessungswerte pro m Wand.  
 Unterster Nagel über Aushubkote ist nicht eingebaut.  
 Automatische Ermittlung der Nagellängen:  
 Nägel unter und mit dem aktuellen werden (falls nötig) verlängert.  
 Neigung der Ersatzwand durch die Nagelenden wird automatisch ermittelt.  
 Schnittpunkt Aushubsohle-Wand  $x= 26.23$   $z= 356.90$

Ergebnisse eines einfachen Erddruckkeiles:

| $\vartheta$ | R      | Q      | $ZH_{er}=E_{an}$ | $ZH_{vom}$ | $E_d/R_d$ |
|-------------|--------|--------|------------------|------------|-----------|
| [°]         | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m]           | [kN/m]     | [-]       |
| 57.5        | 0.00   | 0.00   | 0.00             | 0.00       | 0.00      |

**Maßgebende Bruchfigur in diesem Aushub: Einfacher Erddruckkeil:**

| $\vartheta$ | R      | Q      | $ZH_{er}=E_{an}$ | $ZH_{vom}$ | $E_d/R_d$ |
|-------------|--------|--------|------------------|------------|-----------|
| [°]         | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m]           | [kN/m]     | [-]       |
| 57.5        | 0.00   | 0.00   | 0.00             | 0.00       | 0.00      |



|          |          |
|----------|----------|
| Seite    | 5        |
| Aushub   | 1        |
| Lastfall | 1        |
| Maßstab  | : 1: 500 |

Programm DC-Nagel/Win Version 5.22

DC

Programm DC-Nagel/Win Version 5.22

|          |   |
|----------|---|
| Seite    | 6 |
| Aushub   | 2 |
| Lastfall | 1 |
|          |   |

### Aushub Nr. 2 Name: 2 Lastfall: 1

#### Innere Standsicherheit

##### Standsicherheitsuntersuchung (Aushub 2):

Berechnungen entsprechend NW-V. 3.  
 Berechnungsergebnisse sind Bemessungswerte pro m Wand.  
 Unterster Nagel über Aushubkote ist nicht eingebaut.  
 Automatische Ermittlung der Nagellängen:  
 Nägel unter und mit dem aktuellen werden (falls nötig) verlängert.  
 Neigung der Ersatzwand durch die Nagelenden wird automatisch ermittelt.  
 Schnittpunkt Aushubsohle-Wand  $x= 25.86$   $z= 355.65$

Mechanismen mit dem Schnittpunkt der Gleitlinien bei den Nagelenden:

| $\vartheta_1$<br>[°] | $\vartheta_2$<br>[°] | $\vartheta_{12}$<br>[°] | $L_{Nag}$<br>[m] | R<br>[kN/m] | $Q_1$<br>[kN/m] | $Q_{12}$<br>[kN/m] | $Z_{Err}$<br>[kN/m] | $Z_{Vom}$<br>[kN/m] | $E_d/R_d$<br>[-] |
|----------------------|----------------------|-------------------------|------------------|-------------|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------|------------------|
| 9.6                  | 49.0                 | 90.0                    | 3.0              | 99.0        | 93.7            | 18.6               | -24.8               | 0.1                 | 0.68*            |

Mechanismen mit dem Schnittpunkt der Gleitlinien innerhalb der Vernagelung:

|      |      |      |   |       |       |      |      |      |       |
|------|------|------|---|-------|-------|------|------|------|-------|
| 34.1 | 48.9 | 90.0 | - | 52.6  | 59.3  | 9.8  | 12.1 | 33.3 | 0.36  |
| 24.0 | 48.9 | 90.0 | - | 48.9  | 49.0  | 12.2 | -0.8 | 23.3 | 0.69* |
| 21.3 | 49.0 | 90.0 | - | 105.6 | 106.5 | 13.0 | -2.7 | 20.0 | 0.72* |
| 21.3 | 48.8 | 82.5 | - | 96.5  | 99.9  | 14.7 | -1.6 | 20.0 | 0.76* |
| 21.3 | 48.5 | 75.0 | - | 87.2  | 93.4  | 16.7 | -0.7 | 20.0 | 0.77* |
| 21.3 | 49.9 | 67.5 | - | 77.4  | 86.8  | 19.1 | -0.1 | 20.0 | 0.77* |
| 21.3 | 48.7 | 79.0 | - | 92.3  | 96.8  | 15.6 | -1.2 | 20.0 | 0.77* |
| 21.3 | 48.6 | 77.0 | - | 89.8  | 95.1  | 16.2 | -1.0 | 20.0 | 0.77* |
| 21.3 | 48.5 | 75.0 | - | 87.2  | 93.4  | 16.7 | -0.7 | 20.0 | 0.77* |
| 21.3 | 48.4 | 73.0 | - | 84.7  | 91.7  | 17.3 | -0.5 | 20.0 | 0.77* |
| 21.3 | 48.3 | 71.0 | - | 82.1  | 89.9  | 17.9 | -0.3 | 20.0 | 0.77* |
| 21.3 | 48.3 | 69.0 | - | 79.4  | 88.2  | 18.6 | -0.1 | 20.0 | 0.77* |
| 21.3 | 50.4 | 67.0 | - | 76.7  | 86.3  | 19.2 | -0.1 | 20.0 | 0.77* |

Ergebnisse eines einfachen Erddruckkeiles:

| $\vartheta$<br>[°] | R<br>[kN/m] | Q<br>[kN/m] | $ZH_{Err}=E_{an}$<br>[kN/m] | $ZH_{Vom}$<br>[kN/m] | $E_d/R_d$<br>[-] |
|--------------------|-------------|-------------|-----------------------------|----------------------|------------------|
| 42.7               | 72.36       | 76.55       | 13.50                       | 37.45                | 0.36             |

##### Maßgebende Bruchfigur in diesem Aushub:

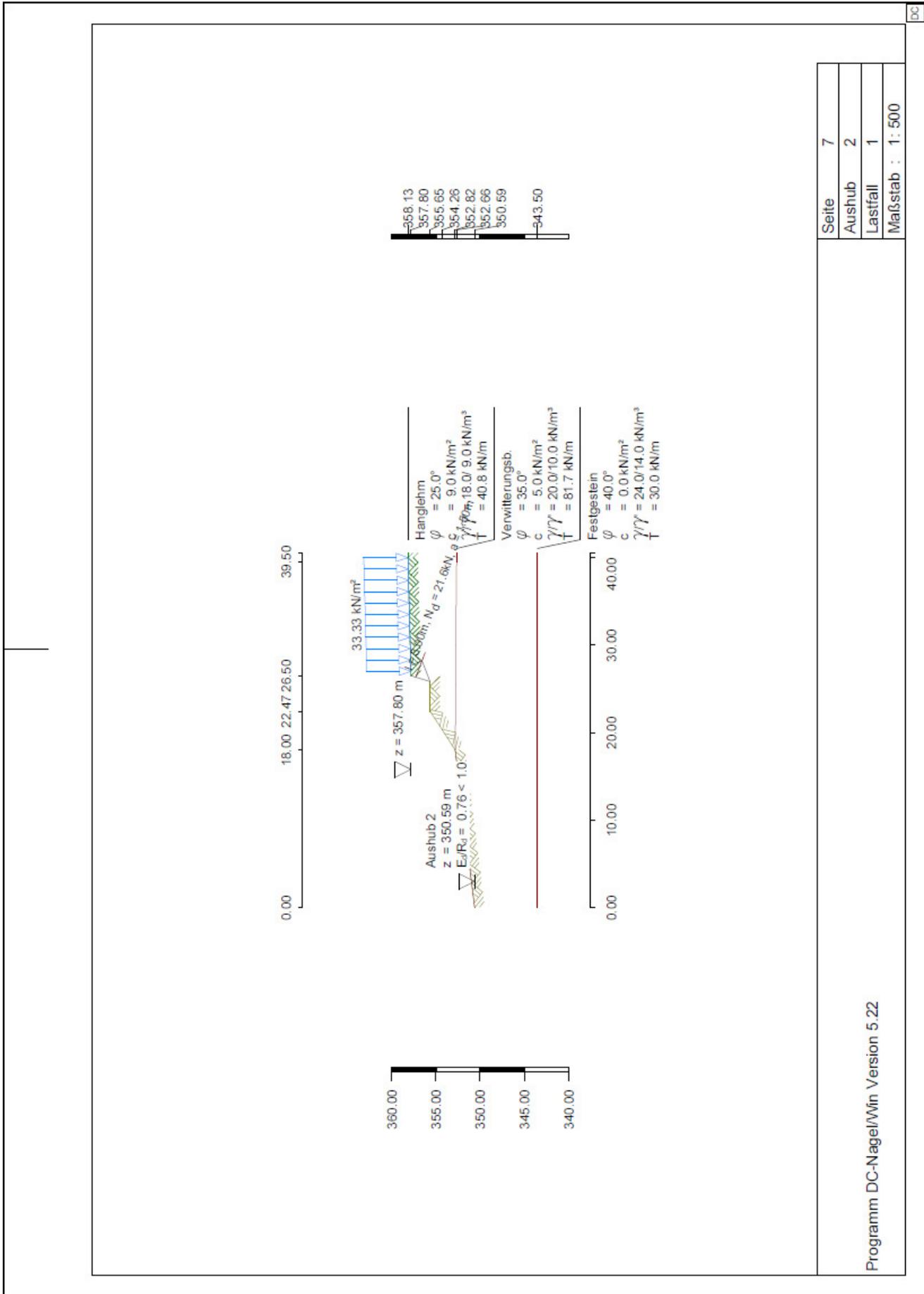
flache Hauptgleitlinie von  $x= 25.86$   $z=355.65$  bis  $x= 28.19$   $z=356.55$   
 $\vartheta_1= 21.3^\circ$   $\vartheta_2= 50.4^\circ$   $\vartheta_{12}= 67.0^\circ$   $Z_{Err}=-0.08$  [kN/m]  $Z_{Vom}=20.00$  [kN/m]  $E_d/R_d= 0.77^*$

\*\*\* Hinweis: Die mit "\*" gekennzeichneten Ausnutzungsgrade wurden entsprechend der Felleniusregel ( $\varphi$ -c-Reduktion) bestimmt.

##### Nagel Daten (Aushub 2) (Bemessungswerte):

| x-Kopf<br>[m] | z-Kopf<br>[m] | Neig.<br>[°] | Länge<br>[m] | a<br>[m] | $F_{Std}$<br>[kN] | $F_{Err}$<br>[kN] |
|---------------|---------------|--------------|--------------|----------|-------------------|-------------------|
| 26.33         | 357.23        | 20.0         | 3.00         | 1.50     | 59.8              | 21.6              |

DC



|          |        |
|----------|--------|
| Seite    | 7      |
| Aushub   | 2      |
| Lastfall | 1      |
| Maßstab  | 1: 500 |

Programm DC-Nagel/Win Version 5.22

DC

|                                    |          |   |
|------------------------------------|----------|---|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 8 |
|                                    | Aushub   | 3 |
|                                    | Lastfall | 1 |
|                                    |          |   |

**Aushub Nr. 3 Name: 3 Lastfall: 1**

**Innere Standsicherheit**

**Standsicherheitsuntersuchung (Aushub 3):**

Berechnungen entsprechend NW-V. 3.  
 Berechnungsergebnisse sind Bemessungswerte pro m Wand.  
 Unterster Nagel über Aushubkote ist nicht eingebaut.  
 Automatische Ermittlung der Nagellängen:  
 Nägel unter und mit dem aktuellen werden (falls nötig) verlängert.  
 Neigung der Ersatzwand durch die Nagelenden wird automatisch ermittelt.  
 Schnittpunkt Aushubsohle-Wand x= 25.44 z= 354.26

Mechanismen mit dem Schnittpunkt der Gleitlinien bei den Nagelenden:

| $\vartheta_1$<br>[°] | $\vartheta_2$<br>[°] | $\vartheta_{12}$<br>[°] | $L_{Nag}$<br>[m] | R<br>[kN/m] | $Q_1$<br>[kN/m] | $Q_{12}$<br>[kN/m] | $Z_{Er}$<br>[kN/m] | $Z_{vom}$<br>[kN/m] | $E_d/R_d$<br>[-] |
|----------------------|----------------------|-------------------------|------------------|-------------|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------------|
| 27.7                 | 49.0                 | 90.0                    | 3.0              | 220.0       | 232.1           | 18.6               | 22.0               | 23.7                | 0.93             |
| 12.6                 | 47.8                 | 106.6                   | 3.0              | 176.7       | 169.6           | 32.9               | -15.5              | 0.1                 | 0.88*            |

Mechanismen mit dem Schnittpunkt der Gleitlinien innerhalb der Vernagelung:

|      |      |      |   |       |       |      |      |      |       |
|------|------|------|---|-------|-------|------|------|------|-------|
| 43.1 | 48.9 | 90.0 | - | 101.5 | 128.0 | 12.0 | 45.3 | 62.2 | 0.73  |
| 41.4 | 48.9 | 90.0 | - | 111.9 | 137.8 | 12.5 | 45.2 | 58.7 | 0.77  |
| 39.8 | 49.0 | 90.0 | - | 122.3 | 147.3 | 13.1 | 44.5 | 55.2 | 0.81  |
| 38.3 | 49.0 | 90.0 | - | 132.8 | 156.8 | 13.6 | 43.4 | 51.7 | 0.84  |
| 32.6 | 49.0 | 90.0 | - | 175.8 | 194.3 | 16.0 | 35.1 | 37.7 | 0.93  |
| 31.3 | 49.0 | 90.0 | - | 186.7 | 203.7 | 16.6 | 32.2 | 34.2 | 0.94  |
| 30.1 | 49.0 | 90.0 | - | 197.7 | 213.1 | 17.3 | 29.0 | 30.7 | 0.95  |
| 28.9 | 49.0 | 82.5 | - | 196.7 | 213.4 | 20.3 | 25.9 | 27.2 | 0.95  |
| 28.9 | 48.8 | 75.0 | - | 184.2 | 204.5 | 23.1 | 25.9 | 27.2 | 0.95  |
| 27.7 | 48.8 | 75.0 | - | 194.5 | 213.7 | 24.0 | 22.7 | 23.7 | 0.96  |
| 30.1 | 49.3 | 82.5 | - | 72.4  | 100.1 | 38.8 | 40.4 | 41.8 | 0.97  |
| 30.1 | 49.2 | 75.0 | - | 56.7  | 91.0  | 43.8 | 41.1 | 41.8 | 0.98  |
| 30.1 | 49.9 | 67.5 | - | 49.8  | 93.0  | 49.8 | 43.4 | 42.1 | 1.03  |
| 27.2 | 49.3 | 82.5 | - | 88.5  | 115.0 | 40.3 | 37.1 | 35.3 | 1.05  |
| 27.2 | 49.3 | 75.0 | - | 67.8  | 101.3 | 45.5 | 37.9 | 35.3 | 1.07  |
| 27.2 | 49.9 | 67.5 | - | 58.6  | 101.3 | 51.8 | 39.9 | 35.6 | 1.12  |
| 24.5 | 49.4 | 82.5 | - | 104.8 | 130.0 | 41.8 | 32.8 | 28.8 | 1.14  |
| 24.5 | 49.3 | 75.0 | - | 83.3  | 116.1 | 47.2 | 34.3 | 28.7 | 1.19  |
| 24.5 | 49.9 | 67.5 | - | 67.7  | 109.8 | 53.8 | 36.0 | 29.0 | 1.24  |
| 22.0 | 49.4 | 75.0 | - | 99.0  | 131.0 | 48.9 | 29.9 | 22.2 | 1.35  |
| 22.0 | 49.9 | 67.5 | - | 76.9  | 118.5 | 55.8 | 31.8 | 22.5 | 1.42  |
| 19.8 | 49.4 | 75.0 | - | 94.9  | 125.7 | 50.7 | 25.0 | 15.7 | 1.59  |
| 19.8 | 49.9 | 67.5 | - | 86.3  | 127.6 | 57.9 | 27.3 | 15.9 | 1.72  |
| 17.7 | 49.4 | 82.5 | - | 113.4 | 134.3 | 46.4 | 17.3 | 9.9  | 1.75  |
| 17.7 | 49.4 | 75.0 | - | 104.9 | 135.1 | 52.5 | 20.2 | 9.9  | 2.04  |
| 17.7 | 49.9 | 67.5 | - | 95.9  | 136.8 | 60.0 | 22.6 | 9.9  | 2.28  |
| 15.9 | 49.5 | 75.0 | - | 115.0 | 144.7 | 54.4 | 15.2 | 6.6  | 2.30  |
| 15.9 | 49.9 | 67.5 | - | 105.5 | 146.4 | 62.1 | 17.7 | 6.6  | 2.66  |
| 14.1 | 49.5 | 75.0 | - | 125.3 | 154.5 | 56.3 | 10.0 | 3.4  | 2.99  |
| 14.1 | 49.9 | 67.5 | - | 115.4 | 156.2 | 64.3 | 12.5 | 3.4  | 3.72  |
| 12.6 | 49.5 | 82.5 | - | 145.5 | 164.0 | 51.4 | 1.4  | 0.1  | 15.48 |
| 12.6 | 49.6 | 75.0 | - | 135.7 | 164.6 | 58.2 | 4.6  | 0.1  | 52.54 |
| 12.6 | 49.9 | 67.5 | - | 125.4 | 166.3 | 66.5 | 7.2  | 0.1  | 81.41 |
| 12.6 | 50.4 | 67.0 | - | 124.7 | 166.4 | 67.0 | 7.3  | 0.1  | 82.67 |
| 12.6 | 52.5 | 65.0 | - | 121.7 | 166.6 | 69.1 | 7.5  | 0.1  | 84.66 |

\*\*\* Hinweis: Nägel 2 bis 2 wurden um 0.40 m verlängert, um geforderte Sicherheit einzuhalten.

|      |      |      |   |       |       |      |     |     |      |
|------|------|------|---|-------|-------|------|-----|-----|------|
| 12.6 | 52.5 | 65.0 | - | 121.7 | 166.6 | 69.1 | 7.5 | 7.9 | 0.95 |
|------|------|------|---|-------|-------|------|-----|-----|------|

|                                    |          |   |
|------------------------------------|----------|---|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 9 |
|                                    | Aushub   | 3 |
|                                    | Lastfall | 1 |

Ergebnisse eines einfachen Erddruckkeiles:

| $\varphi$ | R      | Q      | $ZH_{Er}=E_{an}$ | $ZH_{vom}$ | $E_d/R_d$ |
|-----------|--------|--------|------------------|------------|-----------|
| [°]       | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m]           | [kN/m]     | [-]       |
| 44.8      | 146.08 | 159.80 | 46.02            | 69.01      | 0.67      |

**Maßgebende Bruchfigur in diesem Aushub:**

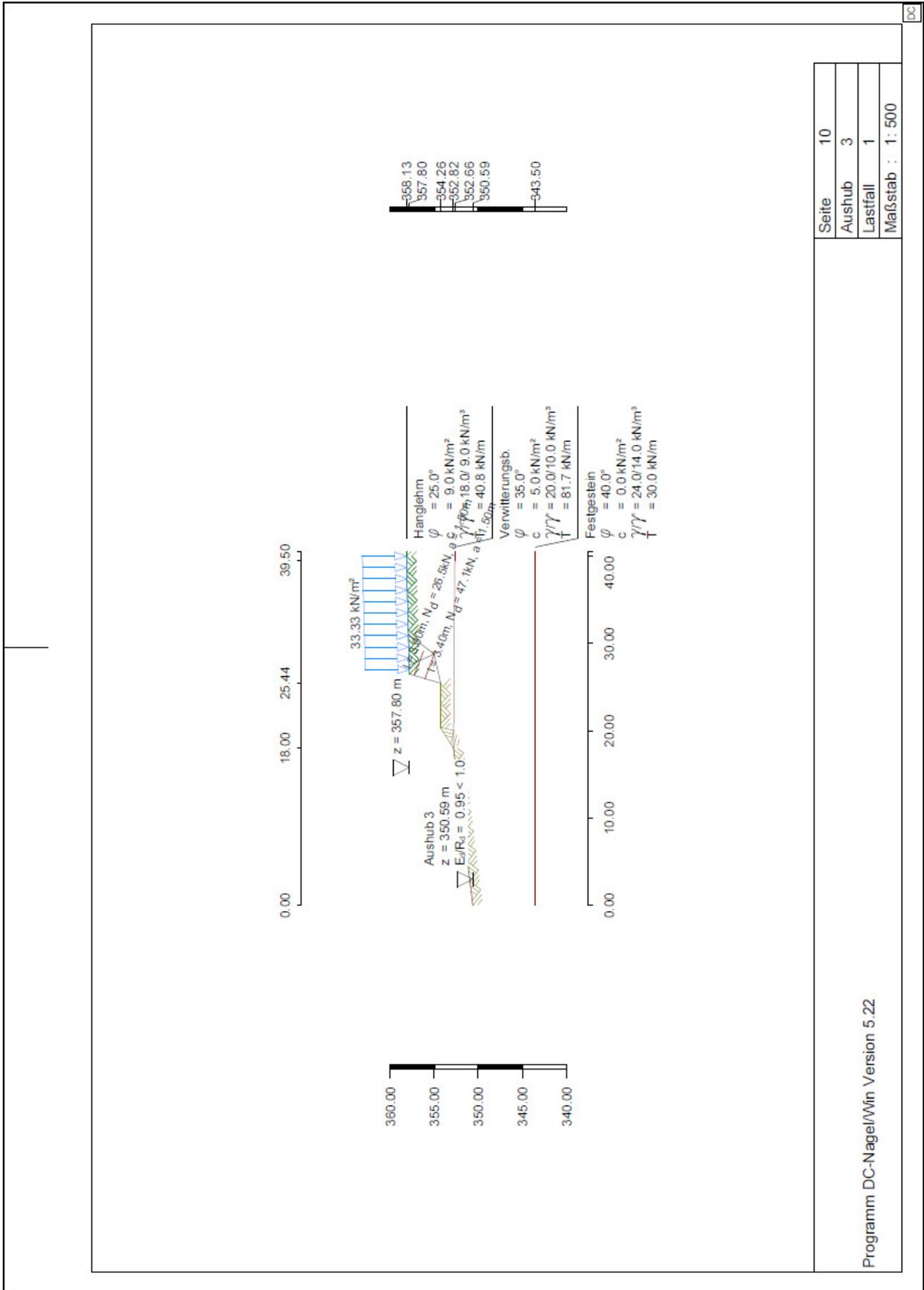
flache Hauptgleitlinie von  $x=25.44$   $z=354.26$  bis  $x=28.79$   $z=355.00$

$\varphi_1=12.6^\circ$   $\varphi_2=52.5^\circ$   $\varphi_{12}=65.0^\circ$   $Z_{Er}=7.46$  [kN/m]  $Z_{vom}=7.87$  [kN/m]  $E_d/R_d=0.95$

\*\*\* Hinweis: Die mit "\*" gekennzeichneten Ausnutzungsgrade wurden entsprechend der Felleniusregel ( $\varphi$ -c-Reduktion) bestimmt.

**Nageldaten** (Aushub 3) (Bemessungswerte):

| x-Kopf | z-Kopf | Neig. | Länge | a    | $F_{std}$ | $F_{Er}$ |
|--------|--------|-------|-------|------|-----------|----------|
| [m]    | [m]    | [°]   | [m]   | [m]  | [kN]      | [kN]     |
| 26.33  | 357.23 | 20.0  | 3.00  | 1.50 | 39.6      | 26.5     |
| 25.97  | 356.03 | 20.0  | 3.40  | 1.50 | 70.6      | 47.1     |



|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 11 |
|                                    | Aushub   | 4  |
|                                    | Lastfall | 1  |

**Aushub Nr. 4 Name: 4 Lastfall: 1**

**Innere Standsicherheit**

**Standsicherheitsuntersuchung (Aushub 4):**

Berechnungen entsprechend NW-V. 3.  
 Berechnungsergebnisse sind Bemessungswerte pro m Wand.  
 Unterster Nagel über Aushubkote ist nicht eingebaut.  
 Automatische Ermittlung der Nagellängen:  
 Nägel unter und mit dem aktuellen werden (falls nötig) verlängert.  
 Neigung der Ersatzwand durch die Nagelenden wird automatisch ermittelt.  
 Schnittpunkt Aushubsohle-Wand x= 25.00 z= 352.77

Mechanismen mit dem Schnittpunkt der Gleitlinien bei den Nagelenden:

| $\vartheta_1$<br>[°] | $\vartheta_2$<br>[°] | $\vartheta_{12}$<br>[°] | $L_{Nag}$<br>[m] | R<br>[kN/m] | $Q_1$<br>[kN/m] | $Q_{12}$<br>[kN/m] | $Z_{Erf}$<br>[kN/m] | $Z_{vom}$<br>[kN/m] | $E_d/R_d$<br>[-] |
|----------------------|----------------------|-------------------------|------------------|-------------|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------|------------------|
| 32.1                 | 49.0                 | 90.0                    | 3.9              | 355.7       | 391.6           | 24.1               | 70.5                | 70.8                | 1.00             |
| 19.7                 | 49.1                 | 89.2                    | 4.3              | 296.0       | 313.7           | 57.5               | 16.3                | 25.7                | 0.63             |
| 8.4                  | 46.0                 | 112.4                   | 3.9              | 366.3       | 347.7           | 60.8               | -45.9               | 0.1                 | 0.81*            |

