

Programm BAUGRUBENVERBAU

Das Programm BAUGRUBENVERBAU dient zur Berechnung und Dimensionierung von unverankerten und mehrfach verankerten bzw. abgestützten Baugrubenwänden oder Hangsicherungen, wie Bohlträger-, Spund-, Schlitz- und Bohrpfahlwänden. Diese Wände können nach EAB (Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben, 1994, 2006 und 2012) untersucht werden. Weiterhin lassen sich Ufereinfassungen nach EAU (Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen, 1990, 2004 und 2012) berechnen. Darüber hinaus können Baugrubenwände berechnet werden, die nicht nach den beiden oben genannten Empfehlungen (EAB, EAU) behandelt werden. Berechnungen können nach dem globalen Sicherheitskonzept und mit Teilsicherheitsbeiwerten (EC 7 entsprechend ON EN 1997-1, ON B 1997-1-1, ON B 1997-1-5 nach DIN 1054, 2005.01 oder DIN EN 1997-1(NA), DIN 1054(2010.12)) berechnet werden.

Einflussfaktoren unabhängig vom Wandtyp

- Bohlträger-, Spund-, Schlitz- und Bohrpfahlwände (auch Einzelpfähle), maximal 10-fach gestützt oder verankert.
- Berücksichtigung von maximal 10 Aushubzuständen (Vorbau-, Hauptbau- und Rückbauzustände).
- Berme im Kopfbereich der Baugrube (hinter der Wand).
- Beliebiger horizontal geschichteter Boden, maximal 20 Bodenschichten, unterschiedliche Schichtteilung vor und hinter der Wand zulässig.
- Es können teilkonsolidierte Schichten auf der Erdseite vorgegeben werden; die oberste Schicht kann als Aufschüttung betrachtet werden.
- Der Wandkopf kann frei beweglich, frei drehbar, fest eingespannt oder verschieblich eingespannt sein.
- Die Wand kann nach EAU oder EAB untersucht werden.
- Der aktive Erddruck kann nach ON B 4434, DIN 4085, durch Eingabe der Erddruckbeiwerte oder durch Angabe des Erddruckes an den Schichtgrenzen ermittelt werden. Weiterhin kann ein erhöhter aktiver Erddruck und der Erdruhedruck berücksichtigt werden.
- Bei bindigen Böden kann der Mindesterdruk berücksichtigt werden.
- Eine Erddruckumlagerung kann nach beliebigen Erddruckfiguren erfolgen, wobei auch angegeben werden kann, welcher Erddruck in welchem Bereich umgelagert werden soll.
- Der passive Erddruck kann nach ON B 4434, nach DIN 4085 oder durch Eingabe der Erddruckbeiwerte errechnet werden.
- Als Bodenkennwerte für jede Schicht sind die Wichte γ , γ unter Auftrieb, der Reibungswinkel, die Kohäsion (getrennt für aktiven und passiven Erddruck) und der Wandreibungswinkel (ebenfalls getrennt für aktiven und passiven Erddruck) anzugeben.
- Hinter der Wand kann eine elastische Bettung vorgegeben werden. Diese wird für die Berechnung herangezogen, wenn vor der Wand eine elastische Bettung verwendet wird und es zum Bettungsausfall (Bewegung der Wand zur Erdseite) kommt.

- Hinter der Wand können Erddruck erzeugende Lasten (Flächenlasten, Streifenlasten, Blocklasten, Linienlasten parallel und senkrecht zur Wand und Einzellasten) an der GOK und in beliebiger Tiefe angegeben werden. Es können Lasten aufgrund des Eigengewichtes und Verkehrslasten unterschieden werden, Lasten können zu Lastgruppen zusammengefasst werden, die bei einer Erddruckumlagerung mit berücksichtigt werden können.
- An der Wandhinterseite können Lasten an der Wand angreifen (Horizontal-, Vertikallasten, Momente).
- Als Auflager für die Wand können Anker und Steifen (zusammen maximal 10) vorgesehen werden. Eine horizontale Auflagerverschiebung, eine Federkonstante (gegebenenfalls mit Vorspannung) kann berücksichtigt werden. Bei Ankern kann eine Neigung und die Mindestlänge angegeben werden.

