

Auftraggeber: Stadt Marburg

Projekt: Grüner Wehr - Marburg

Bericht/Dokument: Bericht Standsicherheitsnachweis Grüner Wehr

Anhang: Anlage 8

BCE Projekt-Nr.: MAR191661

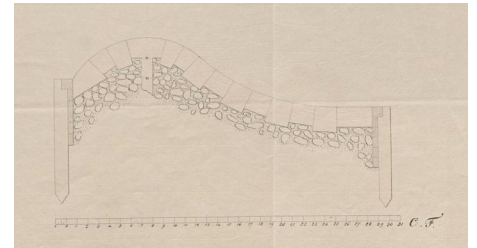
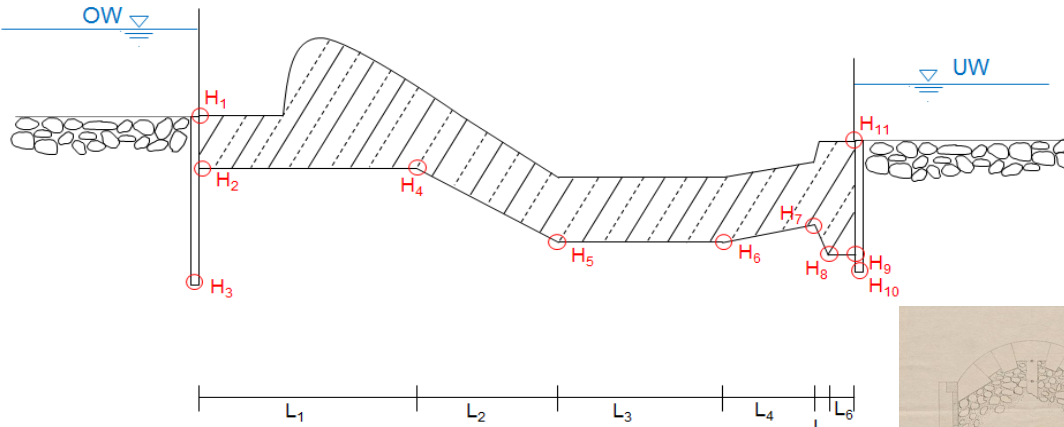
Seite

1

von

4

**Systemskizze und Formeln**



**Anwendungshinweis/Anmerkung**

Nachweis der Sicherheit gegen Gleiten  
(aus Schneider Bautabellen S. 11.49)

$$T_d \leq R_{t,d} + E_{pt,d}$$

$$R_d = V_k' * \tan(\delta_{s,k}) / \gamma_{R,h}$$

$$R_d = (V_k' * \tan(\varphi'_k) + A * C'_k) / \gamma_{R,h}$$

Bemessungswert des passiven Erddrucks parallel zur Sohlfläche

$$E_{pt,d} = E_{pt,k} / \gamma_{R,e}$$

mit  $E_{pt,k} = \gamma * h^2 * K_{pgh} * 0,5$

Einwirkungen Unterwasser


Bemessungswert der parallel zur Schnittfläche angreifenden Kräfte in Verschiebungsrichtung