Mechanismen mit dem Schnittpunkt der Gleitlinien innerhalb der Vernagelung:

|      |      |      |   |       |       |       |      |       |        |
|------|------|------|---|-------|-------|-------|------|-------|--------|
| 44.5 | 49.0 | 90.0 | - | 194.9 | 252.0 | 15.7  | 97.3 | 130.1 | 0.75   |
| 43.2 | 49.0 | 90.0 | - | 209.0 | 264.9 | 16.4  | 97.0 | 124.7 | 0.78   |
| 40.8 | 49.0 | 90.0 | - | 237.5 | 290.4 | 17.9  | 94.8 | 113.9 | 0.83   |
| 39.6 | 49.0 | 90.0 | - | 251.9 | 303.1 | 18.6  | 93.1 | 108.5 | 0.86   |
| 38.4 | 49.0 | 90.0 | - | 266.4 | 315.7 | 19.3  | 90.9 | 103.1 | 0.88   |
| 37.3 | 49.0 | 90.0 | - | 281.1 | 328.3 | 20.1  | 88.3 | 97.7  | 0.90   |
| 32.1 | 49.0 | 90.0 | - | 355.7 | 391.6 | 24.1  | 70.5 | 70.8  | 1.00   |
| 30.4 | 49.2 | 90.0 | - | 265.2 | 304.3 | 45.6  | 73.8 | 72.2  | 1.02   |
| 30.4 | 49.5 | 82.5 | - | 239.5 | 286.2 | 51.5  | 74.5 | 72.3  | 1.03   |
| 30.4 | 49.6 | 75.0 | - | 213.1 | 268.9 | 58.3  | 74.6 | 72.4  | 1.03   |
| 28.3 | 49.2 | 90.0 | - | 291.5 | 326.8 | 47.4  | 65.8 | 61.4  | 1.07   |
| 28.3 | 49.5 | 82.5 | - | 264.8 | 308.5 | 53.7  | 67.4 | 61.5  | 1.10   |
| 28.3 | 49.6 | 75.0 | - | 237.4 | 290.9 | 60.8  | 68.4 | 61.6  | 1.11   |
| 28.3 | 49.9 | 67.5 | - | 208.3 | 273.4 | 69.5  | 68.8 | 61.7  | 1.11   |
| 26.4 | 49.5 | 82.5 | - | 290.4 | 331.0 | 55.9  | 59.4 | 52.3  | 1.14   |
| 26.4 | 49.7 | 75.0 | - | 262.0 | 313.2 | 63.4  | 61.2 | 52.3  | 1.17   |
| 26.4 | 49.9 | 67.5 | - | 231.7 | 295.3 | 72.4  | 62.3 | 52.3  | 1.19   |
| 24.5 | 49.9 | 67.5 | - | 255.4 | 317.5 | 75.4  | 55.0 | 45.7  | 1.20   |
| 24.1 | 49.9 | 67.5 | - | 86.9  | 181.6 | 112.4 | 88.3 | 72.5  | 1.22   |
| 21.0 | 50.1 | 75.0 | - | 122.9 | 196.6 | 103.1 | 76.1 | 58.9  | 1.29   |
| 21.0 | 50.1 | 67.5 | - | 103.6 | 198.2 | 117.2 | 80.6 | 58.8  | 1.37   |
| 18.3 | 49.9 | 82.5 | - | 161.9 | 215.5 | 94.4  | 61.1 | 44.6  | 1.37   |
| 18.3 | 50.2 | 75.0 | - | 142.3 | 214.8 | 106.7 | 67.1 | 45.1  | 1.49   |
| 18.3 | 50.2 | 67.5 | - | 121.6 | 216.0 | 121.7 | 72.0 | 45.1  | 1.60   |
| 15.9 | 50.2 | 75.0 | - | 162.1 | 233.6 | 110.4 | 57.5 | 33.9  | 1.70   |
| 15.9 | 50.3 | 67.5 | - | 140.3 | 234.7 | 125.9 | 62.6 | 33.9  | 1.84   |
| 13.7 | 50.3 | 75.0 | - | 182.1 | 253.0 | 114.1 | 47.5 | 24.7  | 1.93   |
| 13.7 | 50.3 | 67.5 | - | 159.4 | 253.9 | 130.2 | 52.7 | 24.7  | 2.13   |
| 11.8 | 50.3 | 75.0 | - | 202.5 | 273.0 | 117.9 | 37.0 | 15.4  | 2.40   |
| 11.8 | 50.4 | 67.5 | - | 178.8 | 273.8 | 134.6 | 42.4 | 15.5  | 2.74   |
| 10.0 | 50.0 | 82.5 | - | 246.3 | 294.8 | 107.6 | 18.9 | 6.0   | 3.15   |
| 10.0 | 50.3 | 75.0 | - | 223.2 | 293.5 | 121.8 | 26.2 | 6.2   | 4.22   |
| 10.0 | 50.4 | 67.5 | - | 198.5 | 294.2 | 139.1 | 31.8 | 6.2   | 5.09   |
| 8.4  | 50.0 | 82.5 | - | 268.3 | 316.1 | 111.0 | 7.3  | 0.1   | 72.73  |
| 8.4  | 50.4 | 75.0 | - | 244.2 | 314.6 | 125.7 | 14.9 | 0.1   | 147.72 |
| 8.4  | 50.5 | 67.5 | - | 218.5 | 315.1 | 143.6 | 20.8 | 0.1   | 205.90 |
| 8.4  | 50.5 | 67.0 | - | 216.7 | 315.3 | 145.0 | 21.1 | 0.1   | 209.18 |
| 8.4  | 52.5 | 65.0 | - | 209.4 | 315.5 | 150.1 | 22.1 | 0.1   | 218.85 |

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 12 |
|                                    | Aushub   | 4  |
|                                    | Lastfall | 1  |
|                                    |          |    |

| $\varphi_1$<br>[°]  | $\varphi_2$<br>[°] | $\varphi_{12}$<br>[°] | $L_{Nag}$<br>[m]           | R<br>[kN/m]          | $Q_1$<br>[kN/m]  | $Q_{12}$<br>[kN/m] | $Z_{Er}$<br>[kN/m] | $Z_{Vom}$<br>[kN/m] | $E_d/R_d$<br>[-] |
|---|--------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------------|
| *** Hinweis: Nägel 3 bis 3 wurden um 1.20 m verlängert, um geforderte Sicherheit einzuhalten. |                    |                       |                            |                      |                  |                    |                    |                     |                  |
| 8.4   | 52.5               | 65.0                  | -                          | 209.4                | 315.5            | 150.1              | 22.1               | 23.4                | 0.94             |
| Ergebnisse eines einfachen Erddruckkeiles:  |                    |                       |                            |                      |                  |                    |                    |                     |                  |
| $\varphi$<br>[°]  | R<br>[kN/m]        | Q<br>[kN/m]           | $ZH_{Er}=E_{an}$<br>[kN/m] | $ZH_{Vom}$<br>[kN/m] | $E_d/R_d$<br>[-] |                    |                    |                     |                  |
| 45.8  | 247.40             | 275.27                | 96.10                      | 149.18               | 0.64             |                    |                    |                     |                  |

**Maßgebende Bruchfigur in diesem Aushub:**

flache Hauptgleitlinie von  $x=25.00$   $z=352.77$  bis  $x=29.25$   $z=353.40$

$\varphi_1=8.4^\circ$   $\varphi_2=52.5^\circ$   $\varphi_{12}=65.0^\circ$   $Z_{Er}=22.09$  [kN/m]  $Z_{Vom}=23.44$  [kN/m]  $E_d/R_d=0.94$

\*\*\* Hinweis: Die mit \*\* gekennzeichneten Ausnutzungsgrade wurden entsprechend der Felleniusregel ( $\varphi$ -c-Reduktion) bestimmt.

**Wand, Zustandsgrößen (Bemessungswerte)**

Schnittgrößen (Bemessungswerte) entsprechend NW-V. 2.

Verformung  $w$  entsprechend GZG (charakteristisch)

Bemessung nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Dicke Betonquerschnitt  $h = 15.0$  [cm]

Randachsabstand Bewehrung Luftseite  $d_{Lu}$  = 10.0 [cm]

Randachsabstand Bewehrung Erdseite  $d_{Erde}$  = 5.0 [cm]

E-Modul Beton  $E = 31000$  [MN/m<sup>2</sup>]

Biegesteifigkeit  $EI = 8719$  [kN\*m<sup>2</sup>]

Betongüte: C25/30, Nennfestigkeit Beton  $f_{ck} = 25.0$  [MN/m<sup>2</sup>]

Nennfestigkeit Bewehrung  $f_{yk} = 500.0$  [MN/m<sup>2</sup>]

Biegebewehrung zur Bestimmung des Längsbewehrungsgrades  $\mu$

für den Durchstanznachweis  $As \mu = \text{MAX}(as_1, as_2)$  aus Wandberechnung

\*\*\* Die Berechnung der Erddruckkräfte  $E_{an}$  erfolgt aus der Optimierung von Theta unter Berücksichtigung aller Lasten (g+p) des akt. Lastfalles.

\*\*\* Der Erddruckverlauf  $e_{an}$  entspricht der abschnittsweise const. Ableitung der  $E_{an}$ -Werte nach z.

\*\*\* Kohäsion wird bei der Erddruckberechnung berücksichtigt.

\*\*\* Mindesterdruddruck wurde berücksichtigt (Ersatzreibungswinkel  $\varphi = 40.0^\circ$ ).

\*\*\* Der Erddruck wirkt in Richtung der Nägel (Wandreibungswinkel  $\delta = -3.4^\circ$ )

\*\*\* Erddruck wird nicht umgelagert.

\*\*\* Erddruck  $e_{an}$  aus ständigen Lasten wird zu 85.00 % angesetzt.

**Erddruck je lfm Wandbreite (Bemessungswerte):**

| Wandverlauf |        | Wanddicke | Bew.-abstände |            | Gleitwinkel | Erddruck |          |
|-------------|--------|-----------|---------------|------------|-------------|----------|----------|
| x           | z      | h         | $d_{Lu}$      | $d_{Erde}$ | $\varphi$   | $E_{an}$ | $e_{an}$ |
| [m]         | [m]    | [cm]      | [cm]          | [cm]       | [°]         | [kN]     | [kN/m]   |
| 26.50       | 357.80 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 0.00        | 0.0      | 16.45    |
| 26.47       | 357.70 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 56.85       | 0.0      | 16.45    |
| 26.44       | 357.60 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 56.85       | 0.1      | 16.45    |
| 26.41       | 357.50 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 56.85       | 0.1      | 16.45    |
| 26.38       | 357.40 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 56.85       | 0.2      | 16.45    |
| 26.35       | 357.30 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 56.85       | 0.4      | 16.45    |
| 26.33       | 357.23 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 56.85       | 0.5      | 16.45    |
| 26.32       | 357.20 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 56.85       | 0.5      | 16.45    |
| 26.29       | 357.10 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 56.85       | 0.7      | 16.45    |
| 26.26       | 357.00 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 56.85       | 0.9      | 16.45    |
| 26.23       | 356.90 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.29       | 1.3      | 16.45    |
| 26.20       | 356.80 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 47.27       | 1.9      | 16.45    |
| 26.17       | 356.70 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 48.10       | 2.6      | 16.45    |
| 26.14       | 356.60 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 48.82       | 3.3      | 27.12    |

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 13 |
|                                    | Aushub   | 4  |
|                                    | Lastfall | 1  |
|                                    |          |    |

| Wandverlauf |        | Wanddicke | Bew.-abstände    |                   | Gleitwinkel | Erddruck        |                 |
|-------------|--------|-----------|------------------|-------------------|-------------|-----------------|-----------------|
| x           | z      | h         | d <sub>luf</sub> | d <sub>eroe</sub> | ϕ           | E <sub>an</sub> | e <sub>an</sub> |
| [m]         | [m]    | [cm]      | [cm]             | [cm]              | [°]         | [kN]            | [kN/m]          |
| 26.11       | 356.50 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 49.45       | 4.1             | 27.12           |
| 26.08       | 356.40 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 50.00       | 4.9             | 27.12           |
| 26.05       | 356.30 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 50.49       | 5.8             | 27.12           |
| 26.02       | 356.20 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 50.93       | 6.8             | 27.12           |
| 25.99       | 356.10 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 51.32       | 7.7             | 27.12           |
| 25.97       | 356.03 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 51.57       | 8.5             | 27.12           |
| 25.96       | 356.00 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 51.67       | 8.8             | 27.12           |
| 25.93       | 355.90 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 51.99       | 9.8             | 27.12           |
| 25.90       | 355.80 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 52.28       | 10.9            | 27.12           |
| 25.87       | 355.70 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 52.54       | 12.1            | 27.12           |
| 25.84       | 355.60 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 52.78       | 13.2            | 27.12           |
| 25.81       | 355.50 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 53.00       | 14.4            | 27.12           |
| 25.78       | 355.40 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 53.21       | 15.7            | 27.12           |
| 25.75       | 355.30 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 53.39       | 17.0            | 36.76           |
| 25.73       | 355.20 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 53.57       | 18.3            | 36.76           |
| 25.70       | 355.10 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 53.73       | 19.6            | 36.76           |
| 25.67       | 355.00 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 53.87       | 21.0            | 36.76           |
| 25.64       | 354.90 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 54.01       | 22.4            | 36.76           |
| 25.61       | 354.80 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 54.14       | 23.8            | 36.76           |
| 25.59       | 354.73 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 46.85       | 25.4            | 36.76           |
| 25.58       | 354.70 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 46.88       | 26.1            | 36.76           |
| 25.55       | 354.60 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 46.99       | 28.5            | 36.76           |
| 25.52       | 354.50 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.10       | 31.0            | 36.76           |
| 25.49       | 354.40 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.20       | 33.5            | 36.76           |
| 25.46       | 354.30 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.29       | 36.1            | 36.76           |
| 25.43       | 354.20 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.38       | 38.8            | 36.76           |
| 25.40       | 354.10 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.47       | 41.5            | 36.76           |
| 25.37       | 354.00 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.55       | 44.4            | 24.36           |
| 25.34       | 353.90 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.62       | 47.3            | 24.99           |
| 25.31       | 353.80 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.70       | 50.3            | 25.62           |
| 25.28       | 353.70 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.77       | 53.3            | 26.25           |
| 25.25       | 353.60 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.83       | 56.4            | 26.88           |
| 25.22       | 353.50 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.90       | 59.6            | 27.50           |
| 25.20       | 353.43 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.94       | 61.9            | 27.82           |
| 25.19       | 353.40 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 47.95       | 62.9            | 28.01           |
| 25.16       | 353.30 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 48.01       | 66.2            | 28.79           |
| 25.13       | 353.20 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 48.07       | 69.7            | 29.38           |
| 25.10       | 353.10 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 48.12       | 73.2            | 30.01           |
| 25.07       | 353.00 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 48.17       | 76.7            | 30.63           |
| 25.04       | 352.90 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 48.22       | 80.4            | 31.26           |
| 25.01       | 352.80 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 48.27       | 84.1            | 32.31           |
| 25.00       | 352.77 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 48.28       | 85.3            | 32.81           |

**Zustandsgrößen je lfm Wandbreite (Bemessungswerte):**

| Kote   | H-Druck | Verform. | Schnittgr. |        | Aufl.          | Biegebem. | Schubbem.         |
|--------|---------|----------|------------|--------|----------------|-----------|-------------------|
| z      | h       | w        | V          | M      | A <sub>H</sub> | as        | as <sub>due</sub> |
| [m]    | [kN/m]  | [mm]     | [kN]       | [kN*m] | [kN]           | [cm²/m]   | [cm²/m]           |
| 357.80 | 16.45   | 0.0      | 0.00       | 0.00   | --             | 0.00      | --                |
| 357.70 | 16.45   | 0.0      | -1.58      | -0.08  | --             | 0.02      | --                |
| 357.60 | 16.45   | 0.0      | -3.15      | -0.33  | --             | 0.07      | --                |
| 357.50 | 16.45   | 0.0      | -4.73      | -0.74  | --             | 0.16      | --                |
| 357.40 | 16.45   | 0.0      | -6.31      | -1.32  | --             | 0.29      | --                |
| 357.33 | 16.45   | 0.0      | -7.41      | -1.83  | --             | 0.41      | --                |
| 357.23 | 16.45   | 0.0      | 0.67       | -1.76  | 18.5           | 0.39      | --                |
| 357.23 | 16.45   | 0.0      | 0.67       | -1.76  | --             | 0.39      | --                |
| 357.13 | 16.45   | 0.0      | 8.76       | -1.69  | --             | 0.38      | --                |
| 357.10 | 16.45   | 0.0      | 8.28       | -1.41  | --             | 0.31      | --                |
| 357.00 | 16.45   | 0.0      | 6.71       | -0.63  | --             | 0.14      | --                |

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 14 |
|                                    | Aushub   | 4  |
|                                    | Lastfall | 1  |

| Kote<br>z | H-Druck<br>h | Verform.<br>w | Schnittgr. |        | Aufl.<br>A <sub>H</sub> | Biegebem.<br>as | Schubbem.<br>as <sub>que</sub> |
|-----------|--------------|---------------|------------|--------|-------------------------|-----------------|--------------------------------|
|           |              |               | V          | M      |                         |                 |                                |
| [m]       | [kN/m]       | [mm]          | [kN]       | [kN*m] | [kN]                    | [cm²/m]         | [cm²/m]                        |
| 356.90    | 16.45        | 0.0           | 5.13       | -0.01  | --                      | 0.00            | --                             |
| 356.80    | 16.45        | 0.0           | 3.55       | 0.44   | --                      | 0.20            | --                             |
| 356.70    | 16.45        | 0.0           | 1.98       | 0.73   | --                      | 0.32            | --                             |
| 356.70    | 16.47        | 0.0           | 1.98       | 0.73   | --                      | 0.32            | --                             |
| 356.60    | 27.12        | 0.0           | -0.11      | 0.84   | --                      | 0.37            | --                             |
| 356.50    | 27.12        | 0.0           | -2.71      | 0.69   | --                      | 0.31            | --                             |
| 356.40    | 27.12        | 0.0           | -5.31      | 0.27   | --                      | 0.12            | --                             |
| 356.30    | 27.12        | 0.0           | -7.91      | -0.42  | --                      | 0.09            | --                             |
| 356.20    | 27.12        | 0.0           | -10.51     | -2.09  | --                      | 0.46            | --                             |
| 356.13    | 27.12        | 0.0           | -12.33     | -2.24  | --                      | 0.50            | --                             |
| 356.03    | 27.12        | 0.0           | 1.46       | -2.09  | 31.4                    | 0.46            | --                             |
| 356.03    | 27.12        | 0.0           | 1.46       | -2.09  | --                      | 0.46            | --                             |
| 355.93    | 27.12        | 0.0           | 15.25      | -2.09  | --                      | 0.46            | --                             |
| 355.90    | 27.12        | 0.0           | 14.47      | -2.09  | --                      | 0.46            | --                             |
| 355.80    | 27.12        | 0.0           | 11.87      | -0.07  | --                      | 0.02            | --                             |
| 355.70    | 27.12        | 0.0           | 9.27       | 1.03   | --                      | 0.46            | --                             |
| 355.60    | 27.12        | 0.0           | 6.67       | 1.87   | --                      | 0.84            | --                             |
| 355.50    | 27.12        | 0.0           | 4.07       | 2.43   | --                      | 1.10            | --                             |
| 355.40    | 27.12        | 0.0           | 1.47       | 2.72   | --                      | 1.23            | --                             |
| 355.40    | 27.17        | 0.0           | 1.47       | 2.72   | --                      | 1.23            | --                             |
| 355.30    | 36.76        | 0.0           | -1.59      | 2.72   | --                      | 1.24            | --                             |
| 355.20    | 36.76        | 0.0           | -5.11      | 2.37   | --                      | 1.07            | --                             |
| 355.10    | 36.76        | 0.0           | -8.63      | 1.65   | --                      | 0.74            | --                             |
| 355.00    | 36.76        | 0.0           | -12.16     | 0.57   | --                      | 0.25            | --                             |
| 354.90    | 36.76        | 0.0           | -15.68     | -2.62  | --                      | 0.58            | --                             |
| 354.83    | 36.76        | 0.0           | -18.15     | -2.62  | --                      | 0.58            | --                             |
| 354.73    | 36.76        | 0.0           | -1.14      | -2.62  | 39.3                    | 0.58            | --                             |
| 354.73    | 36.76        | 0.0           | -1.14      | -2.62  | --                      | 0.58            | --                             |
| 354.63    | 36.76        | 0.0           | 15.86      | -2.62  | --                      | 0.58            | --                             |
| 354.60    | 36.76        | 0.0           | 14.80      | -2.62  | --                      | 0.58            | --                             |
| 354.50    | 36.76        | 0.0           | 11.28      | -0.52  | --                      | 0.11            | --                             |
| 354.40    | 36.76        | 0.0           | 7.76       | 0.47   | --                      | 0.21            | --                             |
| 354.30    | 36.76        | 0.0           | 4.24       | 1.10   | --                      | 0.49            | --                             |
| 354.20    | 36.76        | 0.0           | 0.71       | 1.36   | --                      | 0.61            | --                             |
| 354.10    | 36.76        | 0.0           | -2.81      | 1.25   | --                      | 0.56            | --                             |
| 354.00    | 24.38        | 0.0           | -5.74      | 0.79   | --                      | 0.35            | --                             |
| 354.00    | 24.36        | 0.0           | -5.74      | 0.79   | --                      | 0.35            | --                             |
| 353.90    | 24.99        | 0.0           | -8.10      | 0.07   | --                      | 0.03            | --                             |
| 353.80    | 25.62        | 0.0           | -10.53     | -0.90  | --                      | 0.20            | --                             |
| 353.70    | 26.25        | 0.0           | -13.02     | -2.13  | --                      | 0.47            | --                             |
| 353.60    | 26.88        | 0.0           | -15.56     | -3.62  | --                      | 0.81            | --                             |
| 353.53    | 27.31        | 0.0           | -17.39     | -4.85  | --                      | 1.08            | --                             |
| 353.43    | 27.81        | 0.0           | -0.49      | -4.90  | 37.5                    | 1.10            | --                             |
| 353.43    | 27.82        | 0.0           | -0.49      | -4.90  | --                      | 1.10            | --                             |
| 353.33    | 28.56        | 0.0           | 16.40      | -4.95  | --                      | 1.11            | --                             |
| 353.30    | 28.79        | 0.0           | 15.58      | -4.42  | --                      | 0.99            | --                             |
| 353.20    | 29.38        | 0.0           | 12.79      | -2.94  | --                      | 0.65            | --                             |
| 353.10    | 30.01        | 0.0           | 9.95       | -1.75  | --                      | 0.39            | --                             |
| 353.00    | 30.63        | 0.0           | 7.04       | -0.87  | --                      | 0.19            | --                             |
| 352.90    | 31.26        | 0.0           | 4.08       | -0.29  | --                      | 0.06            | --                             |
| 352.80    | 32.31        | 0.0           | 1.03       | -0.02  | --                      | 0.00            | --                             |
| 352.77    | 32.80        | 0.0           | 0.00       | 0.00   | --                      | 0.00            | --                             |

\*\*\* Hinweis: Bei Nägeln wird die Querkraft und das Moment im Punkt der Stützung linear aus T und M an den Rändern der Kopfplatte interpoliert.

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 15 |
|                                    | Aushub   | 4  |
|                                    | Lastfall | 1  |

**Nageldaten** (Aushub 4) (Bemessungswerte):

| x-Kopf | z-Kopf | Neig. | Länge | a    | $f_{yk}$             | $\gamma_M$ | $F_{Std}$ | $F_{Er}$ | $F_{Bem}$ | $Dm_{Er}$ |
|--------|--------|-------|-------|------|----------------------|------------|-----------|----------|-----------|-----------|
| [m]    | [m]    | [°]   | [m]   | [m]  | [MN/m <sup>2</sup> ] | [-]        | [kN]      | [kN]     | [kN]      | [mm]      |
| 26.33  | 357.23 | 20.0  | 3.90  | 1.50 | 500                  | 1.150      | 44.7      | 30.7     | 29.6      | 9.5       |
| 25.97  | 356.03 | 20.0  | 4.30  | 1.50 | 500                  | 1.150      | 75.0      | 54.1     | 50.1      | 12.6      |
| 25.59  | 354.73 | 20.0  | 5.10  | 1.50 | 500                  | 1.150      | 118.4     | 76.3     | 62.8      | 14.9      |
| 25.20  | 353.43 | 20.0  | 3.00  | 1.50 | 500                  | 1.150      | 0.0       | 0.0      | 59.9      | 13.2      |

**Durchstanznachweise DIN EN 1992 (Eurocode 2) :**

- F Nagelkraft aus Erddruckber. auf die Wand  $MAX(F_{Er}, F_{Bem}) * \cos(\text{Neigung})$
- H-Druck Erddruckkraft auf Kopfplatte  
Faktor für H-Druck = 0.500
- B Breite der Kopfplatte  
Rundschnitt im Abstand = 1.0 \* d von der Kopfplatte
- h Dicke der Wand
- d Stat. Höhe der Wand
- $A_{sl}$  Längs-/Querbewehrung (aus Biegung) bei Kopfplatte in cm<sup>2</sup>/m Wand ( $A_{sl} = A_{slx} = A_{sly}$ )
- $\rho_l$  Längsbewehrungsgrad aus  $A_{sl}$  bei Kopfplatte
- $V_{Ed}$  Bemessungswert Querkraft je Flächeneinheit
- $V_{Rd,c}$  Quertragfähigkeit ohne Schubbewehrung
- $A_{sEr}$  Erf. Durchstanzbewehrung (Schubbew.) in einer Bewehrungsreihe  
 $A_{sEr} = \beta * V_{Ed,red} / (1.3 * f_{yk} * \sin(90^\circ))$  (NCI Zu 6.4.5 (1), 'aufgebogene Bewehrung', NA.6.52.2)
- $A_{sIEr}$  Alternativ zu  $A_{sEr}$ : Erf. Gesamt-Längs-/Querbewehrung, so dass keine Durchstanzbew. erf. ist.
- $\rho_{IEr}$  Bewehrungsgrad bei  $A_{sIEr}$

Faktor für Stützenlage  $\beta = 1.100$  (6.4.3 (6))

Beiwerte zur Berechnung von  $V_{Rd,c}$  (6.4.4 (2) (Gl. 6.50)):

- $C_{Rd,c} = 0.150 / \gamma_c$  mit  $\gamma_c = 1.500$  (Gl. 6.47, 6.50)
- $k_1 = 0.100$  (Gl. 6.47)
- $\nu_{min} = 0.035 * k^{1.500} * f_{tk}^{0.500}$  (d < 600 mm) (Gl. 6.3)
- $2 * d / a = 2.000$

Beiwerte zur Berechnung von  $V_{Rd,max}$  (6.4.5 (3)):

$V_{Rd,max} = 1.400 * V_{Rd,c,ult}$

| z-Kopf | F    | H-Druck              | B    | h    | d    | $A_{sl}$             | $\rho_l$ | $V_{Ed}$             | $V_{Rd,c}$           | $A_{sEr}$          | $A_{sIEr}$           | $\rho_{IEr}$ |
|--------|------|----------------------|------|------|------|----------------------|----------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------|
| [m]    | [kN] | [kN/m <sup>2</sup> ] | [cm] | [cm] | [cm] | [cm <sup>2</sup> /m] | [%]      | [MN/m <sup>2</sup> ] | [MN/m <sup>2</sup> ] | [cm <sup>2</sup> ] | [cm <sup>2</sup> /m] | [%]          |
| 357.23 | 30.7 | 16.45                | 20.0 | 15.0 | 10.0 | 0.39                 | 0.04     | 0.227                | < 0.990              | -                  | -                    | -            |
| 356.03 | 54.0 | 27.12                | 20.0 | 15.0 | 10.0 | 0.46                 | 0.05     | 0.400                | < 0.990              | -                  | -                    | -            |
| 354.73 | 85.6 | 36.76                | 20.0 | 15.0 | 10.0 | 0.58                 | 0.06     | 0.638                | < 0.990              | -                  | -                    | -            |
| 353.43 | 59.8 | 27.81                | 20.0 | 15.0 | 10.0 | 1.10                 | 0.11     | 0.444                | < 0.990              | -                  | -                    | -            |

**Äußere Standsicherheit**

**Grundbruchnachweis (NW-V. 2)**

Fiktive Fundamentunterkante:  $x_1=25.00$   $z_1=352.77$   $x_2=29.85$   $z_2=352.77$  m

Ersatzwand: ( $x_2, z_2$ ) bis  $x_3=29.85$   $z_3=357.88$  m

**Belastung:**

|            |             |   |          |              |
|------------|-------------|---|----------|--------------|
| Vertikal   | V,k / V,d   | = | 495.91 / | 688.05 kN/m  |
| Horizontal | H,k / H,d   | = | -91.28 / | -137.69 kN/m |
| Moment     | My,k / My,d | = | 0.00 /   | 0.00 kNm/m   |

\*\*\* Hinweis: My zu Null gesetzt, da der vernagelte Bereich in Kipprichtung auf dem Gelände aufliegt.

|   |                                   |                   |                         |
|---|-----------------------------------|-------------------|-------------------------|
| Einbindetiefe t                                   | =                                 | 0.00 m            |                         |
| Ersatzbreite b'                                   | =                                 | 4.85 m            |                         |
| Böschungneigung beta                              | =                                 | 5.10 °            |                         |
| Neigung der Resultierenden $\tan(\delta_s) = H/V$ | =                                 | 0.18              |                         |
| Maßg. Bodenkennwerte:                             | $\gamma$ oberhalb Gründungssohle  | =                 | 19.74 kN/m <sup>3</sup> |
|   | $\gamma$ unterhalb Gründungssohle | =                 | 20.00 kN/m <sup>3</sup> |
|   | Reibungswinkel $\phi$             | =                 | 35.00 °                 |
|   | Kohäsion c                        | =                 | 5.00 kN/m <sup>2</sup>  |
| Tragfähigkeitsbeiwerte $N_{c0}, N_{d0}, N_{s0}$   | =                                 | 46.12 33.30 22.61 |                         |

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 16 |
|                                    | Aushub   | 4  |
|                                    | Lastfall | 1  |

Lastneigungsbeiwerte  $i_{co}, i_{so}, i_{bo}$  = 0.66 0.67 0.54  
 Geländeneigungsbeiwerte  $\lambda_{co}, \lambda_{so}, \lambda_{bo}$  = 0.88 0.84 0.76  
 Sohlneigungsbeiwerte  $\xi_{co}, \xi_{so}, \xi_{bo}$  = 1.00 1.00 1.00  
 Breite der Grundbruchfigur = 24.08 m  
 Tiefe der Grundbruchfigur = 6.49 m

Beanspruchung  $N_d = 688.0$  kN  
 Grundbruchwiderstand  $R_d = 3596.0$  kN  
 **$N_d/R_d = 0.19 < 1.0$ : Nachweis erfüllt.**

\*\*\* Hinweis:

Der Gleitnachweis wird durch die intern gebildeten Zweikörper-Mechanismen implizit nachgewiesen. Es erfolgt kein gesonderter Nachweis.