Einflussfaktoren in Abhängigkeit vom Wandtyp

Spundwand

- Stahlgüte
- E-Modul des Stahls
- Gamma des Stahls
- Profilhersteller, Profiltyp (die gebräuchlichen Profile der Hersteller Larssen, Hoesch, Union, Arbed und Peiner sind im Programm bereits gespeichert, zusätzlich können selbst definierte Profile in die Datenbank aufgenommen werden)
- Flächenträgheitsmoment
- es können auch Spundwände mit freien Profilen definiert werden

Schlitzwand

- Betonnennfestigkeit (nach ON B 4700, DIN 1045, DIN 1045-1, EC 2 (ON und DIN))
- E-Modul des Beton
- Gamma des Beton
- Dicke der Schlitzwand
- Flächenträgheitsmoment

Bohrpfahlwand

- Betonnennfestigkeit (nach ON B 4700, DIN 1045, DIN 1045-1, EC 2 (ON und DIN))
- E-Modul des Beton
- Gamma des Beton
- Außenradius der Bohrpfähle
- Abstand der Bohrpfahlachsen
- Belastungsbreite des Bohrpfahles
- Flächenträgheitsmoment

Bohlträgerwand

- Stahlgüte
- E-Modul des Stahl
- Gamma des Stahl
- Profiltyp (für die Profile I, IPE, HEA (IPBI), HEB (IPB), HEM (IPBv) und U sind die Kenndaten dem Programm bereits bekannt).
- Profilhöhe
- Breite des Trägers und gegebenenfalls eine unterschiedliche Breite ab einer gewissen Tiefe für das Bohrloch (z.B. bei Kalkmörtelfuß im Bohrloch)
- Achsabstand der Träger
- Flächenträgheitsmoment

Einflussfaktoren für jeden Aushubzustand

- Vorgabe der Tiefe der Baugrubensohle und Angabe, welche Auflager für den Aushub verwendet werden.
- Angabe des Auflagers, für das eine Auflagerverschiebung für den kommenden Aushub bestimmt werden soll.
- Angabe der Art der Fußlagerung der Wand (horizontal frei verschieblich, Fußtiefe vorgegeben oder erchenbar; horizontal festgehalten mit vorgegebener Fußtiefe; Einspannung oder keine Fußfesthaltung).
- Kote des Grundwasserspiegels vor und hinter der Wand.
- Umströmung der Wand (linearer Strömungsverlauf) und Berücksichtigung der Änderung der Wichte aufgrund der Strömung.
- Berme (hinauf oder hinunter) in der Baugrubensohle.
- Elastische Bettung vor der Wand durch polygonartige Vorgabe der Bettungszahlen.
- Die global angegebenen Erddruck erzeugenden Lasten und die Lasten auf die Wand können im Aushubschritt verändert werden.
- Vorgabe von Erddrücken vor der Wand, die additiv oder alternativ angesetzt werden.
- Vorgabe von Flächenlasten in der Aushubsohle (an der GOK oder in beliebiger Tiefe).
- Vorgabe der Umlagerungsfigur, sofern eine Erddruckumlagerung bei den globalen Angaben vorgesehen wurde.
- Unterschiedlicher Sicherheitsbeiwert für Standsicherheit und Schnittkräfte

Einflussfaktoren für eine Bemessung der Wand

Spundwand

- Bei einer Bemessung können alternative Profile vorgegeben und Normalkräfte berücksichtigt werden, die Lastfälle werden nach EAU oder nach DIN 4124 berechnet.
- Der Tragsicherheitsnachweis kann nach DIN 18800 erfolgen.
- Wird die Bemessung für einen Aushubzustand durchgeführt, so kann eine Momentenausrundung vorgenommen werden.