$$T_d = T_k * \gamma_{G,k}$$


Einwirkungen Oberwasser

**Eingabe**

|                  |  | <b>Eingabefeld</b> |               | <b>Anwendungshinweis/Anmerkung</b> |                             |
|------------------|--|--------------------|---------------|------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Eingabe</b>   | Bemessungssituation                              | <b>BS-T</b>        |               |                                    |                             |
|                  | Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen | $\gamma_G$         | <b>1,35</b>   | [-]                                | DIN 1054                    |
|                  | Teilsicherheitsbeiwert für Erdruhedruck          | $\gamma_{G,E0}$    | <b>1,20</b>   | [-]                                | DIN 1054                    |
|                  | Teilsicherheitsbeiwert für Gleitwiderstand       | $\gamma_{R,h}$     | <b>1,10</b>   | [-]                                | DIN 1054                    |
|                  | Wichte Wasser                                    | $\gamma_W$         | <b>10,0</b>   | [kN/m³]                            |                             |
|                  | Durchfluss                                       | Q                  | <b>101,0</b>  | [m³/s]                             | HQ1                         |
|                  | Oberwasserstand                                  | OW                 | <b>179,21</b> | [m.NN]                             |                             |
|                  | Unterwasserstand                                 | UW                 | <b>176,04</b> | [m.NN]                             |                             |
|                  | Geländehöhen Wehrsohle                           | H <sub>1</sub>     | <b>177,62</b> | [m.NN]                             | angewendet für Querprofil 6 |
|                  |  | H <sub>2</sub>     | <b>175,73</b> | [m.NN]                             |                             |
|                  |  | H <sub>3</sub>     |               | [m.NN]                             | hier nicht vorhanden        |
|                  |  | H <sub>4</sub>     | <b>175,73</b> | [m.NN]                             |                             |
|                  |  | H <sub>5</sub>     | <b>175,73</b> | [m.NN]                             |                             |
|                  |  | H <sub>6</sub>     | <b>175,73</b> | [m.NN]                             |                             |
|                  |  | H <sub>7</sub>     | <b>175,73</b> | [m.NN]                             |                             |
|                  |  | H <sub>8</sub>     | <b>175,73</b> | [m.NN]                             |                             |
|                  |  | H <sub>9</sub>     | <b>175,73</b> | [m.NN]                             |                             |
| H <sub>10</sub>  |  |                    | [m.NN]        | hier nicht vorhanden               |                             |
| H <sub>11</sub>  |  | <b>175,73</b>      | [m.NN]        |                                    |                             |
| Längen Wehrsohle | L <sub>1</sub>                                   | <b>2,20</b>        | [m]           |                                    |                             |
|                  | L <sub>2</sub>                                   | <b>5,80</b>        | [m]           |                                    |                             |
|                  | L <sub>3</sub>                                   | <b>0,00</b>        | [m]           |                                    |                             |
|                  | L <sub>4</sub>                                   | <b>0,00</b>        | [m]           |                                    |                             |
|                  | L <sub>5</sub>                                   | <b>0,00</b>        | [m]           |                                    |                             |
|                  | L <sub>6</sub>                                   | <b>0,00</b>        | [m]           |                                    |                             |
|                  | L <sub>ges</sub>                                 | <b>8,00</b>        | [m]           |                                    |                             |