**Geländebruchnachweis Lastfall 1 (NW-V. 3)**

Horizontale Verkehrslasten wirken nur, falls sie ein rechtsdrehendes Moment erzeugen.  
 Vertikale Verkehrslasten wirken nur, falls sie ein rechtsdrehendes Moment erzeugen und außerhalb  $R \cdot \sin(\varphi)$  liegen.

Mittelpunkt = ( 23.13,361.66), Radius = 9.09  
 Startpunkt = ( 25.00,352.77), Endpunkt = ( 31.41,357.92)

Lamellengeometrie:

| Nr. | x     | Breite | dxM  | Gewicht | Auflast | Wasseraufl. | u      | $\varphi$ | c       | $\vartheta$ |
|-----|-------|--------|------|---------|---------|-------------|--------|-----------|---------|-------------|
|     | [m]   | [m]    | [m]  | [kN/m]  | [kN/m]  | [kN/m]      | [kN/m] | [°]       | [kN/m²] | [°]         |
| 1   | 25.32 | 0.64   | 2.19 | 11.6    | 0.0     | 0.0         | 0.0    | 20.46     | 7.20    | 13.94       |
| 2   | 25.96 | 0.64   | 2.83 | 34.3    | 0.0     | 0.0         | 0.0    | 20.46     | 7.20    | 18.15       |
| 3   | 26.60 | 0.64   | 3.47 | 51.0    | 0.0     | 0.0         | 0.0    | 20.46     | 7.20    | 22.46       |
| 4   | 27.24 | 0.64   | 4.11 | 49.2    | 24.5    | 0.0         | 0.0    | 20.46     | 7.20    | 26.92       |
| 5   | 27.89 | 0.64   | 4.75 | 45.2    | 27.8    | 0.0         | 0.0    | 20.46     | 7.20    | 31.55       |
| 6   | 28.53 | 0.64   | 5.40 | 40.4    | 27.8    | 0.0         | 0.0    | 20.46     | 7.20    | 36.43       |
| 7   | 29.17 | 0.64   | 6.04 | 34.6    | 27.8    | 0.0         | 0.0    | 20.46     | 7.20    | 41.64       |
| 8   | 29.81 | 0.64   | 6.68 | 27.5    | 27.8    | 0.0         | 0.0    | 20.46     | 7.20    | 47.31       |
| 9   | 30.45 | 0.64   | 7.32 | 18.7    | 27.8    | 0.0         | 0.0    | 20.46     | 7.20    | 53.66       |
| 10  | 31.09 | 0.64   | 7.96 | 7.3     | 27.8    | 0.0         | 0.0    | 20.46     | 7.20    | 61.18       |

Anteile vertikale Lasten:

| Nr. | S=G+P+W | $E_d=S \cdot \sin \vartheta$ | $(S-u \cdot b) \cdot \tan \varphi + c \cdot b$ | $\cos \vartheta + \mu \cdot \tan \varphi \cdot \sin \vartheta$ | $R_d$  |
|-----|---------|------------------------------|--|--|--------|
|     | [kN/m]  | [kN/m]                       | [kN/m]   | [-]  | [kN/m] |
| 1   | 11.6    | 2.79                         | 8.93   | 1.060423   | 8.42   |
| 2   | 34.3    | 10.68                        | 17.40  | 1.066451   | 16.32  |
| 3   | 51.0    | 19.48                        | 23.64  | 1.066662   | 22.16  |
| 4   | 73.7    | 33.35                        | 32.10  | 1.060544   | 30.27  |
| 5   | 73.0    | 38.21                        | 31.86  | 1.047374   | 30.41  |
| 6   | 68.2    | 40.50                        | 30.06  | 1.026115   | 29.30  |
| 7   | 62.4    | 41.45                        | 27.89  | 0.995224   | 28.02  |
| 8   | 55.3    | 40.65                        | 25.25  | 0.952266   | 26.51  |
| 9   | 46.5    | 37.47                        | 21.97  | 0.893023   | 24.60  |
| 10  | 35.1    | 30.76                        | 17.71  | 0.808900   | 21.90  |
|     |         | -----                        |  |  | -----  |
|     |         | 295.32                       |  |  | 237.91 |

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 17 |
|                                    | Aushub   | 4  |
|                                    | Lastfall | 1  |
|                                    |          |    |

Anteile aus Nägeln:

Schleife Nägel  $F_A = F_{Moegl}$

$$M_{rückhaltend} = R * ((\mu * F_A * \sin \alpha * \tan \varphi) / (\cos \vartheta + \mu * \sin \vartheta * \tan \varphi) + F_A * \cos(\vartheta + \alpha))$$

$$M_{abtreibend} = 0$$

| Nagel | $x_s$<br>[m] | $z_s$<br>[m] | $F_{Moegl,k}$<br>[kN/Nagel] | selbst-<br>spannend | $F_{Moegl,d}$<br>[kN/Nagel] | $M_{rückhaltend,d}$<br>[kNm/m] | $M_{abtreibend,d}$<br>[kNm/m] | $F_{Moegl,d} * \mu$<br>[kN/Nagel] |
|-------|--------------|--------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1     | 30.12        | 355.85       | 5.3                         | Ja                  | 3.8                         | 11.0                           | 0.0                           | 3.8                               |
| 2     | 29.17        | 354.87       | 47.5                        | Ja                  | 33.9                        | 124.0                          | 0.0                           | 33.9                              |
| 3     | 27.86        | 353.90       | 120.1                       | Ja                  | 85.8                        | 387.5                          | 0.0                           | 85.8                              |

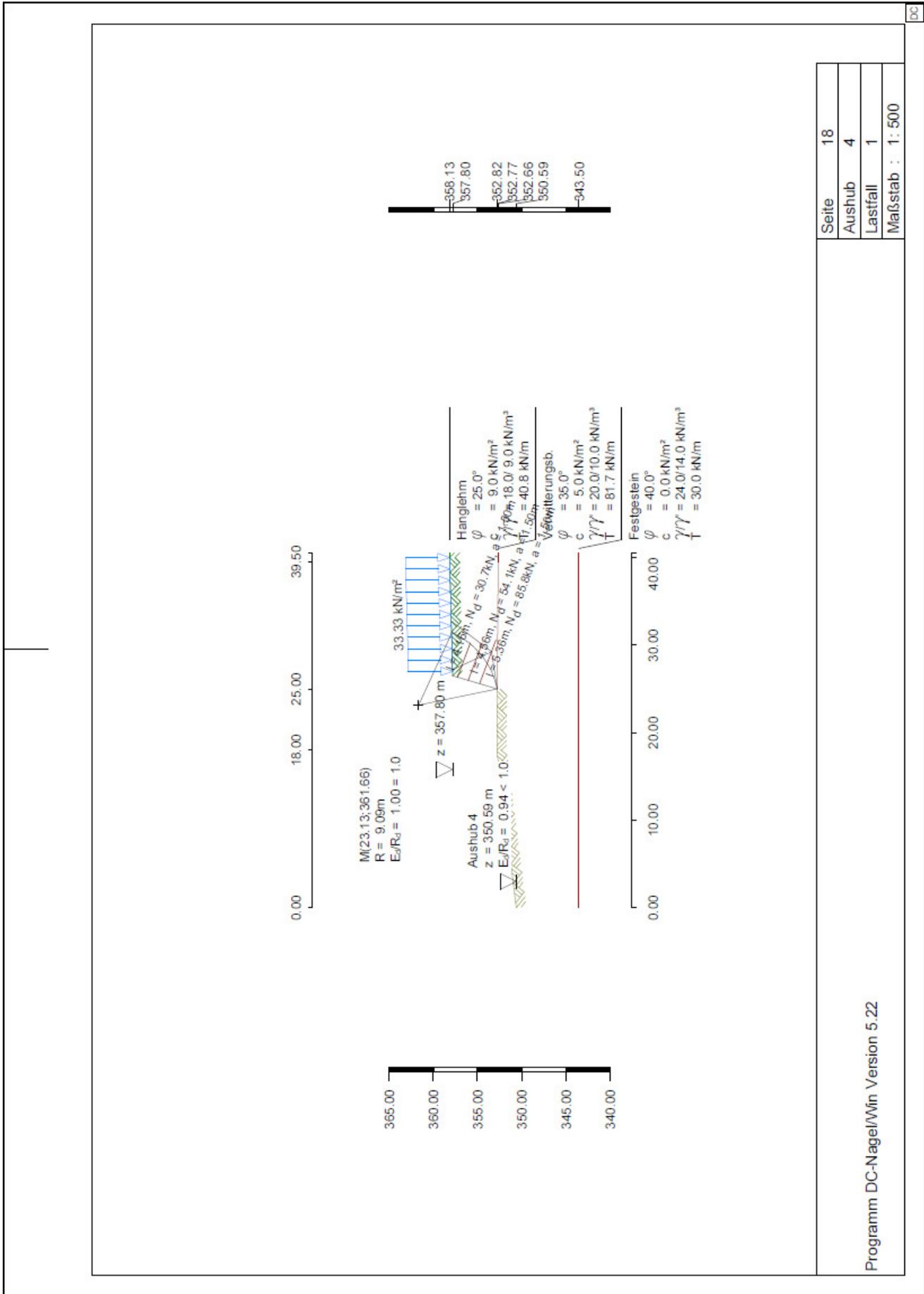
Summe  $M_{rückhaltend,d}$  : 522.4 kNm/m

Einwirkungen  $E_d = 295.3 * 9.09 = 2683.2$  kNm/m

Widerstände  $R_d = 237.9 * 9.09 + 522.4 = 2684.0$  kNm/m

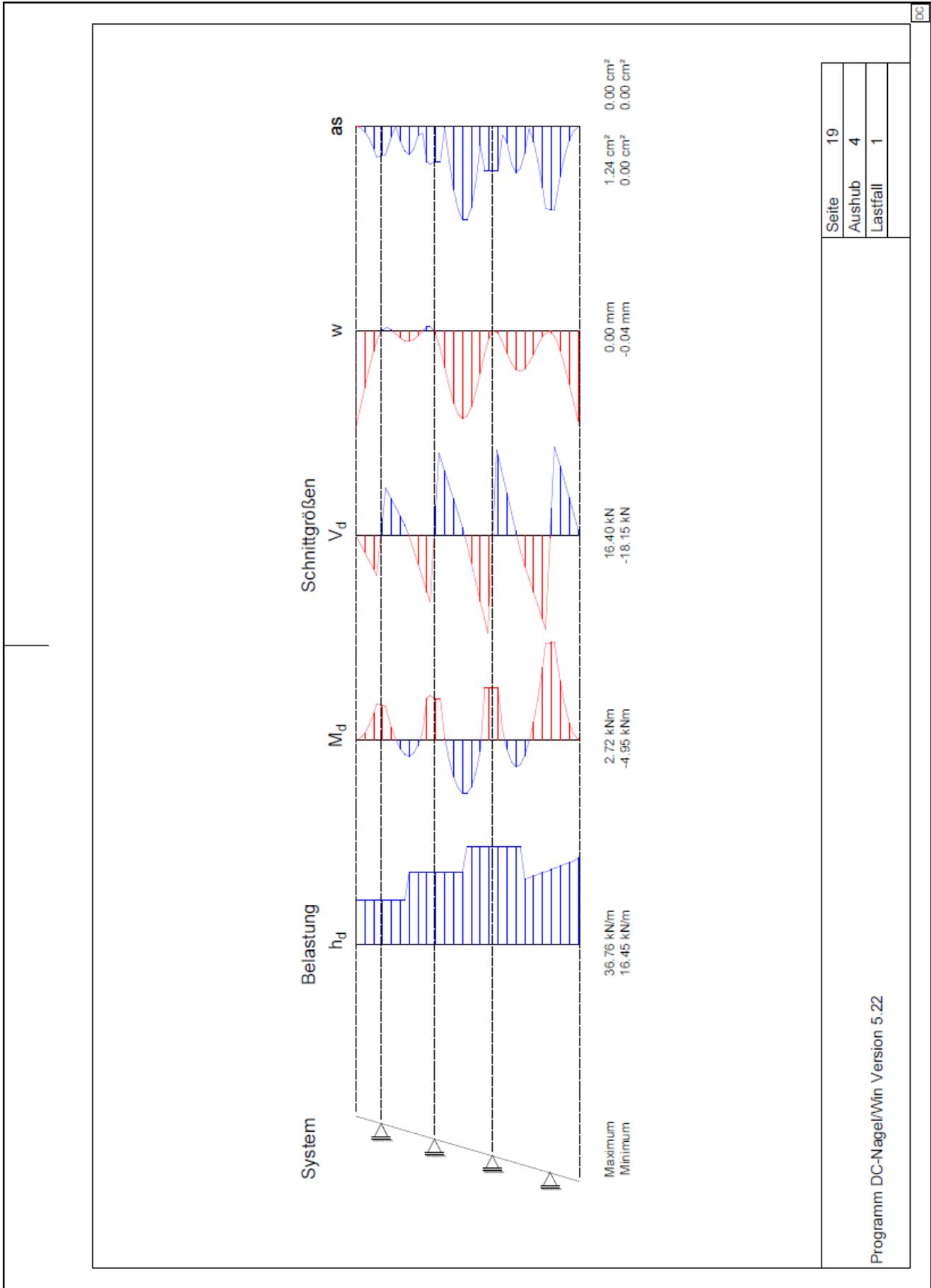
$\mu = E_d / R_d = 1.00 < 1.0$ : Nachweis erfüllt.

\*\*\* Hinweis: Nägel wurden um 0.26 m verlängert, um geforderte Sicherheit im Gleitkreisnachweis einzuhalten.



|          |        |
|----------|--------|
| Seite    | 18     |
| Aushub   | 4      |
| Lastfall | 1      |
| Maßstab  | 1: 500 |

Programm DC-Nagel/Win Version 5.22



|          |    |
|----------|----|
| Seite    | 19 |
| Aushub   | 4  |
| Lastfall | 1  |

Programm DC-Nagel/Min Version 5.22

DC

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Seite                               | 20 |
| Programme DC-Nagel/Win Version 5.22 |    |

#### Übersicht Ausnutzungsgrade $E_d / R_d$ aller Phasen

| Phase | Innere Sicherheit | Grundbruch | Geländebruch |
|-------|-------------------|------------|--------------|
| 1: 1  | 0.00              | ---        | ---          |
| 2: 2  | 0.77              | ---        | ---          |
| 3: 3  | 0.95              | ---        | ---          |
| 4: 4  | 0.94              | 0.19       | 1.00         |

#### Zusammenfassung

Alle geführten Nachweise sind erfüllt.

#### Zusammenstellung der maßgebenden erforderl. Nagelkräfte und -längen:

| Lage | z-Kote<br>[m] | Kraft<br>(Bem.) $N_d$<br>[kN] | Länge<br>[m] | Verpress-<br>länge<br>[m] | erf.<br>Durchm.<br>[mm] | Breite<br>Kopfl.<br>[mm] | Korr.-faktor<br>Schub<br>[%] | Durchstanzen<br>$A_{s,Er}$<br>[cm <sup>2</sup> ] | $A_{s,Er}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|------|---------------|-------------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|--|------------------------------------|
| 1    | 357.23        | 30.7                          | 4.16         | 4.16                      | 9.5                     | 200                      | 100                          | -  | -                                  |
| 2    | 356.03        | 54.1                          | 4.56         | 4.56                      | 12.6                    | 200                      | 100                          | -  | -                                  |
| 3    | 354.73        | 85.8                          | 5.36         | 5.36                      | 15.8                    | 200                      | 100                          | -  | -                                  |
| 4    | 353.43        | 59.9                          | 3.26         | 3.26                      | 13.2                    | 200                      | 100                          | -  | -                                  |
|      | $\Sigma =$    | 230.4                         |              |                           |                         |                          |                              |  |                                    |

\*\*\* Hinweis:

Bei dem Nagel Nr. 3 ergab sich die max. Kraft aus dem Gleitkreisnachweis.

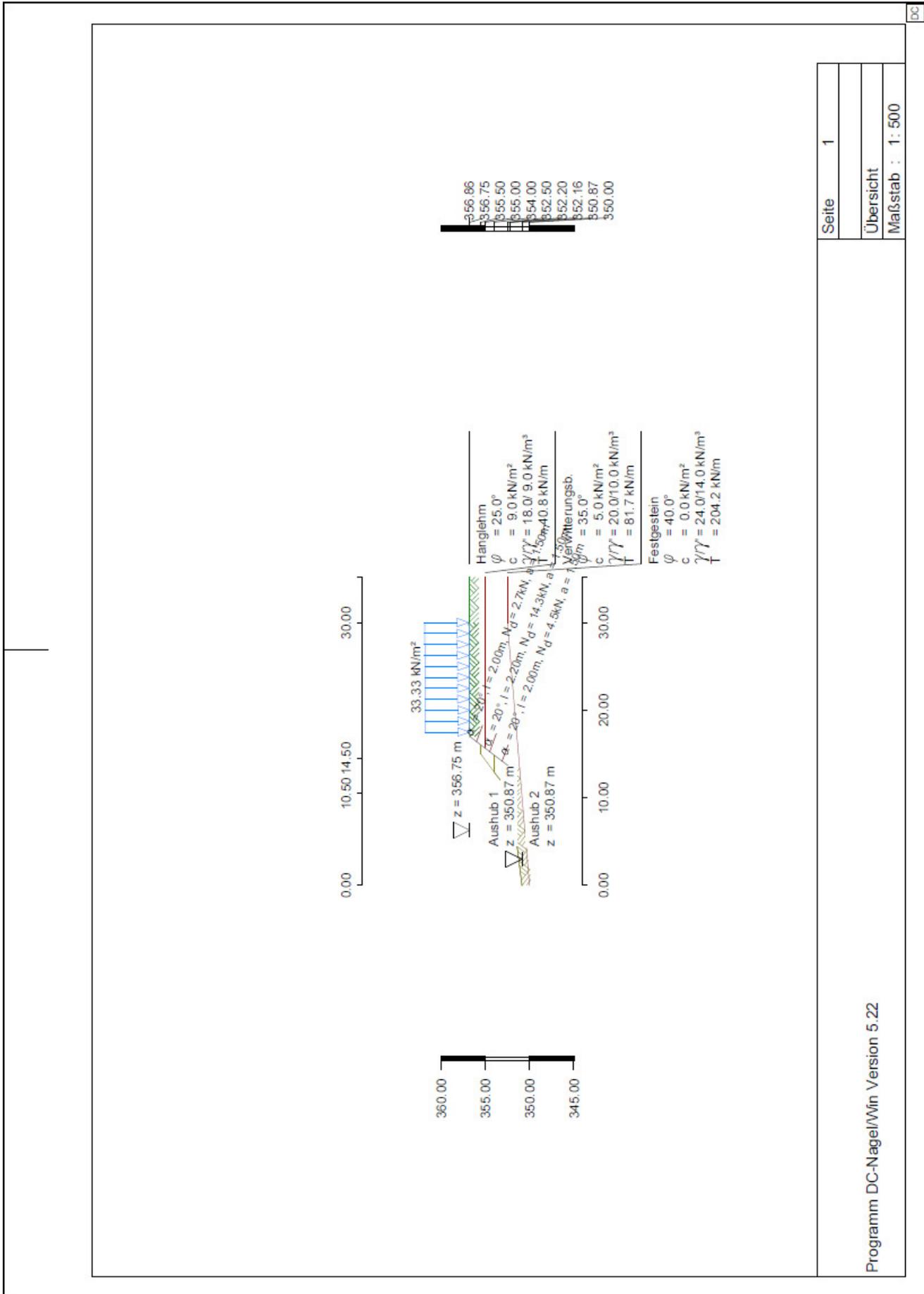
Bezeichnungen im Ausdruck 'Standsicherheitsuntersuchung':

Die Angabe von Kräften [kN/m] bedeutet kN pro 1 m Wand senkr. zur Bildebene.

- $\vartheta_1$  Neigung der flachen Hauptgleitfuge
- $\vartheta_2$  Neigung der steilen Hauptgleitfuge
- $\vartheta_{12}$  Neigung der Zwischengleitfuge (Ersatzwand) ( $=90^\circ + \rho$ )
- $L_{Nag}$  Nagellänge
- R Gesamtlast des Hauptgleitkörpers (Eigengew., Lasten, Wasserdr., Kohäsion)
- $Q_1$  Kraft in der flachen Hauptgleitfuge
- $Q_{12}$  aktive Erddruckkraft auf Zwischengleitfuge
- $Z_{Er}$  erforderl. result. Nagelkraft auf Hauptgleitkörper (Zug=positiv)  
um das Kräftegleichgewicht zu erfüllen
- $Z_{Vom}$  vorhandene (= max. mobilisierbare) Nagelkräfte  
(= Summe der möglichen Ausziehkkräfte von Nagelabschnitten,  
die außerhalb des Gleitmechanismus liegen)
- $E_d/R_d$  Ausnutzungsgrad bzgl. Nagelkräfte  $Z_{Er}$  und  $Z_{Vom}$  bzw. nach Fellenius

Bezeichnungen im Ausdruck 'Nageldaten':

- a Horizontaler Nagelabstand
- $f_{yk}$  Nennfestigkeit Nagelstahl
- $\gamma_M$  Material-Sicherheitsbeiwert Stahl
- $F_{Std}$  Maximal mobilisierbare Ausziehkraft je Nagel aller  
untersuchter Bruchmechanismen im Zuge der Standsicherheitsberechnung.
- $F_{Er}$  Erforderliche Nagelkraft zur Aufnahme von  $Z_{Er}$   
Es werden alle Mechanismen der akt. Phase berücksichtigt.
- $F_{Bem}$  Maximale Kraft je Nagel aus Berechnung der Wandschnittgrößen
- $Dm_{Er}$  Erforderlicher Durchmesser aus der Bedingung  
 $A_s = \text{MAX}(F_{Er}, F_{Bem}) \cdot \gamma_M / f_{yk}$



|       |   |
|-------|---|
| Seite | 2 |
|       |   |
|       |   |
|       |   |

Programm DC-Nagel/Win Version 5.22

Eingabedatei: 3210325\_SchnittJ\_Spritzbetonvernagelung.dbn

**Schichtsystem** mit 3 Schichten

**Erdschichtwerte** (charakteristisch)

|               |   |
|---------------|---|
| $\varphi$     | Winkel der inneren Reibung  |
| $\delta$      | Wandreibungswinkel<br>(der Erddruck wirkt in Richtung der Nägel, $\delta$ siehe Erddruck-Tabelle)   |
| c             | Kohäsion  |
| $c_u$         | Kohäsion undränert  |
| $\gamma$      | Wichte  |
| $\gamma_w$    | Wichte unter Auftrieb   |
| $\delta_{EV}$ | Wandreibungswinkel auf die Ersatzwand durch die Nagelenden (Zwischengleitfuge)  |
| $T_{Nagel}$   | mobilisierbare Haftreibung eines Nagels im Boden  |
| $\psi_A$      | Maximaler Winkel zw. Gleit- und Nagelrichtung zur Prüfung, ob ein Nagel im<br>Geländebruchnachweis selbstspannend ist (DIN 4084:2009, 7.2.3.4 und Bild 2) |
| $T_{go}$      | mobilisierbare Mantelreibung Verpresskörper im Boden  |
| $Dm_{go}$     | Durchmesser des Verpresskörpers ( $T_{Nagel} = T_{go} \cdot Dm_{go} \cdot \pi$ )  |

| Num. | Bezeichnung   | $\varphi$<br>[°] | $\delta$<br>[°] | c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $c_u$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma_w$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\delta_{EV}$<br>[°] | $T_{Nagel}$<br>[kN/m] | $\psi_A$<br>[°] | $T_{go}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $Dm_{go}$<br>[mm] |
|------|---------------|------------------|-----------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------|----------------------------------|-------------------|
| 1    | Hanglehm      | 25.0             | --              | 9.0                       | --                            | 18.0                             | 9.0                                | 16.7                 | 40.8                  | 90.0            | 100                              | 130               |
| 2    | Verwitterungs | 35.0             | --              | 5.0                       | --                            | 20.0                             | 10.0                               | 23.3                 | 81.7                  | 90.0            | 200                              | 130               |
| 3    | Festgestein   | 40.0             | --              | 0.0                       | --                            | 24.0                             | 14.0                               | 26.7                 | 204.2                 | 90.0            | 500                              | 130               |

**Geländeverlauf:**

| x     | z      |
|-------|--------|
| [m]   | [m]    |
| 17.00 | 356.75 |
| 30.00 | 356.86 |

Verlauf Unterkante der 1. Schicht Hanglehm:

| x     | z      |
|-------|--------|
| [m]   | [m]    |
| 0.00  | 350.87 |
| 10.50 | 352.16 |
| 14.50 | 355.00 |

Verlauf Unterkante der 2. Schicht Verwitterungsb.:

| x     | z      |
|-------|--------|
| [m]   | [m]    |
| 0.00  | 350.00 |
| 30.00 | 352.50 |

**Streifenlasten:**

| $x_A$<br>[m] | $z_A$<br>[m] | $x_E$<br>[m] | $z_E$<br>[m] | $p_x$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $p_z$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Art     | Lastfall | $\gamma_{NV.2}$ | $\gamma_{NV.3}$ | $\psi$ |
|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|---------|----------|-----------------|-----------------|--------|
| 17.50        | 356.75       | 30.00        | 356.86       | 0.00                          | 33.33                         | Verkehr | 1        | 1.300           | 1.200           | 1.00   |

**Lastfall**

| 1 | Typ  |
|---|------|
| 1 | BS-T |

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Seite                              | 3 |
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 |   |