Schlitzwand

- Bei einer Bemessung nach DIN 1045 können der untere und obere Sicherheitsbeiwert, eine Mindestbewehrung, die Streckgrenze für den Betonstahl und die Normalkräfte berücksichtigt werden.
- Bei einer Bemessung nach ON B 4700 kann der Stahl BSt 220, BSt 420, BSt 500, BSt 550 und BSt 600 getrennt für Biege- und Schubbewehrung gewählt werden, die Neigung der Betondruckstreben für Schubbemessung und die Neigung der Schrägzugbewehrung für Schubbemessung angegeben werden.
- Bei einer Bemessung nach DIN 1045-1 kann der Beton (Normal oder Leichtbeton) entsprechend der Norm ausgewählt werden, als Stahl kann BSt 500 verwendet werden. Die Teilsicherheitsbeiwerte für Beton und Stahl, für ständige Lasten und für Verkehrslasten sind vorzugeben. Weiters kann für die Längsbewehrung die Art der Mindestbewehrung und die Begrenzung der Neutralachse vorgegeben werden, für die Schubbewehrung sind der Winkel zwischen Trägerachse und Bügel und der Winkel der Neigung der Betondruckstreben vorgebar.
- Bei einer Bemessung nach EC 2 (ON EN 1992-1-1, ON B 1992-1-1 oder DIN EN 1992-1-1/(NA)) kann der Beton und der Stahl entsprechend der Norm ausgewählt werden. Die Teilsicherheitsbeiwerte für Beton und Stahl, für ständige Einwirkungen und für die Lastgruppen der veränderlichen Einwirkungen sind vorzugeben. Weiters kann für die Längsbewehrung die Mindestbewehrung berücksichtigt werden, für die Schubbewehrung sind der Winkel zwischen Trägerachse und Bügel und der Winkel der Neigung der Betondruckstreben vorgebar. Ein Rissenachweis kann geführt werden, dabei kann die Stahlspannung vom Anwender begrenzt werden.
- Weiterhin kann bei einer Bemessung der Querschnitt der Schlitzwand (Dicke, Randabstand außen und innen, Bewehrungssymmetrie, Belastungsbreite, Schlitzbreite, Korbbreite, Querschnittsfläche des Stahls außen und innen und Stabdurchmesser des Stahls außen und innen) voll berücksichtigt werden.
- Wird die Bemessung für einen Aushubzustand durchgeführt, so kann eine Momentenausrundung vorgenommen werden.

Bohrpfahlwand

- Bei einer Bemessung nach DIN 1045 können der untere und obere Sicherheitsbeiwert, eine Mindestbewehrung, die Streckgrenze für den Betonstahl und die Normalkräfte berücksichtigt werden.

- Bei einer Bemessung nach ON B 4700 kann der Stahl BSt 220, BSt 420, BSt 500, BSt 550 und BSt 600 getrennt für Biege- und Schubbewehrung gewählt werden, die Neigung der Betondruckstreben für Schubbemessung und die Neigung der Schrägzugbewehrung für Schubbemessung angegeben werden.
- Bei einer Bemessung nach DIN 1045-1 kann der Beton (Normal oder Leichtbeton) entsprechend der Norm ausgewählt werden, als Stahl kann BSt 500 verwendet werden. Die Teilsicherheitsbeiwerte für Beton und Stahl, für ständige Lasten und für Verkehrslasten sind vorzugeben. Weiters kann für die Längsbewehrung die Art der Mindestbewehrung und die Begrenzung der Neutralachse vorgegeben werden, für die Schubbewehrung sind der Winkel zwischen Trägerachse und Bügel und der Winkel der Neigung der Betondruckstreben vorgebar.
- Bei einer Bemessung nach EC 2 (ON EN 1992-1-1, ON B 1992-1-1 oder DIN EN 1992-1-1(NA)) kann der Beton und der Stahl entsprechend der Norm ausgewählt werden. Die Teilsicherheitsbeiwerte für Beton und Stahl, für ständige Einwirkungen und für die Lastgruppen der veränderlichen Einwirkungen sind vorzugeben. Weiters kann für die Längsbewehrung die Mindestbewehrung (Mindeststützenbewehrung) berücksichtigt werden, für die Schubbewehrung sind der Winkel zwischen Trägerachse und Bügel und der Winkel der Neigung der Betondruckstreben vorgebar. Ein Rissenachweis kann geführt werden, dabei kann die Stahlspannung vom Anwender begrenzt werden.
- Weiters kann bei einer Bemessung der Radius der Grundbewehrung, die Querschnittsfläche der Grundbewehrung, der Radius und der Bereich einer Zulagebewehrung berücksichtigt werden.
- Wird die Bemessung für einen Aushubzustand durchgeführt, so kann eine Momentenausrundung vorgenommen werden.