| <br>BIÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE |   | <b>Nachweis Gleiten (GEO-2)</b><br><b>Grüner Wehr</b>          |                                 |  |                                 | Berechnungsblatt<br>MAR191661   |   |   |
|---|---|--|---------------------------------|--|---------------------------------|---------------------------------|---|---|
| Auftraggeber: Stadt Marburg   |   | Bericht/Dokument: Bericht Standsicherheitsnachweis Grüner Wehr |                                 |  |                                 |                                 |   |   |
| Projekt: Grüner Wehr - Marburg  |   | Anhang: Anlage 8   |                                 |  |                                 |                                 |   |   |
| BCE Projekt-Nr.: MAR191661  |   | Seite 2  |                                 | von  |                                 | 4                               |   |   |
| Stabilisierende ständige Einwirkungen $G_{stb}$ - Eigenlast   |   |  |                                 |  |                                 |                                 |   |   |
| Nr.   | Bauteil                                 | L [m]  | B [m]                           | A [m <sup>2</sup> ]                                  | $\gamma_B$ [kN/m <sup>3</sup> ] | Kraft [kN/m]                    | Anmerkung   |   |
| 1   | Deckwerksteine Sandstein                |  |                                 | 4,10   | 26,0                            | 106,6                           |   |   |
| 2   | Betonüberdeckung                        |  |                                 | 0,00   | 24,0                            | -                               |   |   |
| 3   | Kieskern                                |  |                                 | 10,80  | 19,0                            | 205,2                           |   |   |
| 4   |   |  |                                 |  |                                 | -                               |   |   |
| 5   |   |  |                                 |  |                                 | -                               |   |   |
| 6   |   |  |                                 |  |                                 | -                               |   |   |
| Summe:  |   |  |                                 |  |                                 | 311,8                           |   |   |
| Zusätzliche Widerstände gegen Aufschwimmen $A_{stb}$  |   |  |                                 |  |                                 |                                 |   |   |
| Nr.   | Bauteil                                 | Abmessungen  |                                 |  | Kräfte                          |                                 | Anmerkung   |   |
|   |   | L [m]  | B [m]                           | A [m <sup>2</sup> ]                                  | $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]   | Kraft [kN/m]                    |   |   |
| 1   | Auflast Wasser OW                       |  |                                 | 10,56  | 10,0                            | 105,6                           |   |   |
| 2   | Auflast Wasser UW                       |  |                                 | 6,74   | 10,0                            | 67,4                            |   |   |
| 3   | Kiesablagerungen OW                     |  |                                 | 0,00   | 19,0                            | -                               | ungünstig als geräumt angenommen                            |   |
| 4   |   |  |                                 |  |                                 | -                               |   |   |
| 5   |   |  |                                 |  |                                 | -                               |   |   |
| Summe:  |   |  |                                 |  |                                 | 173,0                           |   |   |
| Destabilisierende ständige Einwirkungen $G_{dst}$ - Sohlenwasserdruck   |   |  |                                 |  |                                 |                                 |   |   |
| Nr.   | Bauteil                                 | Abmessungen  |                                 |  | Teils.-beiwert                  | Kräfte                          |   | Anmerkung   |
|   |   | x [m]  | Hws [m]                         | A [m <sup>2</sup> ]                                  | $\gamma [-]$                    | $\gamma_w$ [kN/m <sup>3</sup> ] | Kraft [kN/m]  |   |
| 1   | Auftrieb Teilfläche 1                   | 0,00   | 3,48                            | 7,35   | 1,35                            | 10,0                            | 99,2  | x beschreibt den horizontalen Abstand vom oberwasserseitigem Wehrfuß                  |