**Nageltabelle:**

| Lage | z-Kote<br>[m] | Neigung<br>[°] | Min-<br>länge<br>[m] | Verpress-<br>länge<br>[m] | Horiz.<br>Abstand<br>[m] | Breite<br>Kopfl.<br>[mm] | Rechenfestigk.<br>Stahl<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Vorspann-<br>kraft<br>[kN] |
|------|---------------|----------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---|----------------------------|
| 1    | 356.00        | 20.00          | 2.00                 | 2.00                      | 1.50                     | 200                      | 500   | -                          |
| 2    | 354.50        | 20.00          | 2.00                 | 2.00                      | 1.50                     | 200                      | 500   | -                          |
| 3    | 353.10        | 20.00          | 2.00                 | 2.00                      | 1.50                     | 200                      | 500   | -                          |

**Aushubtabelle:**

| Phase | Schnitt Sohle-Wand |          | wirksame Nägel |
|-------|--------------------|----------|----------------|
|       | x<br>[m]           | z<br>[m] |                |
| 1: 1  | 16.04              | 355.50   |                |
| 2: 2  | 14.88              | 354.00   | 1              |
| 3: 3  | 13.50              | 352.20   | 1, 2           |

**Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2010****Teilsicherheitsbeiwerte Innere Standsicherheit (GEO):**

Berechnung mit Nachweisverfahren 3

Kombination 1 mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

| $\gamma$ - | G,dst | G,stb | Q,dst | Q,stb | $\varphi$ | c     | cu    | $\gamma$ | Ep    | a     |
|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|----------|-------|-------|
| BS-P       | 1.000 | 1.000 | 1.300 | 0.000 | 1.250     | 1.250 | 1.250 | 1.000    | 1.000 | 1.400 |
| BS-T       | 1.000 | 1.000 | 1.200 | 0.000 | 1.150     | 1.150 | 1.150 | 1.000    | 1.000 | 1.300 |
| BS-A       | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.000 | 1.100     | 1.100 | 1.100 | 1.000    | 1.000 | 1.200 |
| BS-T/A     | 1.000 | 1.000 | 1.100 | 0.000 | 1.125     | 1.125 | 1.125 | 1.000    | 1.000 | 1.250 |

**Teilsicherheitsbeiwerte Schnittgrößen (STR):**

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination 1 mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

| $\gamma$ - | G,dst | G,stb | Q,dst | Q,stb | $\varphi$ | c     | cu    | $\gamma$ | Ep    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|----------|-------|
| BS-P       | 1.350 | 1.000 | 1.500 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.400 |
| BS-T       | 1.200 | 1.000 | 1.300 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.300 |
| BS-A       | 1.100 | 1.000 | 1.100 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.200 |
| BS-T/A     | 1.150 | 1.000 | 1.200 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.250 |

**Teilsicherheitsbeiwerte Grundbruchsicherheit (GEO):**

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination 1 mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

| $\gamma$ - | G,dst | G,stb | Q,dst | Q,stb | $\varphi$ | c     | cu    | $\gamma$ | Ep    | R,v   |
|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|----------|-------|-------|
| BS-P       | 1.350 | 1.000 | 1.500 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.400 | 1.400 |
| BS-T       | 1.200 | 1.000 | 1.300 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.300 | 1.300 |
| BS-A       | 1.100 | 1.000 | 1.100 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.200 | 1.200 |
| BS-T/A     | 1.150 | 1.000 | 1.200 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.250 | 1.250 |

**Teilsicherheitsbeiwerte Geländebruch (GEO):**

Berechnung mit Nachweisverfahren 3

Kombination 1 mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

| $\gamma$ - | G,dst | G,stb | Q,dst | Q,stb | $\varphi$ | c     | cu    | $\gamma$ | Ep    | a     | bt    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|
| BS-P       | 1.000 | 1.000 | 1.300 | 0.000 | 1.250     | 1.250 | 1.250 | 1.000    | 1.000 | 1.400 | 1.400 |
| BS-T       | 1.000 | 1.000 | 1.200 | 0.000 | 1.150     | 1.150 | 1.150 | 1.000    | 1.000 | 1.300 | 1.300 |
| BS-A       | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.000 | 1.100     | 1.100 | 1.100 | 1.000    | 1.000 | 1.200 | 1.200 |
| BS-T/A     | 1.000 | 1.000 | 1.100 | 0.000 | 1.125     | 1.125 | 1.125 | 1.000    | 1.000 | 1.250 | 1.250 |

|                                    |          |   |
|------------------------------------|----------|---|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 4 |
|                                    | Aushub   | 1 |
|                                    | Lastfall | 1 |

|            |   |
|------------|---|
| $\gamma$ - | Teilsicherheitsbeiwert für...                 |
| G,dst      | Ungünstige ständige Einwirkungen              |
| G,stb      | Günstige ständige Einwirkungen                |
| Q,dst      | Ungünstige veränderliche Einwirkungen         |
| Q,stb      | Günstige veränderliche Einwirkungen           |
| $\varphi$  | Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$               |
| c          | Kohäsion c                                    |
| cu         | Kohäsion undränirt cu                         |
| $\gamma$   | Wichte  |
| $E_p$      | Erdwiderstand                                 |
| R,v        | Grundbruchwiderstand                          |
| bt         | Bauteilwiderstand (Schnitt Gleitkreis - Wand) |
| a          | Herausziehewiderstand Nägel                   |

### **Berechnung Lastfall 1 (Typ BS-T)**

#### **Aushub Nr. 1 Name: 1 Lastfall: 1**

#### **Innere Standsicherheit**

##### **Standsicherheitsuntersuchung (Aushub 1):**

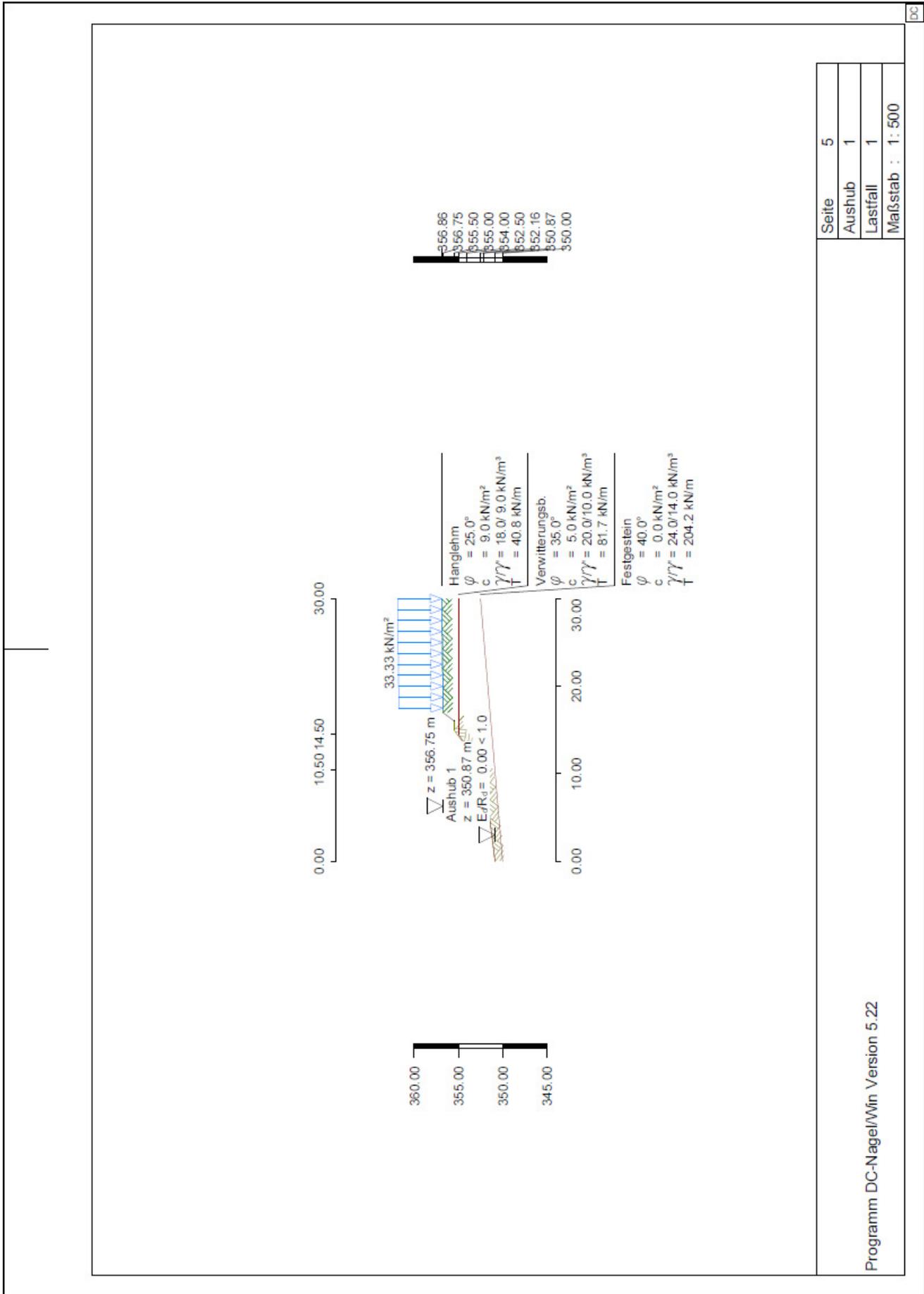
Berechnungen entsprechend NW-V. 3.  
 Berechnungsergebnisse sind Bemessungswerte pro m Wand.  
 Unterster Nagel über Aushubkote ist nicht eingebaut.  
 Automatische Ermittlung der Nagellängen:  
 Nägel unter und mit dem aktuellen werden (falls nötig) verlängert.  
 Neigung der Ersatzwand durch die Nagelenden wird automatisch ermittelt.  
 Schnittpunkt Aushubsohle-Wand  $x= 16.04$   $z= 355.50$

Ergebnisse eines einfachen Erddruckkeiles:

| $\vartheta$ | R      | Q      | $ZH_{Er}=E_{an}$ | $ZH_{vom}$ | $E_d/R_d$ |
|-------------|--------|--------|------------------|------------|-----------|
| [°]         | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m]           | [kN/m]     | [-]       |
| 57.5        | 0.00   | 0.00   | 0.00             | 0.00       | 0.00      |

**Maßgebende Bruchfigur in diesem Aushub: Einfacher Erddruckkeil:**

| $\vartheta$ | R      | Q      | $ZH_{Er}=E_{an}$ | $ZH_{vom}$ | $E_d/R_d$ |
|-------------|--------|--------|------------------|------------|-----------|
| [°]         | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m]           | [kN/m]     | [-]       |
| 57.5        | 0.00   | 0.00   | 0.00             | 0.00       | 0.00      |



|                                    |          |   |
|------------------------------------|----------|---|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 6 |
|                                    | Aushub   | 2 |
|                                    | Lastfall | 1 |

**Aushub Nr. 2 Name: 2 Lastfall: 1**

**Innere Standsicherheit**

**Standsicherheitsuntersuchung (Aushub 2):**

Berechnungen entsprechend NW-V. 3.  
 Berechnungsergebnisse sind Bemessungswerte pro m Wand.  
 Unterster Nagel über Aushubkote ist nicht eingebaut.  
 Automatische Ermittlung der Nagellängen:  
 Nägel unter und mit dem aktuellen werden (falls nötig) verlängert.  
 Neigung der Ersatzwand durch die Nagelenden wird automatisch ermittelt.  
 Schnittpunkt Aushubsohle-Wand x= 14.88 z= 354.00

Mechanismen mit dem Schnittpunkt der Gleitlinien bei den Nagelenden:

| $\varphi_1$<br>[°] | $\varphi_2$<br>[°] | $\varphi_{12}$<br>[°] | $L_{Nag}$<br>[m] | R<br>[kN/m] | $Q_1$<br>[kN/m] | $Q_{12}$<br>[kN/m] | $Z_{Er}$<br>[kN/m] | $Z_{Vom}$<br>[kN/m] | $E_d/R_d$<br>[-] |
|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------|-------------|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------------|
| 21.1               | 50.0               | 90.0                  | 2.0              | 73.6        | 68.8            | 10.9               | -18.0              | 0.1                 | 0.72*            |

Mechanismen mit dem Schnittpunkt der Gleitlinien innerhalb der Vernagelung:

Ergebnisse eines einfachen Erddruckkeiles:

| $\varphi$<br>[°] | R<br>[kN/m] | Q<br>[kN/m] | $ZH_{Er}=E_{an}$<br>[kN/m] | $ZH_{Vom}$<br>[kN/m] | $E_d/R_d$<br>[-] |
|------------------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------|------------------|
| 62.5             | 0.00        | 0.00        | 0.00                       | 0.00                 | 0.00             |

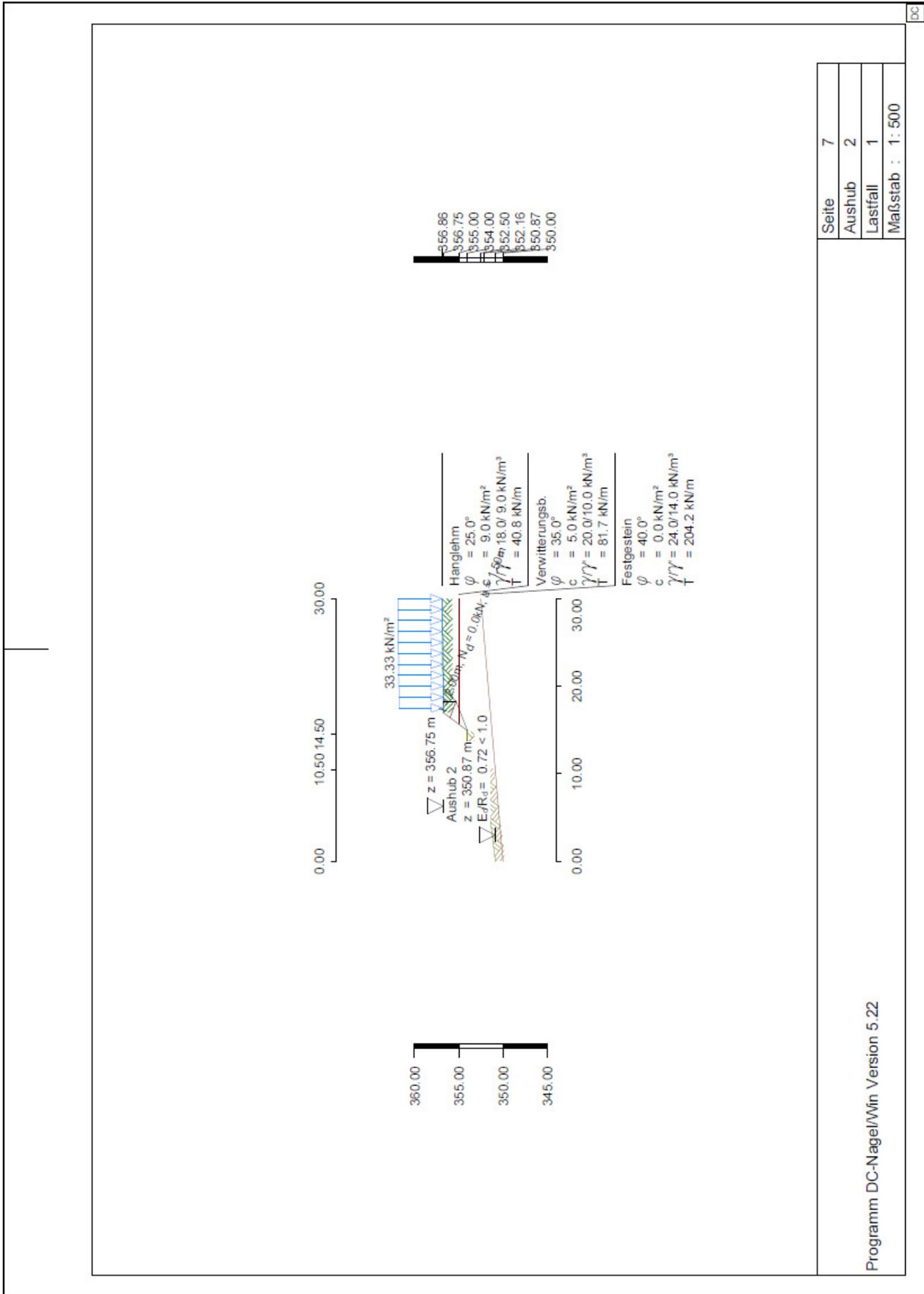
**Maßgebende Bruchfigur in diesem Aushub:**

flache Hauptgleitlinie von x= 14.88 z=354.00 bis x= 18.30 z=355.32  
 $\varphi_1 = 21.1^\circ \varphi_2 = 50.0^\circ \varphi_{12} = 90.0^\circ \quad Z_{Er} = -18.04 \text{ [kN/m]} \quad Z_{Vom} = 0.07 \text{ [kN/m]} \quad E_d/R_d = 0.72^*$

\*\*\* Hinweis: Die mit "\*" gekennzeichneten Ausnutzungsgrade wurden entsprechend der Felleniusregel ( $\varphi$ -c-Reduktion) bestimmt.

**Nageldaten (Aushub 2) (Bemessungswerte):**

| x-Kopf<br>[m] | z-Kopf<br>[m] | Neig.<br>[°] | Länge<br>[m] | a<br>[m] | $F_{Std}$<br>[kN] | $F_{Er}$<br>[kN] |
|---------------|---------------|--------------|--------------|----------|-------------------|------------------|
| 16.42         | 356.00        | 20.0         | 2.00         | 1.50     | 0.1               | 0.0              |



Programm DC-Nagel/Win Version 5.22

|          |   |
|----------|---|
| Seite    | 8 |
| Aushub   | 3 |
| Lastfall | 1 |
|          |   |

### Aushub Nr. 3 Name: 3 Lastfall: 1

#### Innere Standsicherheit

##### Standsicherheitsuntersuchung (Aushub 3):

Berechnungen entsprechend NW-V. 3.

Berechnungsergebnisse sind Bemessungswerte pro m Wand.

Unterster Nagel über Aushubkote ist nicht eingebaut.

Automatische Ermittlung der Nagellängen:

Nägel unter und mit dem aktuellen werden (falls nötig) verlängert.

Neigung der Ersatzwand durch die Nagelenden wird automatisch ermittelt.

Schnittpunkt Aushubsohle-Wand  $x= 13.50$   $z= 352.20$

Mechanismen mit dem Schnittpunkt der Gleitlinien bei den Nagelenden:

| $\vartheta_1$<br>[°] | $\vartheta_2$<br>[°] | $\vartheta_{12}$<br>[°] | $L_{Nag}$<br>[m] | R<br>[kN/m] | $Q_1$<br>[kN/m] | $Q_{12}$<br>[kN/m] | $Z_{Err}$<br>[kN/m] | $Z_{Vom}$<br>[kN/m] | $E_d/R_d$<br>[-] |
|----------------------|----------------------|-------------------------|------------------|-------------|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------|------------------|
| 33.0                 | 50.0                 | 90.0                    | 2.0              | 140.8       | 139.7           | 10.9               | -6.3                | 33.2                | 0.74*            |
| 23.9                 | 47.9                 | 115.0                   | 2.0              | 141.8       | 132.3           | 12.1               | -22.5               | 0.1                 | 0.79*            |

Mechanismen mit dem Schnittpunkt der Gleitlinien innerhalb der Vernagelung:

|      |      |      |   |      |       |      |      |      |       |
|------|------|------|---|------|-------|------|------|------|-------|
| 36.8 | 49.9 | 67.5 | - | 71.9 | 78.9  | 15.7 | 0.5  | 54.3 | 0.01  |
| 36.4 | 49.9 | 67.5 | - | 74.5 | 81.6  | 16.0 | 0.3  | 52.3 | 0.01  |
| 32.2 | 45.6 | 90.0 | - | 51.7 | 55.3  | 15.6 | 3.1  | 40.6 | 0.08  |
| 32.2 | 45.7 | 82.5 | - | 47.7 | 55.6  | 19.3 | 6.0  | 40.7 | 0.15  |
| 29.9 | 48.5 | 82.5 | - | 58.5 | 69.1  | 24.2 | 7.3  | 31.5 | 0.23  |
| 29.9 | 52.5 | 75.0 | - | 54.5 | 69.3  | 26.8 | 8.1  | 34.4 | 0.23  |
| 26.7 | 52.5 | 75.0 | - | 70.4 | 90.7  | 35.5 | 8.7  | 17.3 | 0.51  |
| 24.8 | 51.0 | 90.0 | - | 97.8 | 105.6 | 28.4 | -0.5 | 4.8  | 0.94* |
| 24.8 | 52.5 | 75.0 | - | 81.8 | 105.1 | 40.8 | 7.6  | 5.9  | 1.29  |
| 23.9 | 52.0 | 82.5 | - | 95.4 | 111.7 | 37.0 | 3.4  | 0.1  | 24.87 |
| 23.9 | 52.5 | 75.0 | - | 87.7 | 112.5 | 43.3 | 6.7  | 0.2  | 32.76 |
| 23.9 | 52.1 | 78.6 | - | 91.2 | 111.8 | 40.3 | 5.4  | 0.1  | 39.05 |
| 23.9 | 52.1 | 76.4 | - | 89.0 | 112.2 | 42.2 | 6.3  | 0.1  | 45.36 |

\*\*\* Hinweis: Nägel 2 bis 2 wurden um 0.20 m verlängert, um geforderte Sicherheit einzuhalten.

|      |      |      |   |      |       |      |     |     |      |
|------|------|------|---|------|-------|------|-----|-----|------|
| 23.9 | 52.1 | 76.4 | - | 89.0 | 112.2 | 42.2 | 6.3 | 8.5 | 0.74 |
|------|------|------|---|------|-------|------|-----|-----|------|

Ergebnisse eines einfachen Erddruckkeiles:

| $\vartheta$<br>[°] | R<br>[kN/m] | Q<br>[kN/m] | $ZH_{Err}=E_{an}$<br>[kN/m] | $ZH_{Vom}$<br>[kN/m] | $E_d/R_d$<br>[-] |
|--------------------|-------------|-------------|-----------------------------|----------------------|------------------|
| 37.2               | 104.65      | 104.18      | 10.64                       | 60.55                | 0.18             |

##### Maßgebende Bruchfigur in diesem Aushub:

flache Hauptgleitlinie von  $x= 13.50$   $z=352.20$  bis  $x= 17.15$   $z=353.82$

$\vartheta_1= 23.9^\circ$   $\vartheta_2= 52.1^\circ$   $\vartheta_{12}= 76.4^\circ$   $Z_{Err}=6.26$  [kN/m]  $Z_{Vom}=8.52$  [kN/m]  $E_d/R_d= 0.74$

\*\*\* Hinweis: Die mit \*\*\* gekennzeichneten Ausnutzungsgrade wurden entsprechend der Felleniusregel ( $\varphi$ -c-Reduktion) bestimmt.

|                                    |          |   |
|------------------------------------|----------|---|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 9 |
|                                    | Aushub   | 3 |
|                                    | Lastfall | 1 |

**Wand, Zustandsgrößen** (Bemessungswerte)

Schnittgrößen (Bemessungswerte) entsprechend NW-V. 2.  
 Verformung  $w$  entsprechend GZG (charakteristisch)  
 Bemessung nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Dicke Betonquerschnitt  $h = 15.0$  [cm]  
 Randachsabstand Bewehrung Luftseite  $d_{ln} = 10.0$  [cm]  
 Randachsabstand Bewehrung Erdseite  $d_{erd} = 5.0$  [cm]  
 E-Modul Beton  $E = 31000$  [MN/m<sup>2</sup>]  
 Biegesteifigkeit  $EI = 8719$  [kN\*m<sup>2</sup>]  
 Betongüte: C25/30, Nennfestigkeit Beton  $f_{ck} = 25.0$  [MN/m<sup>2</sup>]  
 Nennfestigkeit Bewehrung  $f_{yk} = 500.0$  [MN/m<sup>2</sup>]  
 Biegebewehrung zur Bestimmung des Längsbewehrungsgrades  $\mu$   
 für den Durchstanznachweis  $As \mu = \text{MAX}(as_1, as_2)$  aus Wandberechnung

- \*\*\* Die Berechnung der Erddruckkräfte  $E_{an}$  erfolgt aus der Optimierung von Theta unter Berücksichtigung aller Lasten (g+p) des akt. Lastfalles
- \*\*\* Der Erddruckverlauf  $e_{an}$  entspricht der abschnittsweise const. Ableitung der  $E_{an}$ -Werte nach z.
- \*\*\* Kohäsion wird bei der Erddruckberechnung berücksichtigt.
- \*\*\* Mindesterdruddruck wurde berücksichtigt (Ersatzreibungswinkel  $\varphi = 40.0^\circ$ ).
- \*\*\* Der Erddruck wirkt in Richtung der Nägel (Wandreibungswinkel  $\delta = 17.6^\circ$ )
- \*\*\* Erddruck wird nicht umgelagert.
- \*\*\* Erddruck  $e_{an}$  aus ständigen Lasten wird zu 85.00 % angesetzt.