Bohlträgerwand

- Bei einer Bemessung können die Normalkräfte berücksichtigt und der Lastfall nach EAU oder nach DIN 4124 gerechnet, und der Bohlträger kann gegen Verdrehen gesichert werden.
- Der Tragsicherheitsnachweis kann nach DIN 18800 erfolgen.
- Wird die Bemessung für einen Aushubzustand durchgeführt, so kann eine Momentenausrundung vorgenommen werden.

Nachweise bzw. Ergebnisse der Berechnung für jeden Aushubzustand

- Tiefe des Fußpunktes der Wand (falls nicht vorgegeben) und Einbindetiefe
- Unterschiedliche Sicherheitsnachweise für Standsicherheit und Schnittkräfte
- Druckverlauf für aktiven Erddruck, passiven Erddruck, umgelagerter Erddruck (auch in Abhängigkeit von Lastgruppen), Wasserdruck
- Verlauf der Schnittkräfte (Horizontaldruck, Durchbiegung, Moment, Querkraft und Normalkraft)
- Extremwerte der Schnittkräfte (maximales und minimales Moment mit zugehöriger Querkraft und Normalkraft und maximale und minimale Querkraft mit zugehörigem Moment und zugehöriger Normalkraft)
- Nachweis der Festhaltekräfte

- Auflagerkräfte (auch im Wandfuß)
- Aufnahme der Bettungskräfte
- Gleichgewicht der Vertikalkräfte
- Spannungsnachweis (zulässige und vorhandene Druck-, Zug- und Schubspannung)
- Bestimmung der Ankerlängen mit Nachweis in der tiefen Gleitfuge (sofern Anker vorgegeben)
- Nachweis des hydraulischen Grundbruchs und notwendige Einbindetiefen für den ebenen und räumlichen Fall nach Ziegler (2009).
- Nachweis des Böschungsbruchs (Gleitkreise nach *Bishop*)
- Nachweis der Summe der Horizontalkräfte (Gleichgewicht der Horizontalkräfte bei Trägerbohlwänden).

Ergebnisse aus der Bemessung für einen Aushubzustand

Schlitzwand

- Biege-, Schub- und Rissnachweis nach DIN 1045
- Biege-, Schub- und Rissnachweis nach ON B 4700
- Biege-, Schub- und Rissnachweis nach DIN 1045-1
- Biege-, Schub- und Rissnachweis nach EC 2 (ON oder DIN)
- Stützmomentenausrundung

Bohrpfahlwand

- Biege- und Schubnachweis nach DIN 1045
- Biege-, Schub- und Rissnachweis nach ON B 4700
- Biege-, Schub- und Rissnachweis nach DIN 1045-1
- Biege-, Schub- und Rissnachweis nach EC 2 (ON oder DIN)
- Stützmomentenausrundung

Trägerbohlwand

- Spannungsnachweis (Normal-, Schub- und Vergleichsspannung)

Spundwand

- Spannungsnachweis
- Auswahl des günstigsten Profils aus den Profilen, die für eine Bemessung vorgegeben werden

Zusammenfassung der Ergebnisse für einen Aushubschritt

- Die wesentlichen Ergebnisse der einzelnen Nachweise und der Schnittkraftverlauf wird auf einer Seite zusammen gefasst.

Ergebnisse aus der Extremwertbildung und der zugehörigen Bemessung

- Extremwerte der Aushubzustände (Schnittkräfte für Biegebemessung und Schubbemessung)
- Nachweise für Bemessung entsprechend des Wandtyps und analog zu einem Aushubzustand

Systemskizze