| 2   | Auftrieb Teilfläche 2                   | 2,20   | 3,20                            | 14,76  | 1,35                            | 10,0                            | 199,3   |   |
| 3   | Auftrieb Teilfläche 3                   | 8,00   | 1,89                            | 0,00   | 1,35                            | 10,0                            | -   |   |
| 4   | Auftrieb Teilfläche 4                   |  |                                 |  |                                 |                                 | -   | Hws beschreibt die anstehende Wassersäule bezogen auf definierte Punkte der Wehrsohle |
| 5   | Auftrieb Teilfläche 5                   |  |                                 |  |                                 |                                 | -   |   |
| 6   | Auftrieb Teilfläche 6                   |  |                                 |  |                                 |                                 | -   |   |
|   | Verlustbeiwert                          | $\xi$  | 1                               |  |                                 | Summe:                          | 298,5   |   |
| Destabilisierende veränderliche Einwirkungen $Q_{dst}$  |   |  |                                 |  |                                 |                                 |   |   |
| Nr.   | Bauteil                                 | Abmessungen  |                                 |  | Kräfte                          |                                 | Anmerkung   |   |
|   |   | L [m]  | B [m]                           | A [m <sup>2</sup> ]                                  | $\gamma_w$ [kN/m <sup>3</sup> ] | Kraft [kN/m]                    |   |   |
| 1   |   |  |                                 |  |                                 | -                               |   |   |
| 2   |   |  |                                 |  |                                 | -                               |   |   |
| 3   |   |  |                                 |  |                                 | -                               |   |   |
| 4   |   |  |                                 |  |                                 | -                               |   |   |
| 5   |   |  |                                 |  |                                 | -                               |   |   |
| Summe:  |   |  |                                 |  |                                 | -                               |   |   |
| Einwirkungen Oberwasser - Erdruchedruck $E_{OW,d}$  |   |  |                                 |  |                                 |                                 |   |   |
| Nr.   | Bodenart                                | Dicke Bodenschicht [m]   | Reibungswinkel $\varphi$ [°]    | Wichte unter Auftrieb $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ] | Erddruckbeiwert $K_{ogh}$ [-]   | Teils.-beiwert $\gamma$ [-]     | Kraft [kN/m]  | Anmerkung   |
| 1   | Kies                                    | 1,89   | 35                              | 11   | 0,4264                          | 1,20                            | 10,1  | siehe Anwendungshinweis 3 für Reibungswinkel  |
| 2   |   | 0  |                                 |  |                                 | 1,20                            | -   |   |
| 3   |   | 0  |                                 |  |                                 | 1,20                            | -   |   |
| 4   |   |  |                                 |  |                                 | 1,20                            | -   | siehe Anwendungshinweis 4 für Erddruckbeiwerte  |
| 5   |   |  |                                 |  |                                 | 1,20                            | -   |   |
| Summe   |   |  |                                 |  |                                 | 10,1                            |   |   |
| Einwirkungen Oberwasser - Wasserdrücke  |   |  |                                 |  |                                 |                                 |   |   |
| Nr.   |   | $H_{SW}$ [mWS]   | $\gamma_w$ [kN/m <sup>3</sup> ] | Kraft [kN/m]   | Teils.-beiwert $\gamma$ [-]     | Kraft [kN/m]                    | Anmerkung   |   |
| 1   | hydrostatischer Druck                   | 3,48   | 10,0                            | 60,6   | 1,35                            | 81,7                            |   |   |
| 2   | hydrodynamischer Druck (Strömungsdruck) |  |                                 | 7,60   | 1,35                            | 10,3                            | siehe Anwendungshinweis 6 zur Berechnung der Strömungskraft |   |
| Summe:  |   |  |                                 |  |                                 | 92,0                            |   |   |
| Bearbeitung<br>Dipl.-Ing. Th. Riemke  |   | Berechnungsblatt<br>Erstellt: GS, 04.12.2019; Geprüft: xxx     |                                 |  |                                 | Datum: 29.05.2020               |   |   |