**Erddruck** je lfm Wandbreite (Bemessungswerte):

| Wandverlauf |        | Wanddicke | Bew.-abstände |           | Gleitwinkel | Erddruck |          |
|-------------|--------|-----------|---------------|-----------|-------------|----------|----------|
| x           | z      | h         | $d_{ln}$      | $d_{erd}$ | $\vartheta$ | $E_{an}$ | $e_{an}$ |
| [m]         | [m]    | [cm]      | [cm]          | [cm]      | [°]         | [kN]     | [kN/m]   |
| 17.00       | 356.75 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 0.00        | 0.0      | 1.15     |
| 16.92       | 356.65 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.0      | 1.15     |
| 16.85       | 356.55 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.0      | 1.15     |
| 16.77       | 356.45 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.0      | 1.15     |
| 16.69       | 356.35 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.0      | 1.15     |
| 16.62       | 356.25 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.1      | 1.15     |
| 16.54       | 356.15 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.1      | 1.15     |
| 16.46       | 356.05 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.1      | 1.15     |
| 16.42       | 356.00 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.1      | 1.15     |
| 16.38       | 355.95 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.1      | 1.15     |
| 16.31       | 355.85 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.2      | 1.15     |
| 16.23       | 355.75 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.2      | 1.15     |
| 16.15       | 355.65 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.3      | 1.15     |
| 16.08       | 355.55 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.3      | 1.15     |
| 16.00       | 355.45 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.4      | 1.15     |
| 15.92       | 355.35 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.5      | 1.15     |
| 15.85       | 355.25 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.5      | 6.15     |
| 15.77       | 355.15 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.6      | 6.15     |
| 15.69       | 355.05 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.7      | 6.15     |
| 15.62       | 354.95 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.8      | 6.15     |
| 15.54       | 354.85 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.8      | 6.15     |
| 15.46       | 354.75 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 46.05       | 0.9      | 6.15     |
| 15.38       | 354.65 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 43.54       | 1.1      | 6.15     |
| 15.31       | 354.55 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 43.69       | 1.3      | 6.15     |
| 15.27       | 354.50 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 43.75       | 1.4      | 6.15     |
| 15.23       | 354.45 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 43.82       | 1.5      | 6.15     |
| 15.15       | 354.35 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 43.94       | 1.6      | 6.15     |
| 15.08       | 354.25 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 44.05       | 1.8      | 6.15     |
| 15.00       | 354.15 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 44.15       | 2.0      | 6.15     |
| 14.92       | 354.05 | 15.0      | 10.0          | 5.0       | 44.24       | 2.2      | 6.15     |

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 10 |
|                                    | Aushub   | 3  |
|                                    | Lastfall | 1  |

| Wandverlauf |        | Wanddicke | Bew.-abstände    |                   | Gleitwinkel | Erddruck        |                 |
|-------------|--------|-----------|------------------|-------------------|-------------|-----------------|-----------------|
| x           | z      | h         | d <sub>luf</sub> | d <sub>erde</sub> | ϕ           | E <sub>an</sub> | e <sub>an</sub> |
| [m]         | [m]    | [cm]      | [cm]             | [cm]              | [°]         | [kN]            | [kN/m]          |
| 14.85       | 353.95 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.33       | 2.4             | 6.15            |
| 14.77       | 353.85 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.41       | 2.6             | 6.15            |
| 14.69       | 353.75 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.49       | 2.9             | 1.90            |
| 14.62       | 353.65 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.56       | 3.1             | 1.96            |
| 14.54       | 353.55 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.62       | 3.3             | 2.01            |
| 14.46       | 353.45 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.68       | 3.6             | 2.06            |
| 14.38       | 353.35 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.74       | 3.8             | 2.11            |
| 14.31       | 353.25 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.80       | 4.1             | 2.16            |
| 14.23       | 353.15 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.85       | 4.3             | 2.21            |
| 14.19       | 353.10 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.87       | 4.5             | 2.23            |
| 14.15       | 353.05 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.89       | 4.6             | 2.26            |
| 14.08       | 352.95 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.94       | 4.9             | 2.31            |
| 14.00       | 352.85 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.98       | 5.1             | 2.35            |
| 13.92       | 352.75 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 45.02       | 5.4             | 2.40            |
| 13.85       | 352.65 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 45.06       | 5.7             | 2.45            |
| 13.77       | 352.55 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 45.09       | 6.0             | 2.50            |
| 13.69       | 352.45 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 45.13       | 6.3             | 2.54            |
| 13.62       | 352.35 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 45.16       | 6.6             | 2.59            |
| 13.54       | 352.25 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 45.19       | 6.9             | 2.64            |
| 13.50       | 352.20 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 45.21       | 7.0             | 2.66            |

**Zustandsgrößen je lfm Wandbreite (Bemessungswerte):**

| Kote   | H-Druck | Verform. | Schnittgr. |        | Aufl.          | Biegebem.            | Schubbem.            |
|--------|---------|----------|------------|--------|----------------|----------------------|----------------------|
| z      | h       | w        | V          | M      | A <sub>H</sub> | as                   | as <sub>bue</sub>    |
| [m]    | [kN/m]  | [mm]     | [kN]       | [kN*m] | [kN]           | [cm <sup>2</sup> /m] | [cm <sup>2</sup> /m] |
| 356.75 | 1.15    | 0.0      | 0.00       | 0.00   | --             | 0.00                 | --                   |
| 356.65 | 1.15    | 0.0      | -0.09      | -0.01  | --             | 0.00                 | --                   |
| 356.55 | 1.15    | 0.0      | -0.18      | -0.02  | --             | 0.01                 | --                   |
| 356.45 | 1.15    | 0.0      | -0.27      | -0.05  | --             | 0.01                 | --                   |
| 356.35 | 1.15    | 0.0      | -0.36      | -0.09  | --             | 0.02                 | --                   |
| 356.25 | 1.15    | 0.0      | -0.45      | -0.14  | --             | 0.03                 | --                   |
| 356.15 | 1.15    | 0.0      | -0.54      | -0.21  | --             | 0.05                 | --                   |
| 356.10 | 1.15    | 0.0      | -0.59      | -0.24  | --             | 0.05                 | --                   |
| 356.00 | 1.15    | 0.0      | 0.30       | -0.21  | 1.6            | 0.05                 | --                   |
| 356.00 | 1.15    | 0.0      | 0.30       | -0.21  | --             | 0.05                 | --                   |
| 355.90 | 1.15    | 0.0      | 1.19       | -0.17  | --             | 0.04                 | --                   |
| 355.85 | 1.15    | 0.0      | 1.14       | -0.10  | --             | 0.02                 | --                   |
| 355.75 | 1.15    | 0.0      | 1.05       | 0.05   | --             | 0.02                 | --                   |
| 355.65 | 1.15    | 0.0      | 0.96       | 0.17   | --             | 0.08                 | --                   |
| 355.55 | 1.15    | 0.0      | 0.87       | 0.29   | --             | 0.13                 | --                   |
| 355.45 | 1.15    | 0.0      | 0.78       | 0.39   | --             | 0.17                 | --                   |
| 355.35 | 1.15    | 0.0      | 0.69       | 0.48   | --             | 0.21                 | --                   |
| 355.35 | 1.15    | 0.0      | 0.69       | 0.48   | --             | 0.21                 | --                   |
| 355.25 | 6.15    | 0.0      | 0.40       | 0.56   | --             | 0.25                 | --                   |
| 355.25 | 6.15    | 0.0      | 0.40       | 0.56   | --             | 0.25                 | --                   |
| 355.15 | 6.15    | 0.0      | -0.09      | 0.58   | --             | 0.26                 | --                   |
| 355.05 | 6.15    | 0.0      | -0.58      | 0.53   | --             | 0.24                 | --                   |
| 354.95 | 6.15    | 0.0      | -1.06      | 0.43   | --             | 0.19                 | --                   |
| 354.85 | 6.15    | 0.0      | -1.55      | 0.27   | --             | 0.12                 | --                   |
| 354.75 | 6.15    | 0.0      | -2.04      | 0.04   | --             | 0.02                 | --                   |
| 354.65 | 6.15    | 0.0      | -2.53      | -0.31  | --             | 0.07                 | --                   |
| 354.60 | 6.15    | 0.0      | -2.77      | -0.42  | --             | 0.09                 | --                   |
| 354.50 | 6.15    | 0.0      | -0.27      | -0.46  | 4.7            | 0.10                 | --                   |
| 354.50 | 6.15    | 0.0      | -0.27      | -0.46  | --             | 0.10                 | --                   |
| 354.40 | 6.15    | 0.0      | 2.22       | -0.49  | --             | 0.11                 | --                   |
| 354.35 | 6.15    | 0.0      | 1.98       | -0.35  | --             | 0.08                 | --                   |
| 354.25 | 6.15    | 0.0      | 1.49       | -0.13  | --             | 0.03                 | --                   |
| 354.15 | 6.15    | 0.0      | 1.00       | 0.02   | --             | 0.01                 | --                   |

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 11 |
|                                    | Aushub   | 3  |
|                                    | Lastfall | 1  |

| Kote<br>z | H-Druck<br>h | Verform.<br>w | Schnittgr. |        | Aufl.<br>A <sub>H</sub> | Biegebem.<br>as | Schubbem.<br>as <sub>que</sub> |
|-----------|--------------|---------------|------------|--------|-------------------------|-----------------|--------------------------------|
|           |              |               | V          | M      |                         |                 |                                |
| [m]       | [kN/m]       | [mm]          | [kN]       | [kN*m] | [kN]                    | [cm²/m]         | [cm²/m]                        |
| 354.05    | 6.15         | 0.0           | 0.52       | 0.12   | --                      | 0.05            | --                             |
| 353.95    | 6.15         | 0.0           | 0.03       | 0.15   | --                      | 0.07            | --                             |
| 353.85    | 6.15         | 0.0           | -0.46      | 0.13   | --                      | 0.06            | --                             |
| 353.75    | 1.91         | 0.0           | -0.78      | 0.05   | --                      | 0.02            | --                             |
| 353.75    | 1.90         | 0.0           | -0.78      | 0.05   | --                      | 0.02            | --                             |
| 353.65    | 1.96         | 0.0           | -0.93      | -0.06  | --                      | 0.01            | --                             |
| 353.55    | 2.01         | 0.0           | -1.09      | -0.19  | --                      | 0.04            | --                             |
| 353.45    | 2.06         | 0.0           | -1.25      | -0.34  | --                      | 0.07            | --                             |
| 353.35    | 2.11         | 0.0           | -1.42      | -0.51  | --                      | 0.11            | --                             |
| 353.25    | 2.16         | 0.0           | -1.59      | -0.70  | --                      | 0.15            | --                             |
| 353.20    | 2.18         | 0.0           | -1.67      | -0.80  | --                      | 0.18            | --                             |
| 353.10    | 2.23         | 0.0           | -0.05      | -0.81  | 2.8                     | 0.18            | --                             |
| 353.10    | 2.23         | 0.0           | -0.05      | -0.81  | --                      | 0.18            | --                             |
| 353.00    | 2.28         | 0.0           | 1.57       | -0.81  | --                      | 0.18            | --                             |
| 352.95    | 2.31         | 0.0           | 1.48       | -0.72  | --                      | 0.16            | --                             |
| 352.85    | 2.35         | 0.0           | 1.29       | -0.54  | --                      | 0.12            | --                             |
| 352.75    | 2.40         | 0.0           | 1.10       | -0.39  | --                      | 0.09            | --                             |
| 352.65    | 2.45         | 0.0           | 0.91       | -0.26  | --                      | 0.06            | --                             |
| 352.55    | 2.50         | 0.0           | 0.72       | -0.16  | --                      | 0.04            | --                             |
| 352.45    | 2.54         | 0.0           | 0.52       | -0.08  | --                      | 0.02            | --                             |
| 352.35    | 2.59         | 0.0           | 0.31       | -0.03  | --                      | 0.01            | --                             |
| 352.25    | 2.64         | -0.1          | 0.10       | 0.00   | --                      | 0.00            | --                             |
| 352.20    | 2.66         | -0.1          | 0.00       | 0.00   | --                      | 0.00            | --                             |

\*\*\* Hinweis: Bei Nägeln wird die Querkraft und das Moment im Punkt der Stützung linear aus T und M an den Rändern der Kopfplatte interpoliert.

**Nagel**daten (Aushub 3) (Bemessungswerte):

| x-Kopf | z-Kopf | Neig. | Länge | a    | f <sub>yk</sub> | γ <sub>M</sub> | F <sub>Std</sub> | F <sub>Er</sub> | F <sub>Bem</sub> | Dm <sub>Er</sub> |
|--------|--------|-------|-------|------|-----------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| [m]    | [m]    | [°]   | [m]   | [m]  | [MN/m²]         | [-]            | [kN]             | [kN]            | [kN]             | [mm]             |
| 16.42  | 356.00 | 20.0  | 2.00  | 1.50 | 500             | 1.150          | 41.9             | 2.7             | 2.5              | 2.8              |
| 15.27  | 354.50 | 20.0  | 2.20  | 1.50 | 500             | 1.150          | 81.1             | 14.2            | 7.6              | 6.5              |
| 14.19  | 353.10 | 20.0  | 2.00  | 1.50 | 500             | 1.150          | 0.0              | 0.0             | 4.5              | 3.6              |

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 12 |
|                                    | Aushub   | 3  |
|                                    | Lastfall | 1  |

**Durchstanznachweise DIN EN 1992 (Eurocode 2) :**

- F Nagelkraft aus Erddruckber. auf die Wand  $MAX(F_{Erf}, F_{Eem}) \cdot \cos(\text{Neigung})$
- H-Druck Erddruckkraft auf Kopfplatte
- Faktor für H-Druck = 0.500
- B Breite der Kopfplatte
- Rundschnitt im Abstand =  $1.0 \cdot d$  von der Kopfplatte
- h Dicke der Wand
- d Stat. Höhe der Wand
- $A_{si}$  Längs-/Querbewehrung (aus Biegung) bei Kopfplatte in  $cm^2/m$  Wand ( $A_{si} = A_{s1x} = A_{s1z}$ )
- $\rho_i$  Längsbewehrungsgrad aus  $A_{si}$  bei Kopfplatte
- $V_{Ed}$  Bemessungswert Querkraft je Flächeneinheit
- $V_{Rd,c}$  Quertragfähigkeit ohne Schubbewehrung
- $A_{sW,Er}$  Erf. Durchstanzbewehrung (Schubbew.) in einer Bewehrungsreihe
- $A_{sW} = \beta \cdot V_{Ed,red} / (1.3 \cdot f_{ywd} \cdot \sin(90^\circ))$  (NCI Zu 6.4.5 (1), 'aufgebogene Bewehrung', NA.6.52.2)
- $A_{s1,Er}$  Alternativ zu  $A_{sW,Er}$ : Erf. Gesamt-Längs-/Querbewehrung, so dass keine Durchstanzbew. erf. ist.
- $\rho_{1,Er}$  Bewehrungsgrad bei  $A_{s1,Er}$

Faktor für Stützenlage  $\beta = 1.100$  (6.4.3 (6))

Beiwerte zur Berechnung von  $V_{Rd,c}$  (6.4.4 (2) (Gl. 6.50)):

- $C_{Rd,c} = 0.150 / \gamma_c$  mit  $\gamma_c = 1.500$  (Gl. 6.47, 6.50)
- $k_1 = 0.100$  (Gl. 6.47)
- $\nu_{min} = 0.035 \cdot k \cdot (1.500) \cdot f_{ck} \cdot (0.500)$  ( $d < 600$  mm) (Gl. 6.3)
- $2 \cdot d/a = 2.000$

Beiwerte zur Berechnung von  $V_{Rd,max}$  (6.4.5 (3)):

- $V_{Rd,max} = 1.400 \cdot V_{Rd,c,ult}$

| z-Kopf<br>[m] | F<br>[kN] | H-Druck<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | B<br>[cm] | h<br>[cm] | d<br>[cm] | $A_{si}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | $\rho_i$<br>[%] | $V_{Ed}$<br>[MN/m <sup>2</sup> ] | $V_{Rd,c}$<br>[MN/m <sup>2</sup> ] | $A_{sW,Er}$<br>[cm <sup>2</sup> ] | $A_{s1,Er}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | $\rho_{1,Er}$<br>[%] |
|---------------|-----------|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| 356.00        | 2.6       | 1.15                            | 20.0      | 15.0      | 10.0      | 0.05                             | 0.00            | 0.019                            | < 0.990                            | -                                 | -                                   | -                    |
| 354.50        | 13.6      | 6.15                            | 20.0      | 15.0      | 10.0      | 0.10                             | 0.01            | 0.101                            | < 0.990                            | -                                 | -                                   | -                    |
| 353.10        | 4.3       | 2.23                            | 20.0      | 15.0      | 10.0      | 0.18                             | 0.02            | 0.032                            | < 0.990                            | -                                 | -                                   | -                    |

**Äußere Standsicherheit**

**Grundbruchnachweis (NW-V. 2)**

Fiktive Fundamentunterkante:  $x_1=13.50$   $z_1=352.20$   $x_2=17.24$   $z_2=352.20$  m  
Ersatzwand: ( $x_2, z_2$ ) bis  $x_3=17.24$   $z_3=356.75$  m

**Belastung:**

|            |             |   |          |             |
|------------|-------------|---|----------|-------------|
| Vertikal   | V,k / V,d   | = | 199.82 / | 242.71 kN/m |
| Horizontal | H,k / H,d   | = | -55.45 / | -74.63 kN/m |
| Moment     | My,k / My,d | = | 0.00 /   | 0.00 kNm/m  |

\*\*\* Hinweis: My zu Null gesetzt, da der vernagelte Bereich in Kipprichtung auf dem Gelände aufliegt.

|                      |   |        |
|----------------------|---|--------|
| Einbindetiefe t      | = | 0.00 m |
| Ersatzbreite b'      | = | 3.74 m |
| Böschungsnegung beta | = | 5.09 ° |

**Hinweis:** Die Böschungshöhe wurde auf 1/3 der verbleibenden Breite der Grundbruchfigur

mit  $b = 16.48$  m angesetzt, da DIN 4017 für unendlich ausgedehnte Böschungen gilt.

|   |   |                         |
|---|---|-------------------------|
| Neigung der Resultierenden $\tan(\delta_s)=H/V$ | = | 0.28                    |
| Maßg. Bodenkennwerte:                           |   |                         |
| $\gamma$ oberhalb Gründungssohle                | = | 0.00 kN/m <sup>3</sup>  |
| $\gamma$ unterhalb Gründungssohle               | = | 23.52 kN/m <sup>3</sup> |
| Reibungswinkel $\phi$                           | = | 39.85 °                 |
| Kohäsion c                                      | = | 0.35 kN/m <sup>2</sup>  |

|  |   |       |       |         |
|--|---|-------|-------|---------|
| Tragfähigkeitsbeiwerte $N_{\phi 0}, N_{\phi 0}, N_{\phi 0}$                    | = | 74.12 | 62.87 | 51.64   |
| Lastneigungsbeiwerte $i_{\phi 0}, i_{\phi 0}, i_{\phi 0}$                      | = | 0.51  | 0.52  | 0.38    |
| Geländeneigungsbeiwerte $\lambda_{\phi 0}, \lambda_{\phi 0}, \lambda_{\phi 0}$ | = | 0.86  | 0.84  | 0.76    |
| Sohlneigungsbeiwerte $\xi_{\phi 0}, \xi_{\phi 0}, \xi_{\phi 0}$                | = | 1.00  | 1.00  | 1.00    |
| Breite der Grundbruchfigur   | = |       |       | 20.22 m |
| Tiefe der Grundbruchfigur  | = |       |       | 5.06 m  |

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 13 |
|                                    | Aushub   | 3  |
|                                    | Lastfall | 1  |

Beanspruchung  $N_d = 242.7$  kN  
 Grundbruchwiderstand  $R_d = 3777.6$  kN  
 $N_d/R_d = 0.06 < 1.0$ : Nachweis erfüllt.

\*\*\* Hinweis:

Der Gleitnachweis wird durch die intern gebildeten Zweikörper-Mechanismen implizit nachgewiesen.  
 Es erfolgt kein gesonderter Nachweis.

#### Geländebruchnachweis Lastfall 1 (NW-V. 3)

Horizontale Verkehrslasten wirken nur, falls sie ein rechtsdrehendes Moment erzeugen.  
 Vertikale Verkehrslasten wirken nur, falls sie ein rechtsdrehendes Moment erzeugen  
 und außerhalb  $R \cdot \sin(\varphi)$  liegen.

Mittelpunkt = ( 12.96,358.86), Radius = 6.69  
 Startpunkt = ( 13.50,352.20), Endpunkt = ( 19.31,356.77)

Lamellengeometrie:

| Nr. | x     | Breite<br>b | dxM  | Gewicht<br>G | Auflast<br>P | Wasseraufl.<br>W | u      | $\varphi$ | c       | $\vartheta$ |
|-----|-------|-------------|------|--------------|--------------|------------------|--------|-----------|---------|-------------|
|     | [m]   | [m]         | [m]  | [kN/m]       | [kN/m]       | [kN/m]           | [kN/m] | [°]       | [kN/m²] | [°]         |
| 1   | 13.79 | 0.58        | 0.83 | 4.0          | 0.0          | 0.0              | 0.0    | 31.34     | 4.35    | 7.16        |
| 2   | 14.37 | 0.58        | 1.41 | 11.6         | 0.0          | 0.0              | 0.0    | 31.34     | 4.35    | 12.21       |
| 3   | 14.95 | 0.58        | 1.99 | 18.6         | 0.0          | 0.0              | 0.0    | 31.34     | 4.35    | 17.36       |
| 4   | 15.53 | 0.58        | 2.58 | 24.9         | 0.0          | 0.0              | 0.0    | 31.34     | 4.35    | 22.66       |
| 5   | 16.11 | 0.58        | 3.16 | 29.8         | 0.0          | 0.0              | 0.0    | 31.34     | 4.35    | 28.17       |
| 6   | 16.69 | 0.58        | 3.74 | 33.6         | 0.0          | 0.0              | 0.0    | 31.34     | 4.35    | 33.98       |
| 7   | 17.27 | 0.58        | 4.32 | 32.7         | 2.6          | 0.0              | 0.0    | 31.34     | 4.35    | 40.22       |
| 8   | 17.85 | 0.58        | 4.90 | 26.3         | 23.2         | 0.0              | 0.0    | 31.34     | 4.35    | 47.10       |
| 9   | 18.44 | 0.58        | 5.48 | 18.1         | 23.2         | 0.0              | 0.0    | 22.07     | 7.83    | 55.02       |
| 10  | 19.02 | 0.58        | 6.06 | 7.6          | 23.2         | 0.0              | 0.0    | 22.07     | 7.83    | 64.99       |

Anteile vertikale Lasten:

| Nr. | $S=G+P+W$ | $E_d=S \cdot \sin \vartheta$ | $(S-u \cdot b) \cdot \tan \varphi + c \cdot b$ | $\cos \vartheta + \mu \cdot \tan \varphi \cdot \sin \vartheta$ | $R_d$  |
|-----|-----------|------------------------------|--|--|--------|
|     | [kN/m]    | [kN/m]                       | [kN/m]   | [-]  | [kN/m] |
| 1   | 4.0       | 0.50                         | 4.98   | 1.066408   | 4.67   |
| 2   | 11.6      | 2.46                         | 9.62   | 1.103284   | 8.72   |
| 3   | 18.6      | 5.56                         | 13.87  | 1.132063   | 12.25  |
| 4   | 24.9      | 9.59                         | 17.69  | 1.152141   | 15.36  |
| 5   | 29.8      | 14.07                        | 20.68  | 1.162583   | 17.79  |
| 6   | 33.6      | 18.80                        | 23.01  | 1.161952   | 19.80  |
| 7   | 35.3      | 22.80                        | 24.02  | 1.147974   | 20.93  |
| 8   | 49.6      | 36.31                        | 32.71  | 1.116798   | 29.29  |
| 9   | 41.3      | 33.85                        | 21.30  | 0.898070   | 23.71  |
| 10  | 30.8      | 27.96                        | 17.05  | 0.782034   | 21.81  |
|     |           | -----                        |  |  | -----  |
|     |           | 171.92                       |  |  | 174.32 |

DC

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 14 |
|                                    | Aushub   | 3  |
|                                    | Lastfall | 1  |

Anteile aus Nägeln:

Schlaffe Nägel  $F_A = F_{Moegl}$

$$M_{rückhaltend} = R * ((\mu * F_A * \sin \alpha * \tan \varphi) / (\cos \vartheta + \mu * \sin \vartheta * \tan \varphi) + F_A * \cos(\vartheta + \alpha))$$

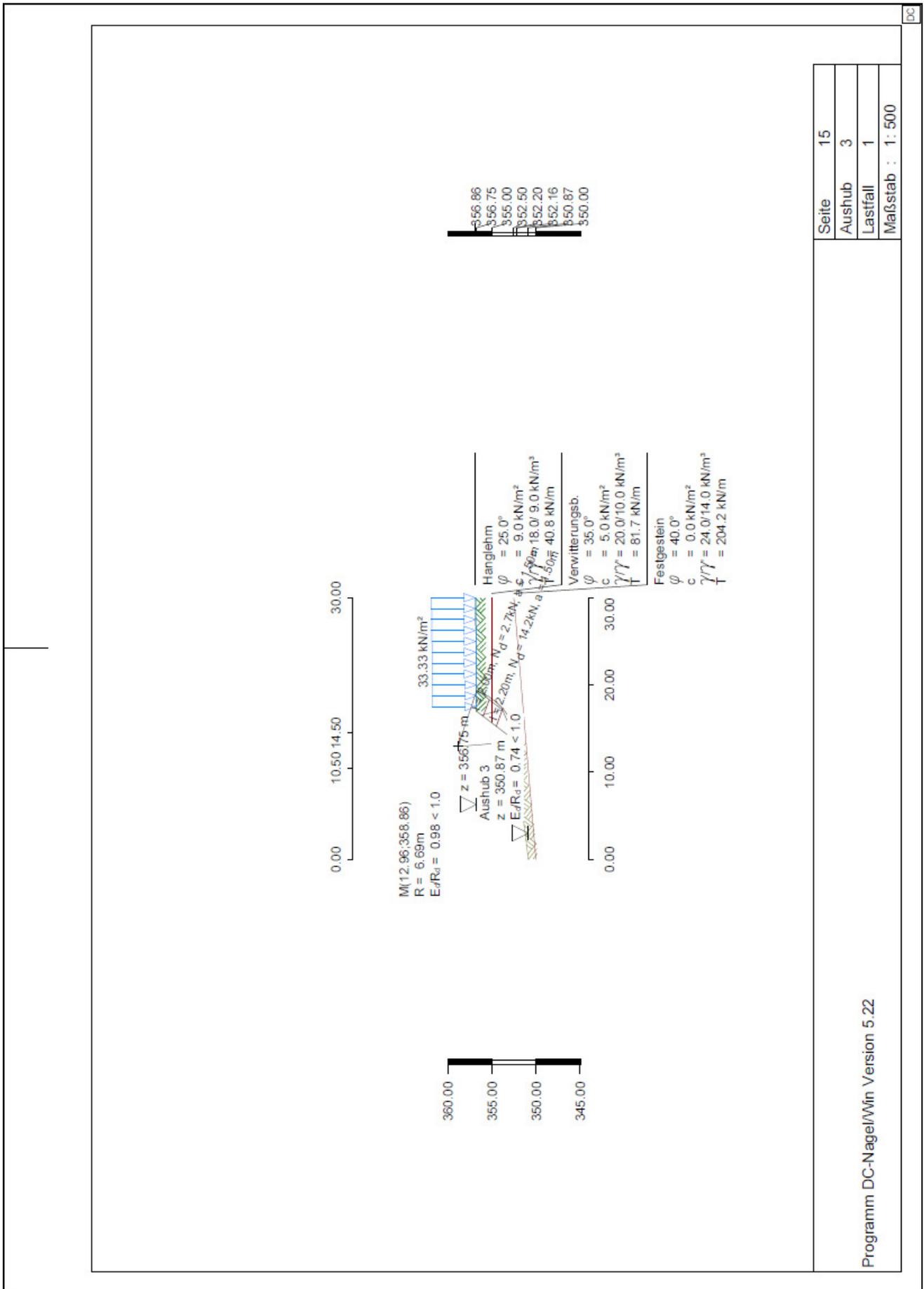
$$M_{abtreibend} = 0$$

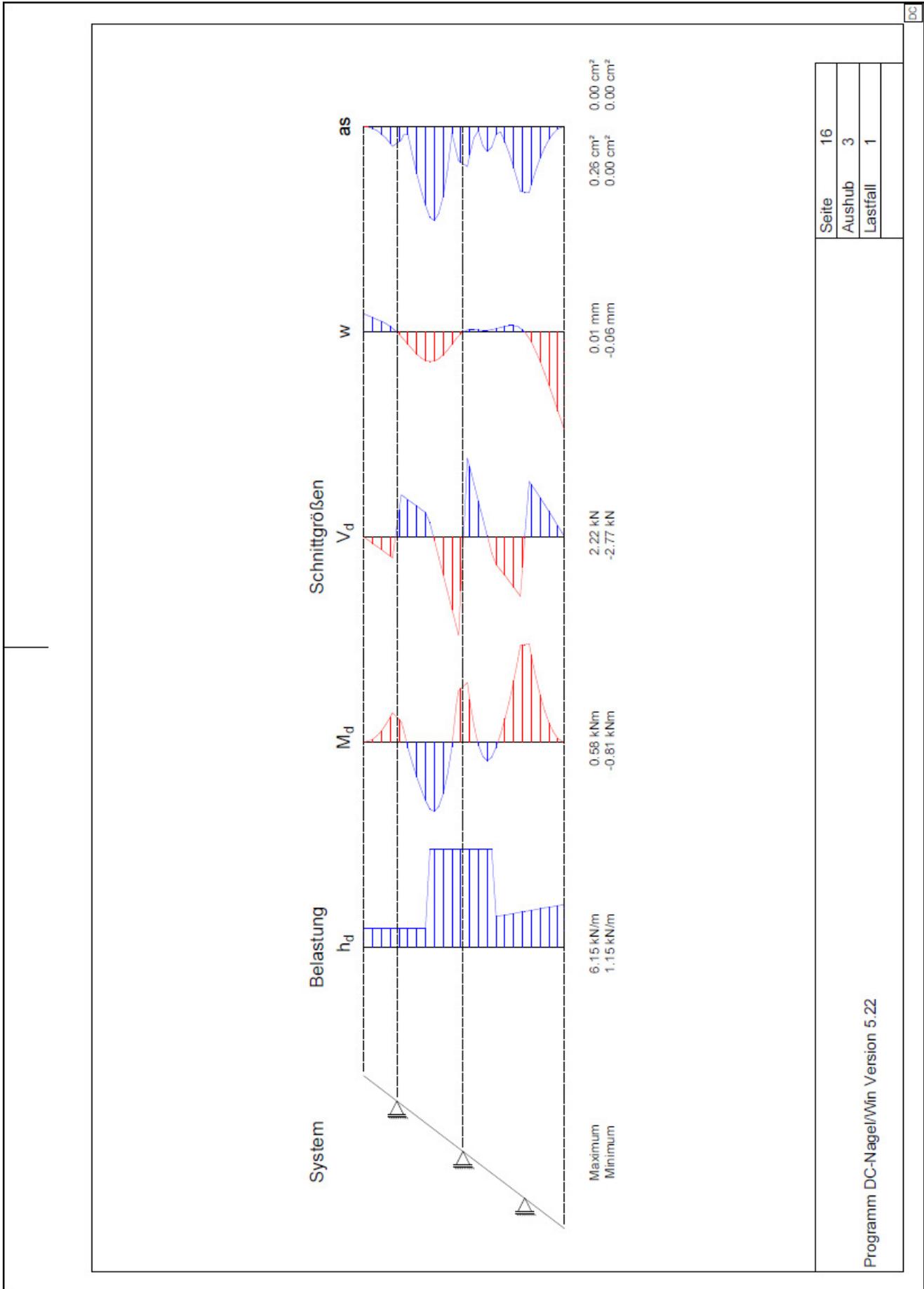
| Nagel                       | $x_s$<br>[m] | $z_s$<br>[m] | $F_{Moegl,k}$<br>[kN/Nagel] | selbst-<br>spannend | $F_{Moegl,d}$<br>[kN/Nagel] | $M_{rückhaltend,d}$<br>[kNm/m] | $M_{abtreibend,d}$<br>[kNm/m] | $F_{Moegl,d} * \mu$<br>[kN/Nagel] |  |
|-----------------------------|--------------|--------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--|
| 2                           | 17.28        | 353.77       | 4.6                         | Ja                  | 3.5                         | 10.6                           | 0.0                           | 3.4                               |  |
| Summe $M_{rückhaltend,d}$ : |              |              |                             |                     |                             | 10.6 kNm/m                     |                               |                                   |  |

Einwirkungen  $E_d = 171.9 * 6.69 = 1149.5$  kNm/m

Widerstände  $R_d = 174.3 * 6.69 + 10.6 = 1176.1$  kNm/m

$\mu = E_d / R_d = 0.98 < 1.0$ : Nachweis erfüllt.





|          |    |
|----------|----|
| Seite    | 16 |
| Aushub   | 3  |
| Lastfall | 1  |

Programm DC-Nagel/Min Version 5.22

bc

|                                     |          |
|-------------------------------------|----------|
| Programme DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite 17 |
|                                     |          |
|                                     |          |

**Übersicht Ausnutzungsgrade  $E_d / R_d$  aller Phasen**

| Phase | Innere Sicherheit | Grundbruch | Geländebruch |
|-------|-------------------|------------|--------------|
| 1: 1  | 0.00              | ---        | ---          |
| 2: 2  | 0.72              | ---        | ---          |
| 3: 3  | 0.74              | 0.06       | 0.98         |

**Zusammenfassung**

Alle geführten Nachweise sind erfüllt.

**Zusammenstellung der maßgebenden erforderl. Nagelkräfte und -längen:**

| Lage | z-Kote<br>[m] | Kraft<br>(Bem.) $N_d$<br>[kN] | Länge<br>[m] | Verpress-<br>länge<br>[m] | erf.<br>Durchm.<br>[mm] | Breite<br>Kopfl.<br>[mm] | Korr.-faktor<br>Schub<br>[%] | Durchstanzen<br>$A_{s,Er}$<br>[cm <sup>2</sup> ] | $A_{s,Er}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|------|---------------|-------------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|--|------------------------------------|
| 1    | 356.00        | 2.7                           | 2.00         | 2.00                      | 2.8                     | 200                      | 100                          | -  | -                                  |
| 2    | 354.50        | 14.2                          | 2.20         | 2.20                      | 6.5                     | 200                      | 100                          | -  | -                                  |
| 3    | 353.10        | 4.5                           | 2.00         | 2.00                      | 3.6                     | 200                      | 100                          | -  | -                                  |
|      | $\Sigma =$    | 21.5                          |              |                           |                         |                          |                              |  |                                    |

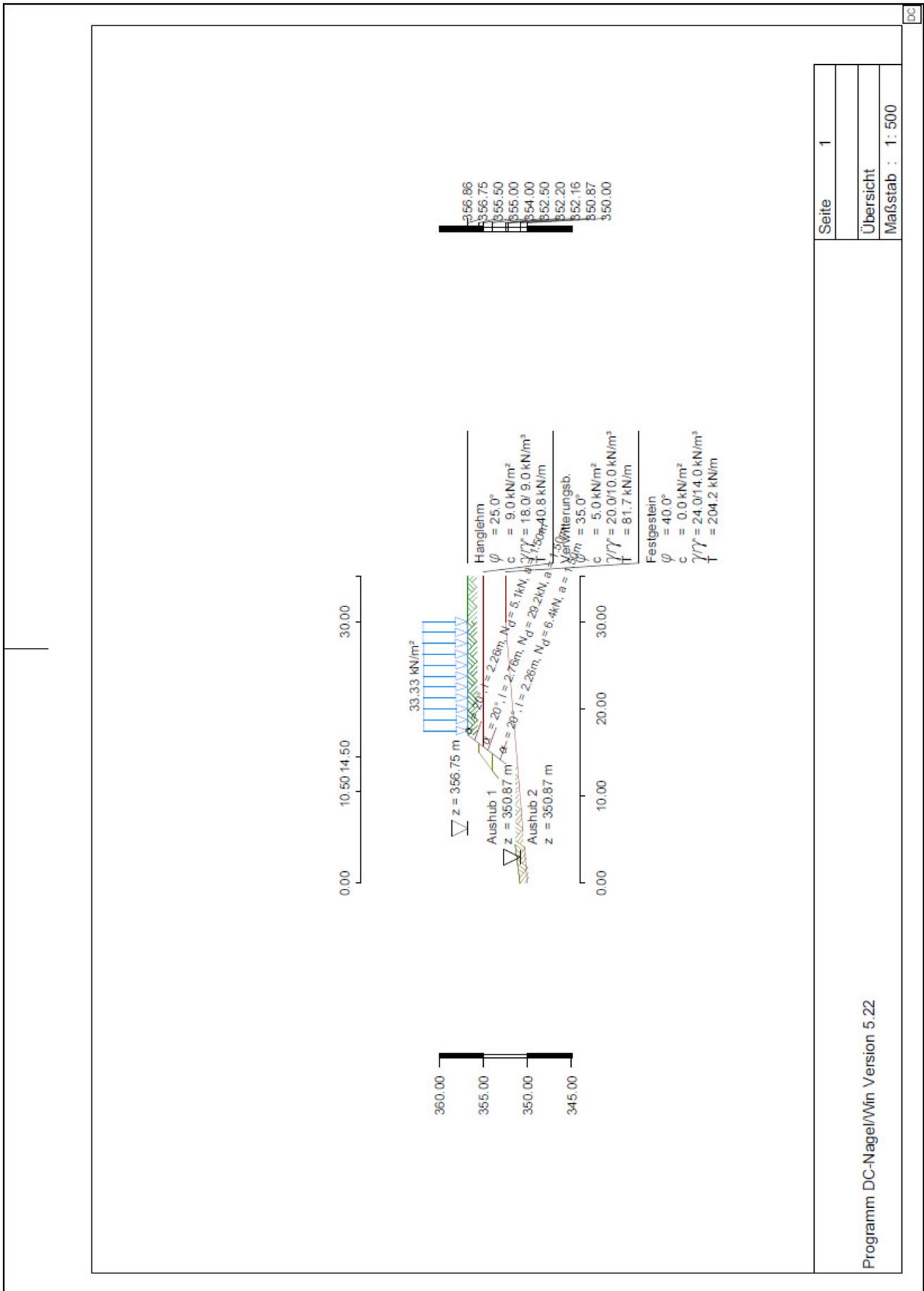
Bezeichnungen im Ausdruck 'Standsicherheitsuntersuchung':

Die Angabe von Kräften [kN/m] bedeutet kN pro 1 m Wand senkr. zur Bildebene.

- $\vartheta_1$  Neigung der flachen Hauptgleitfuge
- $\vartheta_2$  Neigung der steilen Hauptgleitfuge
- $\vartheta_{12}$  Neigung der Zwischengleitfuge (Ersatzwand) ( $=90^\circ + \rho$ )
- $L_{Nag}$  Nagellänge
- R Gesamtlast des Hauptgleitkörpers (Eigengew., Lasten, Wasserdr., Kohäsion)
- $Q_1$  Kraft in der flachen Hauptgleitfuge
- $Q_{12}$  aktive Erddruckkraft auf Zwischengleitfuge
- $Z_{Er}$  erforderl. result. Nagelkraft auf Hauptgleitkörper (Zug=positiv)  
um das Kräftegleichgewicht zu erfüllen
- $Z_{Vom}$  vorhandene (= max. mobilisierbare) Nagelkräfte  
(= Summe der möglichen Ausziehkkräfte von Nagelabschnitten,  
die außerhalb des Gleitmechanismus liegen)
- $E_d/R_d$  Ausnutzungsgrad bzgl. Nagelkräfte  $Z_{Er}$  und  $Z_{Vom}$  bzw. nach Fellenius

Bezeichnungen im Ausdruck 'Nageldaten':

- a Horizontaler Nagelabstand
- $f_{yk}$  Nennfestigkeit Nagelstahl
- $\gamma_M$  Material-Sicherheitsbeiwert Stahl
- $F_{Std}$  Maximal mobilisierbare Ausziehkraft je Nagel aller  
untersuchter Bruchmechanismen im Zuge der Standsicherheitsberechnung.
- $F_{Er}$  Erforderliche Nagelkraft zur Aufnahme von  $Z_{Er}$   
Es werden alle Mechanismen der akt. Phase berücksichtigt.
- $F_{Bem}$  Maximale Kraft je Nagel aus Berechnung der Wandschnittgrößen
- $Dm_{Er}$  Erforderlicher Durchmesser aus der Bedingung  
 $A_s = \text{MAX}(F_{Er}, F_{Bem}) * \gamma_s / f_{yk}$



|           |         |
|-----------|---------|
| Seite     | 1       |
| Übersicht |         |
| Maßstab   | 1 : 500 |

Programm DC-Nagel/Win Version 5.22

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Seite                              | 2 |
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 |   |

Eingabedatei: 3210325\_SchnittJ\_Spritzbetonvernagelung.dbn

**Schichtsystem** mit 3 Schichten

**Erdschichtwerte** (charakteristisch)

- $\varphi$  Winkel der inneren Reibung
- $\delta$  Wandreibungswinkel  
(der Erddruck wirkt in Richtung der Nägel,  $\delta$  siehe Erddruck-Tabelle)
- c Kohäsion
- $c_u$  Kohäsion undränirt
- $\gamma$  Wichte
- $\gamma_w$  Wichte unter Auftrieb
- $\delta_{EW}$  Wandreibungswinkel auf die Ersatzwand durch die Nagelenden (Zwischengleitfuge)
- $T_{Nagel}$  mobilisierbare Haftreibung eines Nagels im Boden
- $\psi_A$  Maximaler Winkel zw. Gleit- und Nagelrichtung zur Prüfung, ob ein Nagel im Geländebruchnachweis selbstspannend ist (DIN 4084:2009, 7.2.3.4 und Bild 2)
- $T_{go}$  mobilisierbare Mantelreibung Verpresskörper im Boden
- $Dm_{go}$  Durchmesser des Verpresskörpers ( $T_{Nagel} = T_{go} \cdot Dm_{go} \cdot \pi$ )

| Num. | Bezeichnung   | $\varphi$<br>[°] | $\delta$<br>[°] | c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $c_u$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma_w$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\delta_{EW}$<br>[°] | $T_{Nagel}$<br>[kN/m] | $\psi_A$<br>[°] | $T_{go}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $Dm_{go}$<br>[mm] |
|------|---------------|------------------|-----------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------|----------------------------------|-------------------|
| 1    | Hanglehm      | 25.0             | --              | 9.0                       | --                            | 18.0                             | 9.0                                | 16.7                 | 40.8                  | 90.0            | 100                              | 130               |
| 2    | Verwitterungs | 35.0             | --              | 5.0                       | --                            | 20.0                             | 10.0                               | 23.3                 | 81.7                  | 90.0            | 200                              | 130               |
| 3    | Festgestein   | 40.0             | --              | 0.0                       | --                            | 24.0                             | 14.0                               | 26.7                 | 204.2                 | 90.0            | 500                              | 130               |

**Geländeverlauf:**

| x     | z      |
|-------|--------|
| [m]   | [m]    |
| 17.00 | 356.75 |
| 30.00 | 356.86 |

**Verlauf Unterkante der 1. Schicht Hanglehm:**

| x     | z      |
|-------|--------|
| [m]   | [m]    |
| 0.00  | 350.87 |
| 10.50 | 352.16 |
| 14.50 | 355.00 |

**Verlauf Unterkante der 2. Schicht Verwitterungsb.:**

| x     | z      |
|-------|--------|
| [m]   | [m]    |
| 0.00  | 350.00 |
| 30.00 | 352.50 |

**Streifenlasten:**

| $x_A$<br>[m] | $z_A$<br>[m] | $x_E$<br>[m] | $z_E$<br>[m] | $p_x$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $p_z$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Art     | Lastfall | $\gamma_{NM-V.2}$ | $\gamma_{NM-V.3}$ | $\psi$ |
|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|---------|----------|-------------------|-------------------|--------|
| 17.50        | 356.75       | 30.00        | 356.86       | 0.00                          | 33.33                         | Verkehr | 1        | 1.500             | 1.300             | 1.00   |

| Lastfall | Typ  |
|----------|------|
| 1        | BS-P |

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Seite                              | 3 |
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 |   |

**Nageltabelle:**

| Lage | z-Kote<br>[m] | Neigung<br>[°] | Min-<br>länge<br>[m] | Verpress-<br>länge<br>[m] | Horiz.<br>Abstand<br>[m] | Breite<br>Kopfl.<br>[mm] | Rechenfestigk.<br>Stahl<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Vorspann-<br>kraft<br>[kN] |
|------|---------------|----------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---|----------------------------|
| 1    | 356.00        | 20.00          | 2.00                 | 2.00                      | 1.50                     | 200                      | 500   | -                          |
| 2    | 354.50        | 20.00          | 2.00                 | 2.00                      | 1.50                     | 200                      | 500   | -                          |
| 3    | 353.10        | 20.00          | 2.00                 | 2.00                      | 1.50                     | 200                      | 500   | -                          |

**Aushubtabelle:**

| Phase | Schnitt Sohle-Wand |          | wirksame Nägel |
|-------|--------------------|----------|----------------|
|       | x<br>[m]           | z<br>[m] |                |
| 1: 1  | 16.04              | 355.50   |                |
| 2: 2  | 14.88              | 354.00   | 1              |
| 3: 3  | 13.50              | 352.20   | 1, 2           |

**Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2010****Teilsicherheitsbeiwerte Innere Standsicherheit (GEO):**

Berechnung mit Nachweisverfahren 3

Kombination 1 mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

| $\gamma$ - | G,dst | G,stb | Q,dst | Q,stb | $\varphi$ | c     | cu    | $\gamma$ | Ep    | a     |
|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|----------|-------|-------|
| BS-P       | 1.000 | 1.000 | 1.300 | 0.000 | 1.250     | 1.250 | 1.250 | 1.000    | 1.000 | 1.400 |
| BS-T       | 1.000 | 1.000 | 1.200 | 0.000 | 1.150     | 1.150 | 1.150 | 1.000    | 1.000 | 1.300 |
| BS-A       | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.000 | 1.100     | 1.100 | 1.100 | 1.000    | 1.000 | 1.200 |
| BS-T/A     | 1.000 | 1.000 | 1.100 | 0.000 | 1.125     | 1.125 | 1.125 | 1.000    | 1.000 | 1.250 |

**Teilsicherheitsbeiwerte Schnittgrößen (STR):**

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination 1 mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

| $\gamma$ - | G,dst | G,stb | Q,dst | Q,stb | $\varphi$ | c     | cu    | $\gamma$ | Ep    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|----------|-------|
| BS-P       | 1.350 | 1.000 | 1.500 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.400 |
| BS-T       | 1.200 | 1.000 | 1.300 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.300 |
| BS-A       | 1.100 | 1.000 | 1.100 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.200 |
| BS-T/A     | 1.150 | 1.000 | 1.200 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.250 |

**Teilsicherheitsbeiwerte Grundbruchsicherheit (GEO):**

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination 1 mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

| $\gamma$ - | G,dst | G,stb | Q,dst | Q,stb | $\varphi$ | c     | cu    | $\gamma$ | Ep    | R <sub>v</sub> |
|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|----------|-------|----------------|
| BS-P       | 1.350 | 1.000 | 1.500 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.400 | 1.400          |
| BS-T       | 1.200 | 1.000 | 1.300 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.300 | 1.300          |
| BS-A       | 1.100 | 1.000 | 1.100 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.200 | 1.200          |
| BS-T/A     | 1.150 | 1.000 | 1.200 | 0.000 | 1.000     | 1.000 | 1.000 | 1.000    | 1.250 | 1.250          |

**Teilsicherheitsbeiwerte Geländebruch (GEO):**

Berechnung mit Nachweisverfahren 3

Kombination 1 mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

| $\gamma$ - | G,dst | G,stb | Q,dst | Q,stb | $\varphi$ | c     | cu    | $\gamma$ | Ep    | a     | bt    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|
| BS-P       | 1.000 | 1.000 | 1.300 | 0.000 | 1.250     | 1.250 | 1.250 | 1.000    | 1.000 | 1.400 | 1.400 |
| BS-T       | 1.000 | 1.000 | 1.200 | 0.000 | 1.150     | 1.150 | 1.150 | 1.000    | 1.000 | 1.300 | 1.300 |
| BS-A       | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.000 | 1.100     | 1.100 | 1.100 | 1.000    | 1.000 | 1.200 | 1.200 |
| BS-T/A     | 1.000 | 1.000 | 1.100 | 0.000 | 1.125     | 1.125 | 1.125 | 1.000    | 1.000 | 1.250 | 1.250 |

|                                    |          |   |
|------------------------------------|----------|---|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 4 |
|                                    | Aushub   | 1 |
|                                    | Lastfall | 1 |

- $\gamma$ - Teilsicherheitsbeiwert für...
- G,dst Ungünstige ständige Einwirkungen
- G,stab Günstige ständige Einwirkungen
- Q,dst Ungünstige veränderliche Einwirkungen
- Q,stab Günstige veränderliche Einwirkungen
- $\varphi$  Reibungsbeiwert  $\tan(\varphi)$
- c Kohäsion c
- cu Kohäsion undränert cu
- $\gamma$  Wichte
- $E_p$  Erdwiderstand
- R,v Grundbruchwiderstand
- bt Bauteilwiderstand (Schnitt Gleitkreis - Wand)
- a Herausziehbeiwert Nägel

**Berechnung Lastfall 1 (Typ BS-P)**

**Aushub Nr. 1 Name: 1 Lastfall: 1**

**Innere Standsicherheit**

**Standsicherheitsuntersuchung (Aushub 1):**

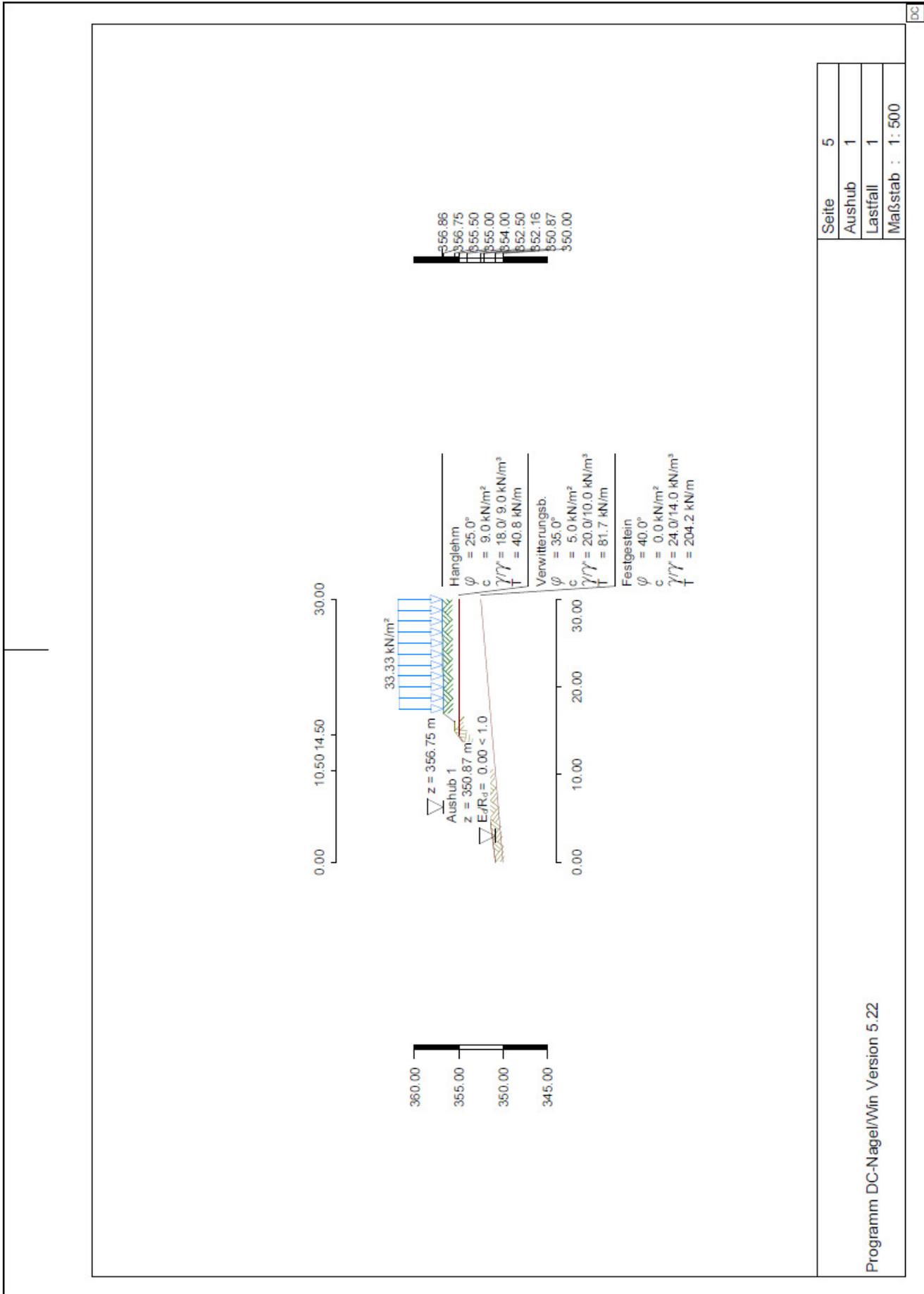
Berechnungen entsprechend NW-V. 3.  
 Berechnungsergebnisse sind Bemessungswerte pro m Wand.  
 Unterster Nagel über Aushubkote ist nicht eingebaut.  
 Automatische Ermittlung der Nagellängen:  
 Nägel unter und mit dem aktuellen werden (falls nötig) verlängert.  
 Neigung der Ersatzwand durch die Nagelenden wird automatisch ermittelt.  
 Schnittpunkt Aushubsohle-Wand  $x= 16.04$   $z= 355.50$

Ergebnisse eines einfachen Erddruckkeiles:

| $\vartheta$ | R      | Q      | $ZH_{er}=E_{an}$ | $ZH_{vom}$ | $E_d/R_d$ |
|-------------|--------|--------|------------------|------------|-----------|
| [°]         | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m]           | [kN/m]     | [-]       |
| 57.5        | 0.00   | 0.00   | 0.00             | 0.00       | 0.00      |

**Maßgebende Bruchfigur in diesem Aushub: Einfacher Erddruckkeil:**

| $\vartheta$ | R      | Q      | $ZH_{er}=E_{an}$ | $ZH_{vom}$ | $E_d/R_d$ |
|-------------|--------|--------|------------------|------------|-----------|
| [°]         | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m]           | [kN/m]     | [-]       |
| 57.5        | 0.00   | 0.00   | 0.00             | 0.00       | 0.00      |



|                                    |          |   |
|------------------------------------|----------|---|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 6 |
|                                    | Aushub   | 2 |
|                                    | Lastfall | 1 |
|                                    |          |   |

**Aushub Nr. 2 Name: 2 Lastfall: 1**

**Innere Standsicherheit**

**Standsicherheitsuntersuchung (Aushub 2):**

Berechnungen entsprechend NW-V. 3.  
 Berechnungsergebnisse sind Bemessungswerte pro m Wand.  
 Unterster Nagel über Aushubkote ist nicht eingebaut.  
 Automatische Ermittlung der Nagellängen:  
 Nägel unter und mit dem aktuellen werden (falls nötig) verlängert.  
 Neigung der Ersatzwand durch die Nagelenden wird automatisch ermittelt.  
 Schnittpunkt Aushubsohle-Wand  $x= 14.88$   $z= 354.00$

Mechanismen mit dem Schnittpunkt der Gleitlinien bei den Nagelenden:

| $\vartheta_1$<br>[°] | $\vartheta_2$<br>[°] | $\vartheta_{12}$<br>[°] | $L_{Nag}$<br>[m] | R<br>[kN/m] | $Q_1$<br>[kN/m] | $Q_{12}$<br>[kN/m] | $Z_{ErF}$<br>[kN/m] | $Z_{Vom}$<br>[kN/m] | $E_d/R_d$<br>[-] |
|----------------------|----------------------|-------------------------|------------------|-------------|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------|------------------|
| 21.1                 | 49.2                 | 90.0                    | 2.0              | 73.9        | 72.9            | 15.7               | -9.5                | 0.1                 | 0.85*            |