| <br>BIÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE |  | <b>Nachweis Gleiten (GEO-2)</b><br><b>Grüner Wehr</b>          |                                       |   | Berechnungsblatt<br>MAR191661 |                             |              |  |  |
|---|--|--|---------------------------------------|---|-------------------------------|-----------------------------|--------------|--|--|
| Auftraggeber: Stadt Marburg   |  | Bericht/Dokument: Bericht Standsicherheitsnachweis Grüner Wehr |                                       |   |                               |                             |              |  |  |
| Projekt: Grüner Wehr - Marburg  |  | Anlage: Anlage 8   |                                       |   |                               |                             |              |  |  |
| BCE Projekt-Nr.: MAR191661  |  | Seite 3  |                                       | von 4                                   |                               |                             |              |  |  |
| Einwirkungen Unterwasser - Erdruchdruck $E_{UW,d}$  |  |  |                                       |   |                               |                             |              |  |  |
| Nr.   | Bodenart                                       | Dicke Bodenschicht [m]   | Reibungswinkel $\varphi$ [°]          | Wichte unter Auftrieb $\gamma'$ [kN/m³] | Erddruckbeiwert $K_{ogh}$ [-] | Teils.-beiwert $\gamma$ [-] | Kraft [kN/m] | Anmerkung  |  |
| 1   | Wasserbausteine                                | 1,0  | 35                                    | 16                                      | 0,4264                        | 1,10                        | 3,1          | siehe Anwendungshinweis 3 für Reibungswinkel   |  |
| 2   |  |  |                                       |   |                               | 1,10                        | -            |  |  |
| 3   |  |  |                                       |   |                               | 1,10                        | -            | siehe Anwendungshinweis 4 für Erddruckbeiwerte   |  |
| 4   |  |  |                                       |   |                               | 1,10                        | -            |  |  |
| 5   |  |  |                                       |   |                               | 1,10                        | -            |  |  |
| Summe:  |  |  |                                       |   |                               |                             | 3,1          |  |  |
| Einwirkungen Unterwasser - Wasserdrücke   |  |  |                                       |   |                               |                             |              |  |  |
|   |  | $H_{WS}$ [mWS]   | $\gamma_w$ [kN/m³]                    |   |                               | Teils.-beiwert $\gamma$ [-] | Kraft [kN/m] | Anmerkung  |  |
| 1   | hydrostatischer Druck                          | 1,89   | 10,0                                  |   |                               | 1,00                        | 17,9         |  |  |
| 2   |  |  |                                       |   |                               | 1,00                        | -            |  |  |
| Bemessungswert - Gleitwiderstand $R_d$  |  |  |                                       |   |                               |                             |              |  |  |
|   |  | Reibungswinkel $\varphi$ [°]                                   | Sohlreibungswinkel $\delta_{s,k}$ [°] | Kohäsion $c_k$                          | A [m²]                        | Teils.-beiwert $\gamma$ [-] | Kraft [kN/m] | Anmerkung  |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Fall 1  |  | 35   | 35                                    | 0                                       | 0                             | 1,10                        | 118,6        | $R_d = V_k' * \tan(\delta_{s,k}) / \gamma_{R,h}$   |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Fall 2  |  |  |                                       |   |                               |                             |              | $R_d = (V_k' * \tan(\varphi_k') + A * c_k') / \gamma_{R,h}$  |  |
|   |  |  |                                       |   |                               |                             |              | siehe Anwendungshinweis 5 zur Differenzierung der Fälle 1 und 2  |  |
| Nachweis  |  |  |                                       |   |                               |                             |              |  |  |
| Nachweis  | Charakteristische vertikale Einwirkung         | $V_k$  | 186,3                                 | [kN/m]                                  |                               |                             |              | <b>Anmerkung</b><br>$V_k = G_{stb} + A_{stb} - G_{dst} - Q_{dst}$<br><br>Erdruchdruck & Wasserdruck im UW<br>Erdruchdruck & Wasserdrücke im OW |  |
|   | Bemessungswert Gleitwiderstand                 | $R_d$  | 118,6                                 | [kN/m]                                  |                               |                             |              |  |  |
|   | Bemessungswert stabilisierende Einwirkungen UW | $E_d + W_d$  | 21,0                                  | [kN/m]                                  |                               |                             |              |  |  |
|   | Bemessungswert parallel angreifende Kräfte OW  | $T_d$  | 102,1                                 | [kN/m]                                  |                               |                             |              |  |  |
|   |  |  |                                       |   | [kN/m]                        |                             |              |  |  |
|   |  |  |                                       |   | [kN/m]                        |                             |              |  |  |
|   |  | $T_d \leq R_d + E_d + W_d$                                     | 102,1                                 | $\leq$                                  | 139,6                         |                             |              |  |  |
|   |  | erfüllt  |                                       |   |                               |                             |              |  |  |
| Bearbeitung<br>Dipl.-Ing. Th. Riemke  |  | Berechnungsblatt<br>Erstellt: GS, 04.12.2019; Geprüft: xxx     |                                       |   | Datum: 29.05.2020             |                             |              |  |  |