Mechanismen mit dem Schnittpunkt der Gleitlinien innerhalb der Vernagelung:

|      |      |      |   |      |      |      |      |      |       |
|------|------|------|---|------|------|------|------|------|-------|
| 33.3 | 47.0 | 82.5 | - | 28.4 | 29.1 | 10.2 | 0.1  | 18.9 | 0.00  |
| 33.3 | 46.8 | 75.0 | - | 27.1 | 29.9 | 11.8 | 1.1  | 18.9 | 0.06  |
| 33.3 | 49.9 | 67.5 | - | 25.7 | 30.9 | 13.5 | 1.8  | 18.9 | 0.09  |
| 30.7 | 48.6 | 75.0 | - | 34.1 | 39.3 | 15.0 | 2.6  | 15.5 | 0.17  |
| 30.7 | 49.9 | 67.5 | - | 32.4 | 40.7 | 17.1 | 3.4  | 15.5 | 0.22  |
| 26.0 | 48.7 | 75.0 | - | 50.8 | 56.5 | 17.2 | -0.6 | 8.6  | 0.86* |
| 25.0 | 49.0 | 82.5 | - | 67.4 | 70.3 | 15.7 | -3.0 | 6.9  | 0.86* |
| 25.0 | 48.7 | 75.0 | - | 57.8 | 63.6 | 17.7 | -1.8 | 6.9  | 0.87* |
| 25.0 | 49.9 | 67.5 | - | 50.7 | 59.9 | 20.2 | -0.9 | 6.9  | 0.88* |
| 23.9 | 49.9 | 67.5 | - | 54.5 | 63.9 | 20.8 | -2.2 | 5.2  | 0.88* |
| 22.9 | 49.9 | 67.5 | - | 61.2 | 70.7 | 21.5 | -3.7 | 3.5  | 0.89* |
| 22.0 | 49.9 | 67.5 | - | 62.3 | 71.9 | 22.1 | -4.9 | 1.8  | 0.89* |
| 21.1 | 49.9 | 67.5 | - | 66.3 | 76.0 | 22.8 | -6.5 | 0.1  | 0.89* |
| 21.1 | 48.5 | 69.0 | - | 66.9 | 75.7 | 22.2 | -6.6 | 0.1  | 0.89* |
| 21.1 | 50.4 | 67.0 | - | 66.1 | 76.0 | 23.0 | -6.5 | 0.1  | 0.89* |
| 21.1 | 52.5 | 65.0 | - | 65.4 | 76.2 | 23.5 | -6.6 | 0.1  | 0.89* |

Ergebnisse eines einfachen Erddruckkeiles:

| $\vartheta$<br>[°] | R<br>[kN/m] | Q<br>[kN/m] | $ZH_{ErF}=E_{an}$<br>[kN/m] | $ZH_{Vom}$<br>[kN/m] | $E_d/R_d$<br>[-] |
|--------------------|-------------|-------------|-----------------------------|----------------------|------------------|
| 34.7               | 82.79       | 82.76       | 2.44                        | 19.37                | 0.13             |

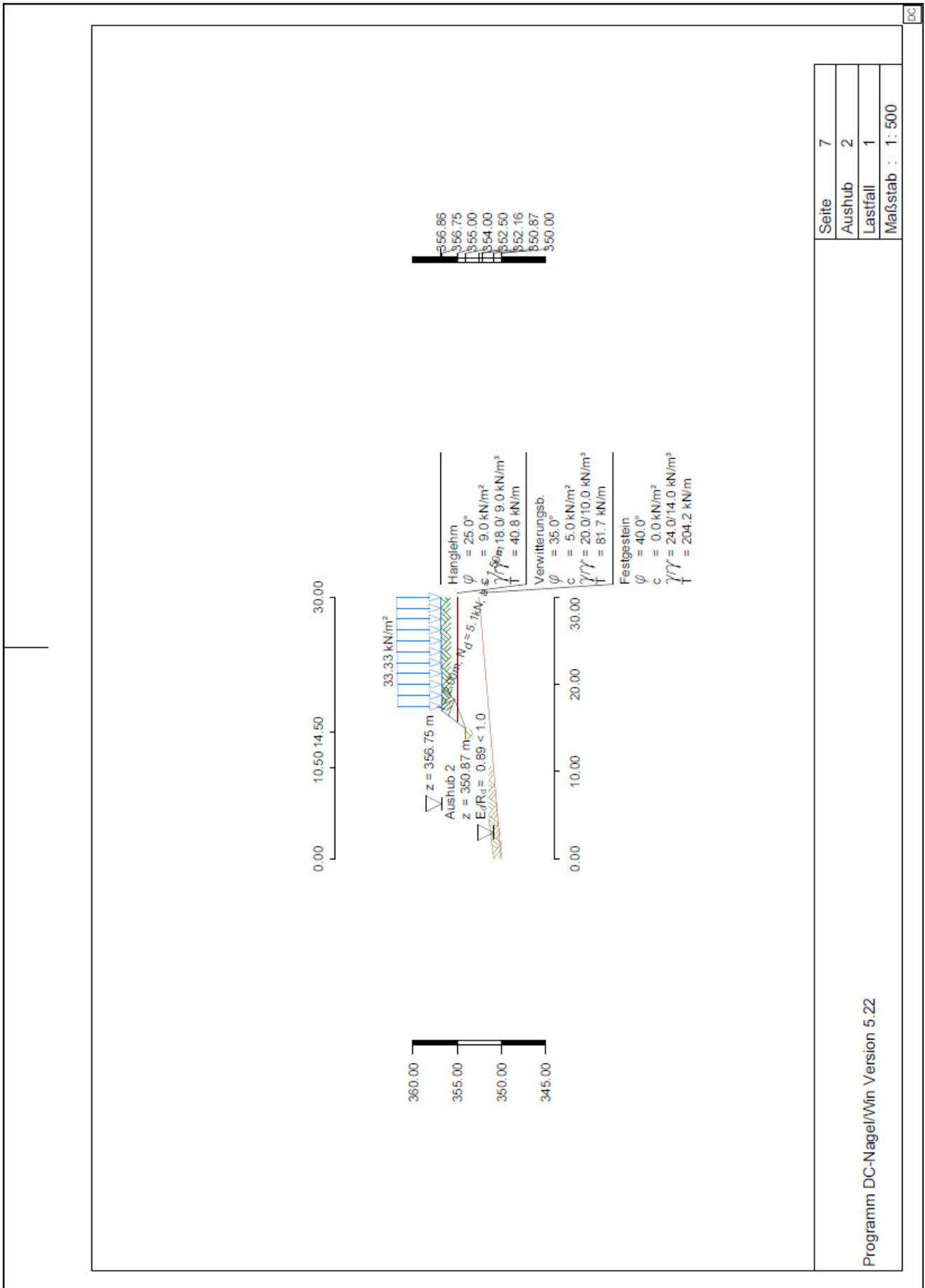
**Maßgebende Bruchfigur in diesem Aushub:**

flache Hauptgleitlinie von  $x= 14.88$   $z=354.00$  bis  $x= 18.30$   $z=355.32$   
 $\vartheta_1= 21.1^\circ$   $\vartheta_2= 52.5^\circ$   $\vartheta_{12}= 65.0^\circ$   $Z_{ErF}=-6.56$  [kN/m]  $Z_{Vom}=0.07$  [kN/m]  $E_d/R_d= 0.89^*$

\*\*\* Hinweis: Die mit "\*" gekennzeichneten Ausnutzungsgrade wurden entsprechend der Felleniusregel ( $\varphi$ -c-Reduktion) bestimmt.

**Nageldaten (Aushub 2) (Bemessungswerte):**

| x-Kopf<br>[m] | z-Kopf<br>[m] | Neig.<br>[°] | Länge<br>[m] | a<br>[m] | $F_{Std}$<br>[kN] | $F_{ErF}$<br>[kN] |
|---------------|---------------|--------------|--------------|----------|-------------------|-------------------|
| 16.42         | 356.00        | 20.0         | 2.00         | 1.50     | 30.9              | 5.1               |



|                                    |          |   |
|------------------------------------|----------|---|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 8 |
|                                    | Aushub   | 3 |
|                                    | Lastfall | 1 |
|                                    |          |   |

**Aushub Nr. 3 Name: 3 Lastfall: 1**

**Innere Standsicherheit**

**Standsicherheitsuntersuchung (Aushub 3):**

Berechnungen entsprechend NW-V. 3.  
 Berechnungsergebnisse sind Bemessungswerte pro m Wand.  
 Unterster Nagel über Aushubkote ist nicht eingebaut.  
 Automatische Ermittlung der Nagellängen:  
 Nägel unter und mit dem aktuellen werden (falls nötig) verlängert.  
 Neigung der Ersatzwand durch die Nagelenden wird automatisch ermittelt.  
 Schnittpunkt Aushubsohle-Wand x= 13.50 z= 352.20

Mechanismen mit dem Schnittpunkt der Gleitlinien bei den Nagelenden:

| $\vartheta_1$<br>[°] | $\vartheta_2$<br>[°] | $\vartheta_{12}$<br>[°] | $L_{Nag}$<br>[m] | R<br>[kN/m] | $Q_1$<br>[kN/m] | $Q_{12}$<br>[kN/m] | $Z_{Er}$<br>[kN/m] | $Z_{vom}$<br>[kN/m] | $E_d/R_d$<br>[-] |
|----------------------|----------------------|-------------------------|------------------|-------------|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------------|
| 33.0                 | 49.2                 | 90.0                    | 2.0              | 144.3       | 149.3           | 15.7               | 6.7                | 30.8                | 0.22             |
| 23.9                 | 47.4                 | 115.0                   | 2.0              | 142.2       | 136.3           | 23.3               | -4.7               | 0.1                 | 0.96*            |

Mechanismen mit dem Schnittpunkt der Gleitlinien innerhalb der Vernagelung:

|      |      |      |   |       |       |      |      |      |        |
|------|------|------|---|-------|-------|------|------|------|--------|
| 35.1 | 49.1 | 90.0 | - | 116.3 | 121.8 | 14.4 | 9.0  | 41.7 | 0.21   |
| 35.1 | 49.0 | 82.5 | - | 106.5 | 114.5 | 16.2 | 9.2  | 41.7 | 0.22   |
| 35.1 | 48.7 | 75.0 | - | 96.5  | 107.2 | 18.4 | 9.3  | 41.7 | 0.22   |
| 34.9 | 49.1 | 90.0 | - | 118.8 | 124.3 | 14.5 | 8.8  | 40.7 | 0.22   |
| 34.9 | 49.0 | 82.5 | - | 109.0 | 116.9 | 16.4 | 9.2  | 40.7 | 0.22   |
| 34.9 | 48.7 | 75.0 | - | 98.9  | 109.6 | 18.5 | 9.3  | 40.7 | 0.23   |
| 34.7 | 48.8 | 75.0 | - | 101.3 | 112.0 | 18.7 | 9.2  | 39.7 | 0.23   |
| 34.5 | 48.8 | 75.0 | - | 103.6 | 114.5 | 18.8 | 9.1  | 38.7 | 0.24   |
| 34.1 | 49.9 | 67.5 | - | 97.3  | 111.6 | 21.8 | 9.0  | 36.8 | 0.24   |
| 33.9 | 49.9 | 67.5 | - | 99.6  | 114.0 | 21.9 | 8.9  | 35.8 | 0.25   |
| 34.2 | 43.2 | 90.0 | - | 42.9  | 50.4  | 19.0 | 12.1 | 44.7 | 0.27   |
| 34.2 | 44.6 | 82.5 | - | 39.8  | 51.4  | 22.0 | 14.3 | 45.8 | 0.31   |
| 33.1 | 44.6 | 82.5 | - | 44.1  | 57.3  | 24.5 | 15.8 | 41.1 | 0.39   |
| 31.0 | 45.5 | 90.0 | - | 57.9  | 68.4  | 25.7 | 15.7 | 32.4 | 0.48   |
| 31.0 | 45.5 | 82.5 | - | 53.3  | 69.2  | 29.4 | 18.3 | 32.4 | 0.56   |
| 30.0 | 47.1 | 82.5 | - | 58.1  | 75.0  | 31.4 | 18.7 | 29.0 | 0.65   |
| 29.1 | 47.7 | 82.5 | - | 63.0  | 81.0  | 33.4 | 19.0 | 24.7 | 0.77   |
| 28.2 | 48.2 | 82.5 | - | 68.1  | 87.1  | 35.4 | 19.1 | 20.5 | 0.93   |
| 27.3 | 48.6 | 90.0 | - | 80.4  | 93.4  | 32.5 | 15.6 | 16.1 | 0.97   |
| 27.3 | 48.8 | 82.5 | - | 73.4  | 93.3  | 37.5 | 19.0 | 16.2 | 1.17   |
| 26.4 | 49.1 | 90.0 | - | 86.5  | 100.0 | 34.2 | 15.1 | 11.8 | 1.28   |
| 26.4 | 49.3 | 82.5 | - | 78.7  | 99.6  | 39.5 | 18.8 | 12.0 | 1.57   |
| 25.5 | 49.5 | 90.0 | - | 92.7  | 106.7 | 35.9 | 14.4 | 7.4  | 1.93   |
| 25.5 | 49.8 | 82.5 | - | 84.3  | 106.0 | 41.6 | 18.5 | 7.7  | 2.40   |
| 24.7 | 50.0 | 90.0 | - | 99.1  | 113.5 | 37.5 | 13.6 | 3.2  | 4.20   |
| 24.7 | 50.4 | 82.5 | - | 90.0  | 112.6 | 43.7 | 17.9 | 3.4  | 5.31   |
| 23.9 | 50.4 | 90.0 | - | 105.5 | 120.3 | 39.3 | 12.6 | 0.1  | 98.27  |
| 23.9 | 50.8 | 82.5 | - | 95.8  | 119.3 | 45.7 | 17.2 | 0.1  | 134.59 |
| 23.9 | 50.9 | 80.8 | - | 93.8  | 119.4 | 47.1 | 18.0 | 0.1  | 140.51 |
| 23.9 | 50.9 | 78.6 | - | 91.5  | 119.8 | 48.9 | 18.8 | 0.1  | 146.91 |
| 23.9 | 51.1 | 76.4 | - | 89.4  | 120.3 | 50.7 | 19.5 | 0.1  | 152.11 |

\*\*\* Hinweis: Nägel 2 bis 2 wurden um 0.50 m verlängert, um geforderte Sicherheit einzuhalten.

|      |      |      |   |      |       |      |      |      |      |
|------|------|------|---|------|-------|------|------|------|------|
| 23.9 | 51.1 | 76.4 | - | 89.4 | 120.3 | 50.7 | 19.5 | 19.6 | 1.00 |
|------|------|------|---|------|-------|------|------|------|------|

Ergebnisse eines einfachen Erddruckkeiles:

| $\vartheta$<br>[°] | R<br>[kN/m] | Q<br>[kN/m] | $ZH_{Er}=E_{an}$<br>[kN/m] | $ZH_{vom}$<br>[kN/m] | $E_d/R_d$<br>[-] |
|--------------------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------|------------------|
| 35.3               | 132.70      | 131.84      | 18.75                      | 58.30                | 0.32             |

|                                    |          |   |
|------------------------------------|----------|---|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 9 |
|                                    | Aushub   | 3 |
|                                    | Lastfall | 1 |

**Maßgebende Bruchfigur in diesem Aushub:**

flache Hauptgleitlinie von x= 13.50 z=352.20 bis x= 17.15 z=353.82  
 $\vartheta_1 = 23.9^\circ$   $\vartheta_2 = 51.1^\circ$   $\vartheta_{12} = 76.4^\circ$   $Z_{err} = 19.49$  [kN/m]  $Z_{vorn} = 19.58$  [kN/m]  $E_d/R_d = 1.00$

\*\*\* Hinweis: Die mit "\*" gekennzeichneten Ausnutzungsgrade wurden entsprechend der Felleniusregel ( $\varphi$ -c-Reduktion) bestimmt.

**Wand, Zustandsgrößen (Bemessungswerte)**

Schnittgrößen (Bemessungswerte) entsprechend NW-V. 2.  
 Verformung w entsprechend GZG (charakteristisch)  
 Bemessung nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Dicke Betonquerschnitt h = 15.0 [cm]  
 Randachsabstand Bewehrung Luftseite  $d_{luft} = 10.0$  [cm]  
 Randachsabstand Bewehrung Erdseite  $d_{erde} = 5.0$  [cm]  
 E-Modul Beton E = 31000 [MN/m<sup>2</sup>]  
 Biegesteifigkeit EI = 8719 [kN\*m<sup>2</sup>]  
 Betongüte: C25/30, Nennfestigkeit Beton  $f_{ck} = 25.0$  [MN/m<sup>2</sup>]  
 Nennfestigkeit Bewehrung  $f_{yk} = 500.0$  [MN/m<sup>2</sup>]  
 Biegebewehrung zur Bestimmung des Längsbewehrungsgrades  $\mu$   
 für den Durchstanznachweis  $As \mu = MAX(as_1, as_2)$  aus Wandberechnung

- \*\*\* Die Berechnung der Erddruckkräfte  $E_{an}$  erfolgt aus der Optimierung von Theta unter Berücksichtigung aller Lasten (g+p) des akt. Lastfalles.
- \*\*\* Der Erddruckverlauf  $e_{an}$  entspricht der abschnittsweise const. Ableitung der  $E_{an}$ -Werte nach z.
- \*\*\* Kohäsion wird bei der Erddruckberechnung berücksichtigt.
- \*\*\* Mindesterdruddruck wurde berücksichtigt (Ersatzreibungswinkel  $\varphi = 40.0^\circ$ ).
- \*\*\* Der Erddruck wirkt in Richtung der Nägel (Wandreibungswinkel  $\delta = 17.6^\circ$ )
- \*\*\* Erddruck wird nicht umgelagert.
- \*\*\* Erddruck  $e_{an}$  aus ständigen Lasten wird zu 85.00 % angesetzt.

**Erddruck je lfm Wandbreite (Bemessungswerte):**

| Wandverlauf |        | Wanddicke | Bew.-abstände |            | Gleitwinkel | Erddruck |          |
|-------------|--------|-----------|---------------|------------|-------------|----------|----------|
| x           | z      | h         | $d_{luft}$    | $d_{erde}$ | $\vartheta$ | $E_{an}$ | $e_{an}$ |
| [m]         | [m]    | [cm]      | [cm]          | [cm]       | [°]         | [kN]     | [kN/m]   |
| 17.00       | 356.75 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 0.00        | 0.0      | 1.08     |
| 16.92       | 356.65 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.05       | 0.0      | 1.08     |
| 16.85       | 356.55 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.05       | 0.0      | 1.08     |
| 16.77       | 356.45 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.05       | 0.0      | 1.08     |
| 16.69       | 356.35 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.05       | 0.0      | 1.08     |
| 16.62       | 356.25 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.05       | 0.1      | 1.08     |
| 16.54       | 356.15 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.05       | 0.1      | 1.08     |
| 16.46       | 356.05 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.05       | 0.1      | 1.08     |
| 16.42       | 356.00 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.05       | 0.1      | 1.08     |
| 16.38       | 355.95 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.05       | 0.2      | 1.08     |
| 16.31       | 355.85 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.05       | 0.2      | 1.08     |
| 16.23       | 355.75 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.05       | 0.3      | 1.08     |
| 16.15       | 355.65 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.05       | 0.3      | 1.08     |
| 16.08       | 355.55 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.05       | 0.4      | 1.08     |
| 16.00       | 355.45 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.05       | 0.4      | 1.08     |
| 15.92       | 355.35 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.05       | 0.5      | 1.08     |
| 15.85       | 355.25 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.05       | 0.6      | 12.63    |
| 15.77       | 355.15 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.05       | 0.7      | 12.63    |
| 15.69       | 355.05 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.05       | 0.8      | 12.63    |
| 15.62       | 354.95 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.05       | 0.8      | 12.63    |
| 15.54       | 354.85 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 46.05       | 0.9      | 12.63    |
| 15.46       | 354.75 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 43.36       | 1.1      | 12.63    |
| 15.38       | 354.65 | 15.0      | 10.0          | 5.0        | 43.52       | 1.3      | 12.63    |

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 10 |
|                                    | Aushub   | 3  |
|                                    | Lastfall | 1  |
|                                    |          |    |

| Wandverlauf |        | Wanddicke | Bew.-abstände    |                   | Gleitwinkel | Erddruck        |                 |
|-------------|--------|-----------|------------------|-------------------|-------------|-----------------|-----------------|
| x           | z      | h         | d <sub>luf</sub> | d <sub>erde</sub> | ψ           | E <sub>an</sub> | e <sub>an</sub> |
| [m]         | [m]    | [cm]      | [cm]             | [cm]              | [°]         | [kN]            | [kN/m]          |
| 15.31       | 354.55 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 43.67       | 1.5             | 12.63           |
| 15.27       | 354.50 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 43.73       | 1.6             | 12.63           |
| 15.23       | 354.45 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 43.80       | 1.7             | 12.63           |
| 15.15       | 354.35 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 43.92       | 1.9             | 12.63           |
| 15.08       | 354.25 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.03       | 2.1             | 12.63           |
| 15.00       | 354.15 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.13       | 2.3             | 12.63           |
| 14.92       | 354.05 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.23       | 2.5             | 12.63           |
| 14.85       | 353.95 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.32       | 2.8             | 12.63           |
| 14.77       | 353.85 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.40       | 3.0             | 12.63           |
| 14.69       | 353.75 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.47       | 3.3             | 2.16            |
| 14.62       | 353.65 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.54       | 3.5             | 2.22            |
| 14.54       | 353.55 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.61       | 3.8             | 2.28            |
| 14.46       | 353.45 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.67       | 4.0             | 2.33            |
| 14.38       | 353.35 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.73       | 4.3             | 2.39            |
| 14.31       | 353.25 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.78       | 4.6             | 2.45            |
| 14.23       | 353.15 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.84       | 4.9             | 2.50            |
| 14.19       | 353.10 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.86       | 5.0             | 2.53            |
| 14.15       | 353.05 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.88       | 5.2             | 2.56            |
| 14.08       | 352.95 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.93       | 5.5             | 2.61            |
| 14.00       | 352.85 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 44.97       | 5.8             | 2.67            |
| 13.92       | 352.75 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 45.01       | 6.1             | 2.72            |
| 13.85       | 352.65 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 45.05       | 6.5             | 2.77            |
| 13.77       | 352.55 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 45.09       | 6.8             | 2.83            |
| 13.69       | 352.45 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 45.12       | 7.1             | 2.88            |
| 13.62       | 352.35 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 45.15       | 7.5             | 5.46            |
| 13.54       | 352.25 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 38.81       | 8.4             | 6.25            |
| 13.50       | 352.20 | 15.0      | 10.0             | 5.0               | 38.86       | 8.7             | 4.48            |

**Zustandsgrößen je lfm Wandbreite (Bemessungswerte):**

| Kote   | H-Druck | Verform. | Schnittgr. |        | Aufl.          | Biegebem.            | Schubbem.            |
|--------|---------|----------|------------|--------|----------------|----------------------|----------------------|
| z      | h       | w        | V          | M      | A <sub>H</sub> | as                   | as <sub>0,6z</sub>   |
| [m]    | [kN/m]  | [mm]     | [kN]       | [kN*m] | [kN]           | [cm <sup>2</sup> /m] | [cm <sup>2</sup> /m] |
| 356.75 | 1.08    | 0.0      | 0.00       | 0.00   | --             | 0.00                 | --                   |
| 356.65 | 1.08    | 0.0      | -0.09      | -0.01  | --             | 0.00                 | --                   |
| 356.55 | 1.08    | 0.0      | -0.17      | -0.02  | --             | 0.00                 | --                   |
| 356.45 | 1.08    | 0.0      | -0.26      | -0.05  | --             | 0.01                 | --                   |
| 356.35 | 1.08    | 0.0      | -0.34      | -0.09  | --             | 0.02                 | --                   |
| 356.25 | 1.08    | 0.0      | -0.43      | -0.14  | --             | 0.03                 | --                   |
| 356.15 | 1.08    | 0.0      | -0.52      | -0.20  | --             | 0.04                 | --                   |
| 356.10 | 1.08    | 0.0      | -0.56      | -0.23  | --             | 0.05                 | --                   |
| 356.00 | 1.08    | 0.0      | 0.61       | -0.15  | 2.0            | 0.03                 | --                   |
| 356.00 | 1.08    | 0.0      | 0.61       | -0.15  | --             | 0.03                 | --                   |
| 355.90 | 1.08    | 0.0      | 1.79       | -0.13  | --             | 0.03                 | --                   |
| 355.85 | 1.08    | 0.0      | 1.74       | -0.13  | --             | 0.03                 | --                   |
| 355.75 | 1.08    | 0.0      | 1.66       | 0.25   | --             | 0.11                 | --                   |
| 355.65 | 1.08    | 0.0      | 1.57       | 0.46   | --             | 0.20                 | --                   |
| 355.55 | 1.08    | 0.0      | 1.48       | 0.65   | --             | 0.29                 | --                   |
| 355.45 | 1.08    | 0.0      | 1.40       | 0.83   | --             | 0.37                 | --                   |
| 355.35 | 1.08    | 0.0      | 1.31       | 1.00   | --             | 0.45                 | --                   |
| 355.35 | 1.10    | 0.0      | 1.31       | 1.00   | --             | 0.45                 | --                   |
| 355.25 | 12.62   | 0.0      | 0.77       | 1.14   | --             | 0.51                 | --                   |
| 355.25 | 12.63   | 0.0      | 0.77       | 1.14   | --             | 0.51                 | --                   |
| 355.15 | 12.63   | 0.0      | -0.23      | 1.18   | --             | 0.53                 | --                   |
| 355.05 | 12.63   | 0.0      | -1.23      | 1.08   | --             | 0.48                 | --                   |
| 354.95 | 12.63   | 0.0      | -2.23      | 0.86   | --             | 0.39                 | --                   |
| 354.85 | 12.63   | 0.0      | -3.24      | 0.52   | --             | 0.23                 | --                   |
| 354.75 | 12.63   | 0.0      | -4.24      | 0.05   | --             | 0.02                 | --                   |
| 354.65 | 12.63   | 0.0      | -5.24      | -0.65  | --             | 0.14                 | --                   |

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 11 |
|                                    | Aushub   | 3  |
|                                    | Lastfall | 1  |

| Kote<br>z | H-Druck<br>h | Verform.<br>w | Schnittgr. |        | Aufl.<br>A <sub>H</sub> | Biegebem.<br>as | Schubbem.<br>as <sub>due</sub> |
|-----------|--------------|---------------|------------|--------|-------------------------|-----------------|--------------------------------|
|           |              |               | V          | M      |                         |                 |                                |
| [m]       | [kN/m]       | [mm]          | [kN]       | [kN*m] | [kN]                    | [cm²/m]         | [cm²/m]                        |
| 354.60    | 12.63        | 0.0           | -5.74      | -0.91  | --                      | 0.20            | --                             |
| 354.50    | 12.63        | 0.0           | -0.56      | -0.98  | 9.8                     | 0.22            | --                             |
| 354.50    | 12.63        | 0.0           | -0.56      | -0.98  | --                      | 0.22            | --                             |
| 354.40    | 12.63        | 0.0           | 4.63       | -1.05  | --                      | 0.23            | --                             |
| 354.35    | 12.63        | 0.0           | 4.12       | -0.76  | --                      | 0.17            | --                             |
| 354.25    | 12.63        | 0.0           | 3.12       | -0.30  | --                      | 0.07            | --                             |
| 354.15    | 12.63        | 0.0           | 2.12       | 0.03   | --                      | 0.01            | --                             |
| 354.05    | 12.63        | 0.0           | 1.12       | 0.23   | --                      | 0.10            | --                             |
| 353.95    | 12.63        | 0.0           | 0.12       | 0.31   | --                      | 0.14            | --                             |
| 353.85    | 12.63        | 0.0           | -0.88      | 0.26   | --                      | 0.12            | --                             |
| 353.75    | 2.18         | 0.0           | -1.47      | 0.11   | --                      | 0.05            | --                             |
| 353.75    | 2.16         | 0.0           | -1.47      | 0.11   | --                      | 0.05            | --                             |
| 353.65    | 2.22         | 0.0           | -1.64      | -0.09  | --                      | 0.02            | --                             |
| 353.55    | 2.28         | 0.0           | -1.82      | -0.31  | --                      | 0.07            | --                             |
| 353.45    | 2.33         | 0.0           | -2.00      | -0.55  | --                      | 0.12            | --                             |
| 353.35    | 2.39         | 0.0           | -2.19      | -0.81  | --                      | 0.18            | --                             |
| 353.25    | 2.45         | 0.0           | -2.38      | -1.10  | --                      | 0.24            | --                             |
| 353.20    | 2.47         | 0.0           | -2.48      | -1.26  | --                      | 0.28            | --                             |
| 353.10    | 2.53         | 0.0           | -0.14      | -1.28  | 4.0                     | 0.28            | --                             |
| 353.10    | 2.53         | 0.0           | -0.14      | -1.28  | --                      | 0.28            | --                             |
| 353.00    | 2.58         | 0.0           | 2.20       | -1.29  | --                      | 0.29            | --                             |
| 352.95    | 2.61         | 0.0           | 2.10       | -1.16  | --                      | 0.26            | --                             |
| 352.85    | 2.67         | 0.0           | 1.89       | -0.90  | --                      | 0.20            | --                             |
| 352.75    | 2.72         | 0.0           | 1.67       | -0.68  | --                      | 0.15            | --                             |
| 352.65    | 2.77         | 0.0           | 1.45       | -0.48  | --                      | 0.11            | --                             |
| 352.55    | 2.83         | 0.0           | 1.23       | -0.31  | --                      | 0.07            | --                             |
| 352.45    | 2.88         | 0.0           | 1.01       | -0.17  | --                      | 0.04            | --                             |
| 352.35    | 5.46         | 0.0           | 0.68       | -0.06  | --                      | 0.01            | --                             |
| 352.25    | 6.25         | 0.0           | 0.21       | -0.01  | --                      | 0.00            | --                             |
| 352.20    | 4.48         | 0.0           | 0.00       | 0.00   | --                      | 0.00            | --                             |

\*\*\* Hinweis: Bei Nägeln wird die Querkraft und das Moment im Punkt der Stützung linear aus T und M an den Rändern der Kopfplatte interpoliert.