| <br>BÜRNSSEN BERATENDE INGENIEURE   |                              | <b>Nachweis Gleiten (GEO-2)</b><br><b>Grüner Wehr</b>          |      | Berechnungsblatt<br>MAR191661 |  |
|---|------------------------------|--|------|-------------------------------|--|
| Auftraggeber: Stadt Marburg   |                              | Bericht/Dokument: Bericht Standsicherheitsnachweis Grüner Wehr |      |                               |  |
| Projekt: Grüner Wehr - Marburg  |                              | Anlage: Anlage 8   |      |                               |  |
| BCE Projekt-Nr.: MAR191661  |                              | Seite 4  |      | von 4                         |  |
| Tabellen  |                              |  |      |                               |  |
| Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände (Tabelle A2.3, DIN 1054)  |                              |  |      |                               |  |
| Widerstand  | Formelzeichen                | Bemessungssituation  |      |                               |  |
|   |                              | BS-P   | BS-T | BS-A                          |  |
| <b>STR und GEO-2: Grenzzustand des Versagens von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund</b>  |                              |  |      |                               |  |
| Bodenwiderstände  |                              |  |      |                               |  |
| — Erdwiderstand und Grundbruchwiderstand  | $\gamma_{R,e}, \gamma_{R,v}$ | 1,40   | 1,30 | 1,20                          |  |
| — Gleitwiderstand   | $\gamma_{R,h}$               | 1,10   | 1,10 | 1,10                          |  |
| <b>Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen (Tabelle A2.1, DIN 1054)</b>  |                              |  |      |                               |  |
| <b>STR und GEO-2: Grenzzustand des Versagens von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund</b>  |                              |  |      |                               |  |
| Beanspruchungen aus ständigen Einwirkungen allgemein <sup>a</sup>   | $\gamma_G$                   | 1,35   | 1,20 | 1,10                          |  |
| Beanspruchungen aus günstigen ständigen Einwirkungen <sup>b</sup>   | $\gamma_{G,inf}$             | 1,00   | 1,00 | 1,00                          |  |
| Beanspruchungen aus ständigen Einwirkungen aus Erdruhedruck   | $\gamma_{G,E0}$              | 1,20   | 1,10 | 1,00                          |  |
| Beanspruchungen aus ungünstigen veränderlichen Einwirkungen   | $\gamma_Q$                   | 1,50   | 1,30 | 1,10                          |  |
| Beanspruchungen aus günstigen veränderlichen Einwirkungen   | $\gamma_Q$                   | 0  | 0    | 0                             |  |
| Anwendungshinweise  |                              |  |      |                               |  |
| <sup>1</sup> Die Bemessungssituation hängt von den jeweiligen Nutzungsdauern ab. Temporäre Zustände werden i. Allg. in BS-T gefasst. Die permanenten Zustände in BS-P. Außerordentliche Bemessungssituationen, wie z. B. Extremhochwasser, werden mit BS-A belegt.  |                              |  |      |                               |  |
| <sup>2</sup> Die Gefahr des Gleitens besteht entlang der Sohlfäche oder einer darunter befindlichen Schnittfläche im Baugrund, falls der Bemessungswert der parallel zu dieser Fläche angreifenden Kräfte $T_d$ in Verschiebungsrichtung größer als der Bemessungswert der widerstehenden Kräfte ( $R_{d}$ und $E_{pt,d}$ ) ist. (Schneider Bautabellen, S. 11.49)  |                              |  |      |                               |  |
| <sup>3</sup> Sofern der Sohlreibungswinkel $\delta$ nicht eigens ermittelt wird, darf bei Ortbetonfundamenten anstelle des kritischen Reibungswinkels der charakteristische Reibungswinkel $\varphi'_k$ angesetzt werden, jedoch darf ein Wert von 35° nicht überschritten werden. Dies gilt auch bei vorgefertigten Fundamenten, wenn die Fertigteile im Mörtelbett verlegt werden. Bei vorgefertigten glatten Fundamenten ohne Mörtelbett ist als charakteristischer Sohlreibungswinkel $\delta_k=2/3\varphi'_k$ zu verwenden. (DIN1054)  |                              |  |      |                               |  |
| <sup>4</sup> Der Erddruckbeiwert für den Erdruhedruck ist mit $K_{ogh}=1-\sin\varphi$ anzusetzen (DIN4085)  |                              |  |      |                               |  |
| <sup>5</sup> Fall 1: Für den Bemessungswert des Gleitwiderstands ist die Formel $R_d = V_k \cdot \tan(\delta_{s,k}) / \gamma_{R,h}$ anzuwenden.<br>Fall 2: Bei in Gleitrichtung ansteigender Sohlfäche ist - wie bei Fundamenten mit einem Sporn - zusätzlich eine ausreichende Sicherheit gegen Gleiten in Bruchflächen nachzuweisen, die nicht in der Sohlfäche des Fundamentes, sondern durch den Boden verlaufen. Für die Berechnung des Bemessungswertes $R_d$ des Gleitwiderstands ist dann die folgende Gleichung maßgebend: $R_d = (V_k \cdot \tan(\varphi'_k) + A \cdot c'_k) / \gamma_{R,h}$ (DIN 1054) |                              |  |      |                               |  |
| <sup>6</sup> Der Strömungsdruck (hydrodynamische Druck) entspricht dem Staudruck. Dieser wird nach der Formel $p_d=1/2 \cdot \rho \cdot v^2$ berechnet. Die Fließgeschwindigkeit $v$ wird, falls nicht angegeben, über die Gleichung $Q=A \cdot v$ ermittelt, wobei $A$ aus $h$ =Höhendifferenz des Wasserstandes und der Sohlhöhe im OW sowie der gesamten Wehrlänge resultiert. Beide Formeln sind händisch anzuwenden und der berechnete Strömungsdruck in das Tool einzutragen.   |                              |  |      |                               |  |
| Verwendete Literatur  |                              |  |      |                               |  |
| DIN 1054 (2010): Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1. Deutsches Institut für Normung (DIN), Berlin  |                              |  |      |                               |  |
| DIN EN 1997-1 (2014): Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln. Deutsches Institut für Normung (DIN), Berlin  |                              |  |      |                               |  |
| DIN 4085 (2017):Baugrund- Berechnung des Erddrucks. Deutsches Institut für Normung (DIN), Berlin  |                              |  |      |                               |  |
| Schneider (2018): Bautabellen für Ingenieure. 23. Auflage, Köln: Bundesanzeiger Verlag  |                              |  |      |                               |  |
| Bearbeitung<br>Dipl.-Ing. Th. Riemke  |                              | Berechnungsblatt<br>Erstellt: GS, 04.12.2019; Geprüft: xxx     |      | Datum: 29.05.2020             |  |