**Nagel**daten (Aushub 3) (Bemessungswerte):

| x-Kopf | z-Kopf | Neig. | Länge | a    | f <sub>yk</sub> | γ <sub>M</sub> | F <sub>Std</sub> | F <sub>Er</sub> | F <sub>Bem</sub> | Dm <sub>Er</sub> |
|--------|--------|-------|-------|------|-----------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| [m]    | [m]    | [°]   | [m]   | [m]  | [MN/m²]         | [-]            | [kN]             | [kN]            | [kN]             | [mm]             |
| 16.42  | 356.00 | 20.0  | 2.00  | 1.50 | 500             | 1.150          | 40.7             | 2.6             | 3.2              | 3.1              |
| 15.27  | 354.50 | 20.0  | 2.50  | 1.50 | 500             | 1.150          | 85.0             | 29.2            | 15.6             | 9.3              |
| 14.19  | 353.10 | 20.0  | 2.00  | 1.50 | 500             | 1.150          | 0.0              | 0.0             | 6.4              | 4.3              |

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 12 |
|                                    | Aushub   | 3  |
|                                    | Lastfall | 1  |

**Durchstanznachweise DIN EN 1992 (Eurocode 2) :**

- F Nagelkraft aus Erddruckber. auf die Wand  $MAX(F_{Err}, F_{Bem}) * \cos(\text{Neigung})$
- H-Druck Erddruckkraft auf Kopfplatte  
Faktor für H-Druck = 0.500
- B Breite der Kopfplatte  
Rundschnitt im Abstand =  $1.0 * d$  von der Kopfplatte
- h Dicke der Wand
- d Stat. Höhe der Wand
- $A_{sI}$  Längs-/Querbewehrung (aus Biegung) bei Kopfplatte in  $cm^2/m$  Wand ( $A_{sI} = A_{sIx} = A_{sIz}$ )
- $\rho_I$  Längsbewehrungsgrad aus  $A_{sI}$  bei Kopfplatte
- $V_{Ed}$  Bemessungswert Querkraft je Flächeneinheit
- $V_{Rd,c}$  Quertragfähigkeit ohne Schubbewehrung
- $A_{sW,Er}$  Erf. Durchstanzbewehrung (Schubbew.) in einer Bewehrungsreihe  
 $A_{sW} = \beta * V_{Ed,red} / (1.3 * f_{ywd} * \sin(90^\circ))$  (NCI Zu 6.4.5 (1), 'aufgebogene Bewehrung', NA.6.52.2)
- $A_{sI,Er}$  Alternativ zu  $A_{sW,Er}$ : Erf. Gesamt-Längs-/Querbewehrung, so dass keine Durchstanzbew. erf. ist.
- $\rho_{I,Er}$  Bewehrungsgrad bei  $A_{sI,Er}$

Faktor für Stützenlage  $\beta = 1.100$  (6.4.3 (6))

Beiwerte zur Berechnung von  $V_{Rd,c}$  (6.4.4 (2)) (Gl. 6.50):

- $C_{Rd,c} = 0.150 / \gamma_c$  mit  $\gamma_c = 1.500$  (Gl. 6.47, 6.50)
- $k_1 = 0.100$  (Gl. 6.47)
- $\nu_{min} = 0.035 * k^{1.500} * f_{ck}^{0.500}$  ( $d < 600$  mm) (Gl. 6.3)
- $2 * d / a = 2.000$

Beiwerte zur Berechnung von  $V_{Rd,max}$  (6.4.5 (3)):

- $V_{Rd,max} = 1.400 * V_{Rd,c,ul}$

| z-Kopf<br>[m] | F<br>[kN] | H-Druck<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | B<br>[cm] | h<br>[cm] | d<br>[cm] | $A_{sI}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | $\rho_I$<br>[%] | $V_{Ed}$<br>[MN/m <sup>2</sup> ] | $V_{Rd,c}$<br>[MN/m <sup>2</sup> ] | $A_{sW,Er}$<br>[cm <sup>2</sup> ] | $A_{sI,Er}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | $\rho_{I,Er}$<br>[%] |
|---------------|-----------|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| 356.00        | 4.8       | 1.08                            | 20.0      | 15.0      | 10.0      | 0.03                             | 0.00            | 0.037                            | < 0.990                            | -                                 | -                                   | -                    |
| 354.50        | 27.9      | 12.63                           | 20.0      | 15.0      | 10.0      | 0.22                             | 0.02            | 0.207                            | < 0.990                            | -                                 | -                                   | -                    |
| 353.10        | 6.1       | 2.53                            | 20.0      | 15.0      | 10.0      | 0.28                             | 0.03            | 0.046                            | < 0.990                            | -                                 | -                                   | -                    |

**Äußere Standsicherheit**

**Grundbruchnachweis (NW-V. 2)**

Fiktive Fundamentunterkante:  $x_1=13.50$   $z_1=352.20$   $x_2=17.58$   $z_2=352.20$  m

Ersatzwand: ( $x_2, z_2$ ) bis  $x_3=17.58$   $z_3=356.75$  m

**Belastung:**

|            |                 |   |          |             |
|------------|-----------------|---|----------|-------------|
| Vertikal   | $V, k / V, d$   | = | 233.65 / | 320.62 kN/m |
| Horizontal | $H, k / H, d$   | = | -58.72 / | -92.47 kN/m |
| Moment     | $My, k / My, d$ | = | 0.00 /   | 0.00 kNm/m  |

\*\*\* Hinweis:  $M_y$  zu Null gesetzt, da der vernagelte Bereich in Kipprichtung auf dem Gelände aufliegt.

|                      |   |        |
|----------------------|---|--------|
| Einbindetiefe t      | = | 0.00 m |
| Ersatzbreite b'      | = | 4.08 m |
| Böschungsnegung beta | = | 4.79 ° |

**Hinweis:** Die Böschungshöhe wurde auf 1/3 der verbleibenden Breite der Grundbruchfigur mit  $b = 19.17$  m angesetzt, da DIN 4017 für unendlich ausgedehnte Böschungen gilt.

|  |   |                         |
|--|---|-------------------------|
| Neigung der Resultierenden $\tan(\delta_s) = H/V$                  | = | 0.25                    |
| Maßg. Bodenkennwerte:  |   |                         |
| $\gamma$ oberhalb Gründungssohle                                   | = | 0.00 kN/m <sup>3</sup>  |
| $\gamma$ unterhalb Gründungssohle                                  | = | 23.61 kN/m <sup>3</sup> |
| Reibungswinkel $\phi$  | = | 39.89 °                 |
| Kohäsion c   | = | 0.29 kN/m <sup>2</sup>  |
| Tragfähigkeitsbeiwerte $N_{00}, N_{00}, N_{00}$                    | = | 74.45 63.23 52.02       |
| Lastneigungsbeiwerte $i_{00}, i_{00}, i_{00}$                      | = | 0.55 0.56 0.42          |
| Geländeneigungsbeiwerte $\lambda_{00}, \lambda_{00}, \lambda_{00}$ | = | 0.87 0.85 0.77          |
| Sohlneigungsbeiwerte $\xi_{00}, \xi_{00}, \xi_{00}$                | = | 1.00 1.00 1.00          |
| Breite der Grundbruchfigur   | = | 23.25 m                 |
| Tiefe der Grundbruchfigur  | = | 5.87 m                  |

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 13 |
|                                    | Aushub   | 3  |
|                                    | Lastfall | 1  |

Beanspruchung  $N_d = 320.6$  kN  
 Grundbruchwiderstand  $R_d = 4765.9$  kN  
 $N_d/R_d = 0.07 < 1.0$ : Nachweis erfüllt.

\*\*\* Hinweis:

Der Gleitnachweis wird durch die intern gebildeten Zweikörper-Mechanismen implizit nachgewiesen.  
 Es erfolgt kein gesonderter Nachweis.

#### Geländebruchnachweis Lastfall 1 (NW-V. 3)

Horizontale Verkehrslasten wirken nur, falls sie ein rechtsdrehendes Moment erzeugen.  
 Vertikale Verkehrslasten wirken nur, falls sie ein rechtsdrehendes Moment erzeugen  
 und außerhalb  $R \cdot \sin(\varphi)$  liegen.

Mittelpunkt = ( 13.09,359.46), Radius = 7.27  
 Startpunkt = ( 13.50,352.20), Endpunkt = ( 19.85,356.77)

Lamellengeometrie:

| Nr. | x     | Breite<br>b | dxM  | Gewicht<br>G | Auflast<br>P | Wasseraufl.<br>W | u      | $\varphi$ | c                    | $\vartheta$ |
|-----|-------|-------------|------|--------------|--------------|------------------|--------|-----------|----------------------|-------------|
|     | [m]   | [m]         | [m]  | [kN/m]       | [kN/m]       | [kN/m]           | [kN/m] | [°]       | [kN/m <sup>2</sup> ] | [°]         |
| 1   | 13.82 | 0.63        | 0.73 | 4.9          | 0.0          | 0.0              | 0.0    | 29.26     | 4.00                 | 5.74        |
| 2   | 14.45 | 0.63        | 1.36 | 14.2         | 0.0          | 0.0              | 0.0    | 29.26     | 4.00                 | 10.79       |
| 3   | 15.09 | 0.63        | 2.00 | 22.8         | 0.0          | 0.0              | 0.0    | 29.26     | 4.00                 | 15.93       |
| 4   | 15.72 | 0.63        | 2.63 | 30.4         | 0.0          | 0.0              | 0.0    | 29.26     | 4.00                 | 21.21       |
| 5   | 16.36 | 0.63        | 3.27 | 36.3         | 0.0          | 0.0              | 0.0    | 29.26     | 4.00                 | 26.69       |
| 6   | 16.99 | 0.63        | 3.90 | 40.0         | 0.0          | 0.0              | 0.0    | 29.26     | 4.00                 | 32.44       |
| 7   | 17.63 | 0.63        | 4.54 | 35.6         | 19.2         | 0.0              | 0.0    | 29.26     | 4.00                 | 38.59       |
| 8   | 18.26 | 0.63        | 5.17 | 28.4         | 27.5         | 0.0              | 0.0    | 29.26     | 4.00                 | 45.32       |
| 9   | 18.90 | 0.63        | 5.81 | 19.3         | 27.5         | 0.0              | 0.0    | 20.46     | 7.20                 | 52.97       |
| 10  | 19.53 | 0.63        | 6.44 | 7.9          | 27.5         | 0.0              | 0.0    | 20.46     | 7.20                 | 62.33       |

Anteile vertikale Lasten:

| Nr. | $S=G+P+W$ | $E_d=S \cdot \sin \vartheta$ | $(S-u \cdot b) \cdot \tan \varphi + c \cdot b$ | $\cos \vartheta + \mu \cdot \tan \varphi \cdot \sin \vartheta$ | $R_d$  |
|-----|-----------|------------------------------|--|--|--------|
|     | [kN/m]    | [kN/m]                       | [kN/m]   | [-]  | [kN/m] |
| 1   | 4.9       | 0.49                         | 5.30   | 1.049542   | 5.05   |
| 2   | 14.2      | 2.66                         | 10.51  | 1.084509   | 9.69   |
| 3   | 22.8      | 6.26                         | 15.31  | 1.111417   | 13.77  |
| 4   | 30.4      | 10.99                        | 19.55  | 1.129730   | 17.31  |
| 5   | 36.3      | 16.30                        | 22.87  | 1.138599   | 20.09  |
| 6   | 40.0      | 21.48                        | 24.97  | 1.136725   | 21.97  |
| 7   | 54.8      | 34.19                        | 33.25  | 1.122069   | 29.63  |
| 8   | 55.9      | 39.76                        | 33.86  | 1.091240   | 31.03  |
| 9   | 46.8      | 37.33                        | 22.01  | 0.892401   | 24.67  |
| 10  | 35.4      | 31.32                        | 17.77  | 0.786313   | 22.59  |
|     |           | -----                        |  |  | -----  |
|     |           | 200.80                       |  |  | 195.80 |

|                                    |          |    |
|------------------------------------|----------|----|
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 | Seite    | 14 |
|                                    | Aushub   | 3  |
|                                    | Lastfall | 1  |

Anteile aus Nägeln:

Schlaffe Nägel  $F_A = F_{Moegl}$

$$M_{rückhaltend} = R * ((\mu * F_A * \sin \alpha * \tan \varphi) / (\cos \vartheta + \mu * \sin \vartheta * \tan \varphi) + F_A * \cos(\vartheta + \alpha))$$

$$M_{antreibend} = 0$$

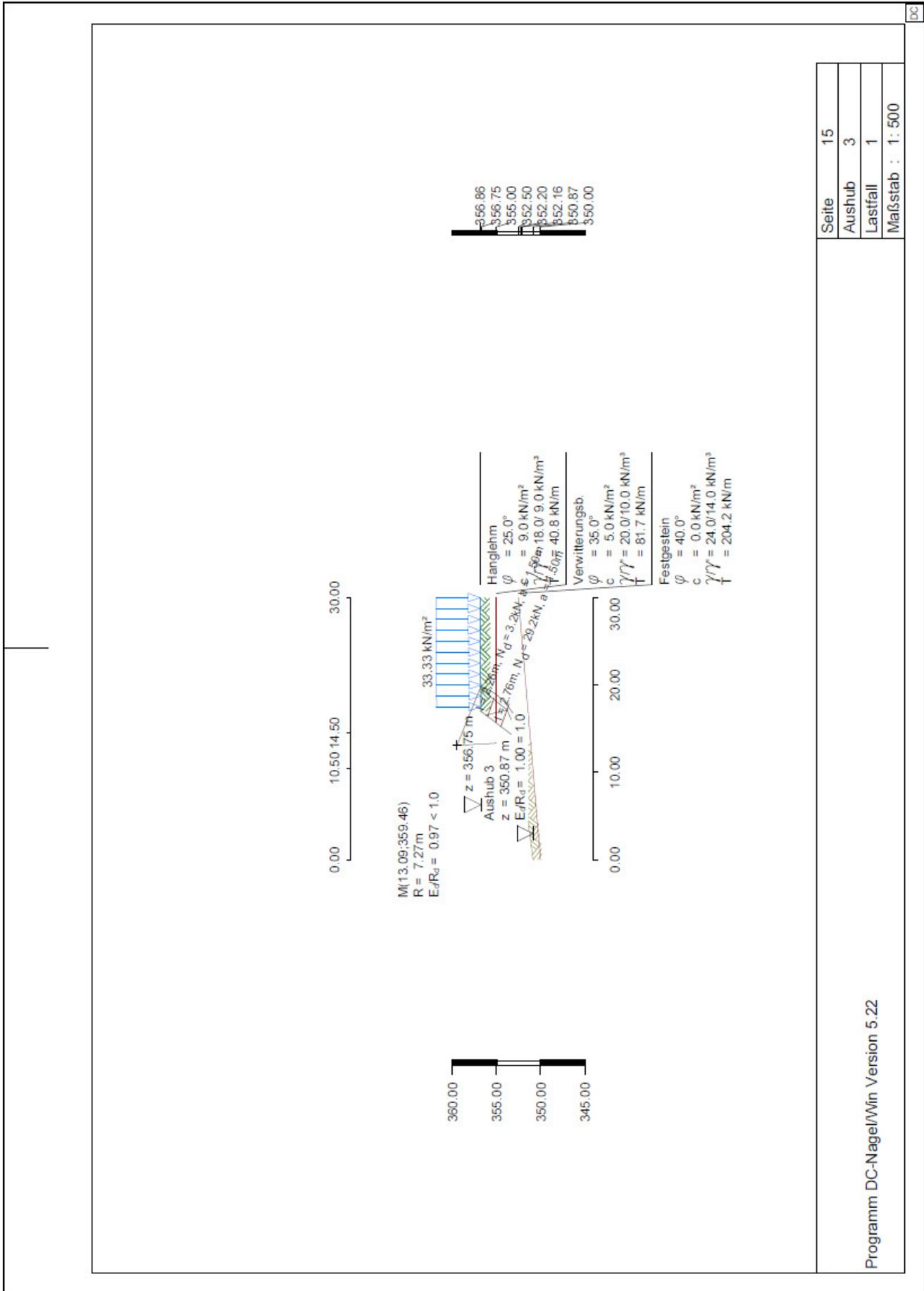
| Nagel                       | $x_s$<br>[m] | $z_s$<br>[m] | $F_{Moegl,k}$<br>[kN/Nagel] | selbst-<br>spannend | $F_{Moegl,d}$<br>[kN/Nagel] | $M_{rückhaltend,d}$<br>[kNm/m] | $M_{antreibend,d}$<br>[kNm/m] | $F_{Moegl,d} * \mu$<br>[kN/Nagel] |
|-----------------------------|--------------|--------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 2                           | 17.51        | 353.68       | 30.9                        | Ja                  | 22.1                        | 75.5                           | 0.0                           | 21.5                              |
| Summe $M_{rückhaltend,d}$ : |              | 75.5 kNm/m   |                             |                     |                             |                                |                               |                                   |

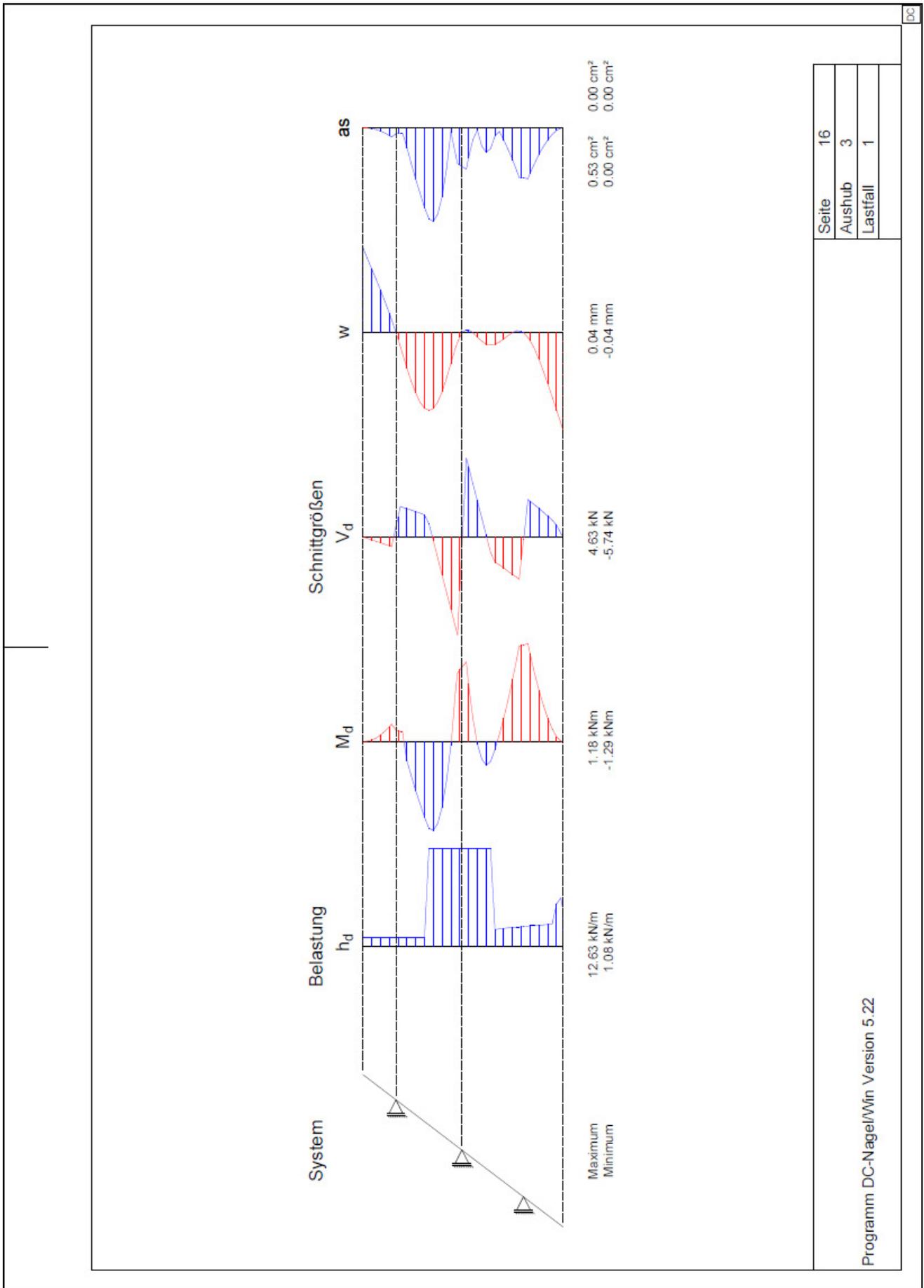
Einwirkungen  $E_d = 200.8 * 7.27 = 1460.2$  kNm/m

Widerstände  $R_d = 195.8 * 7.27 + 75.5 = 1499.3$  kNm/m

$\mu = E_d / R_d = 0.97 < 1.0$ : Nachweis erfüllt.

\*\*\* Hinweis: Nägel wurden um 0.26 m verlängert, um geforderte Sicherheit im Gleitkreisnachweis einzuhalten.





|          |    |
|----------|----|
| Seite    | 16 |
| Aushub   | 3  |
| Lastfall | 1  |

Programm DC-Nagel/Win Version 5.22

DC

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| Seite                              | 17 |
| Programm DC-Nagel/Win Version 5.22 |    |

**Übersicht Ausnutzungsgrade  $E_d / R_d$  aller Phasen**

| Phase | Innere Sicherheit | Grundbruch | Geländebruch |
|-------|-------------------|------------|--------------|
| 1: 1  | 0.00              | ---        | ---          |
| 2: 2  | 0.89              | ---        | ---          |
| 3: 3  | 1.00              | 0.07       | 0.97         |

**Zusammenfassung**  
 Alle geführten Nachweise sind erfüllt.

**Zusammenstellung der maßgebenden erforderl. Nagelkräfte und -längen:**

| Lage | z-Kote<br>[m] | Kraft<br>(Bem.) $N_d$<br>[kN] | Länge<br>[m] | Verpress-<br>länge<br>[m] | erf.<br>Durchm.<br>[mm] | Breite<br>Kopfl.<br>[mm] | Korr.-faktor<br>Schub<br>[%] | Durchstanzen<br>$A_{s,Er}$<br>[cm <sup>2</sup> ] | $A_{s,Er}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|------|---------------|-------------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|--|------------------------------------|
| 1    | 356.00        | 5.1                           | 2.26         | 2.26                      | 3.9                     | 200                      | 100                          | -  | -                                  |
| 2    | 354.50        | 29.2                          | 2.76         | 2.76                      | 9.3                     | 200                      | 100                          | -  | -                                  |
| 3    | 353.10        | 6.4                           | 2.26         | 2.26                      | 4.3                     | 200                      | 100                          | -  | -                                  |
|      | $\Sigma =$    | 40.7                          |              |                           |                         |                          |                              |  |                                    |

- Bezeichnungen im Ausdruck 'Standsicherheitsuntersuchung':  
 Die Angabe von Kräften [kN/m] bedeutet kN pro 1 m Wand senkr. zur Bildebene.
- $\vartheta_1$  Neigung der flachen Hauptgleitfuge
  - $\vartheta_2$  Neigung der steilen Hauptgleitfuge
  - $\vartheta_{12}$  Neigung der Zwischengleitfuge (Ersatzwand) ( $=90^\circ + \rho$ )
  - $L_{Nag}$  Nagellänge
  - R Gesamtlast des Hauptgleitkörpers (Eigengew., Lasten, Wasserdr., Kohäsion)
  - $Q_1$  Kraft in der flachen Hauptgleitfuge
  - $Q_{12}$  aktive Erddruckkraft auf Zwischengleitfuge
  - $Z_{Er}$  erforderl. result. Nagelkraft auf Hauptgleitkörper (Zug=positiv) um das Kräftegleichgewicht zu erfüllen
  - $Z_{vom}$  vorhandene (= max. mobilisierbare) Nagelkräfte (= Summe der möglichen Ausziehkkräfte von Nagelabschnitten, die außerhalb des Gleitmechanismus liegen)
  - $E_d/R_d$  Ausnutzungsgrad bzgl. Nagelkräfte  $Z_{Er}$  und  $Z_{vom}$  bzw. nach Fellenius

- Bezeichnungen im Ausdruck 'Nageldaten':
- a Horizontaler Nagelabstand
  - $f_{yk}$  Nennfestigkeit Nagelstahl
  - $\gamma_M$  Material-Sicherheitsbeiwert Stahl
  - $F_{Std}$  Maximal mobilisierbare Ausziehkraft je Nagel aller untersuchter Bruchmechanismen im Zuge der Standsicherheitsberechnung.
  - $F_{Er}$  Erforderliche Nagelkraft zur Aufnahme von  $Z_{Er}$   
 Es werden alle Mechanismen der akt. Phase berücksichtigt.
  - $F_{Bem}$  Maximale Kraft je Nagel aus Berechnung der Wandschnittgrößen
  - $Dm_{Er}$  Erforderlicher Durchmesser aus der Bedingung  
 $A_s = \text{MAX}(F_{Er}, F_{Bem}) * \gamma_M / f_{yk}$