

DC-Baugrube

Inhaltsverzeichnis

Inhalt des Programms DC-Baugrube	3
Zusatzoptionen zu DC-Baugrube	3
Vorgehensweise	4
Normdefinition	7
Berechnung nach Eurocode 7	12
Bemessung nach Eurocode 2	15
Bemessung nach Eurocode 3	19
Menü und Bedienelemente	21
Werkzeugleiste	21
Funktionsleiste (links)	22
Drucken	23
Export	24
Menü Projekt	25
Parameter für das Verfahren nach Aulbach und Ziegler	29
Menü Bauteile	32
Wandkörper	32
Wandkörper-Parameter	33
Profile bearbeiten	37
Teilen	38
Vereinigen	38
Anker	38
Fundament	40
Menü Gelände	41
Böschungen	41
Erdschichten	41
Mantelreibung	43
Punktkoordinaten ändern	44
Wasserstand ändern	44
Menü Lasten	45
Einzellasten	45
Streckenlasten	45
Erdbebenlast	47
Menü Aushub	48
Neu	48
Allgemeines	49
Anker	51
Erddruckvorgabe	52
Wasserdruckvorgabe	53
Vorgabe passiver Erddruck	53
Bettungszahlen	53
Nachweise	54
Erddruckumlagerung Ruhedruck	54

Erddruckumlagerung aktiv	55
Böschungen	57
Menü Start	58
Berechnung	58
Bemessung	59
Grafik	59
Ergebnisse	61
Zur Eingabe	61
Kennwort-Eingabe	61
Zeichnen	62
Menü Einstellung	63
Konfiguration - Verwaltung	63
Menü Ansicht	64
Berechnung	65
Hinweise zur Ausgabe	66
Ergebnisse	66
Anker	66
Durchführung der Bemessung	67
Bemessung Bohrpfahlwand	68
Bemessung Bohrpfahlwand überschnitten	70
Bemessung Bohrpfahlwand aufgelöst, gerade Ausfachung	71
Bemessung Bohrpfahlwand aufgelöst, gebogene Ausfachung	73
Bemessung Steckträger	75
Bemessung Schlitzwand	77
Bemessung Spundwand	79
Bemessung Trägerbohlwand	81
Bemessung der Ausfachung - Allgemeines	82
Bemessung der Ausfachung in Holz	83
Bemessung der Ausfachung in Beton	84
Bemessung der Ausfachung in Stahl	84
Bemessung MIP (Mixed In Place)	85
Querkraftbemessung nach DIN 1045-1 und EC 2	87
Querkraftbemessung nach Bender & Mark	89
Bemessung Anker	91
Bemessung Ankerdefinition	93
Bemessung des Anker-Verpresskörpers	94
Bemessung Gurtung	96
Stahl-Bemessung nach Eurocode 3	99
Bemessung mit Schöck ComBAR	105
Bemessung der Gebrauchstauglichkeit	107
Bemessung - Bewehrung	111
Dateien für DC-Software	113

Hinweis:

Die Berechnung wird im separaten Dokument [DCBbaug-Berechnung.pdf](#) beschrieben.

Inhalt des Programms DC-Baugrube

Das Programm DC-Baugrube dient zur Berechnung von Baugrubenwänden:

- Bohrfahlwände,
- Schlitzwände,
- Spundwände,
- Trägerbohlwände und
- MIP (Mixed In Place).

Eine Baugrubenwand, die aus unterschiedlichen Abschnitten, wahlweise geneigt, bestehen kann, wird belastet durch

- aktiven, erhöhten aktiven oder Erdrudruck hinter der Wand
- passiven Erddruck vor der Wand
- Wasserdruck vor und hinter der Wand
- Auflasten (Kräfte und Momente) an der Wand
- Auflasten (begrenzte und unbegrenzte Flächenlasten) auf dem Gelände als ständige oder Verkehrslasten.

Dabei wird berücksichtigt, dass bei einer Neigung der Wand der Erddruck abhängig vom Neigungswinkel auftritt. Zusätzlich verläuft bei geneigter Wand die Schwerachse schräg, so dass Horizontal- und Vertikallasten in Anteile längs und quer zur Systemachse umgerechnet werden. Die Schnittgrößenberechnung für den Wandkörper erfolgt am geknickten Stabzug, also unter Berücksichtigung eventueller Knicke in der Schwerachse.

Der Baugrund kann beliebig geschichtet sein. Der Wasserstand wird durch Verwendung der Wichte unter Auftrieb automatisch berücksichtigt. Das Gelände kann - ausgehend vom Wandkopf - bis zu zwei Böschungen oder Geländesprünge aufweisen, ebenso eine Böschung in der Baugrube. Die Auswirkungen auf den Erddruckverlauf, ebenso bei Auflasten auf dem Gelände, wie z.B. der Verlauf der Auswirkung begrenzter Auflasten bei Ruhedruck nach Fröhlich, werden vom Programm automatisch bestimmt.

Bei unterschiedlichen Wasserständen vor und hinter der Wand und durchlässigen Schichten wird der Strömungsdruck berücksichtigt. Zusätzlich wird der Nachweis der Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch durchgeführt.

Für den Erddruck sind verschiedene Umlagerungsfiguren wählbar.

Die Wand wird berechnet als Kragträger bzw. als Ein- oder Mehrfeldträger. Der Wandfuß kann horizontal verschieblich, horizontal gehalten (z.B. in Fels), eingespannt nach Blum oder kontinuierlich gelagert sein, wahlweise mit elastischer Bettung, die auf Anforderung adaptiv an den passiven Erddruck als Maximalwert angepasst wird. Anker können als Auflager (Berechnung der Ankerkraft = Auflagerkraft) oder als vorgegebene Kräfte (Ankerkraft = Einzellast) angesetzt werden. In verschiedenen Aushubzuständen kann die erforderliche Wandlänge wahlweise iteriert werden.

Die Erddruckverteilungen, Belastung und Schnittgrößen der Wand sowie Verformungen werden detailliert ausgegeben. Die erforderlichen Ankerlängen können über den Nachweis der tiefen Gleitfuge bestimmt werden, mit detailliertem Ausdruck von Ankerlage, Neigung, Kraft, Länge und Sicherheitsfaktor sowie auf Wunsch der am Nachweis beteiligten Kräfte.

Zusatzoptionen zu DC-Baugrube

DC-Baugrube/Bemessung ist eine Zusatzoption zum Programm DC-Baugrube, mit der die [Bemessung](#) der Wandtypen, Ausfachungen, Anker und Gurtungen erfolgen kann.

DC-Baugrube Bemessung/Bewehrung ist eine Zusatzoption zu DC-Baugrube/Bemessung, mit der die [Bewehrung](#) über die Zugkraftdeckungsline gestaffelt werden kann.

DC-Riss ist eine Zusatzoption zum Programm DC-Baugrube/Bemessung, mit der die Nachweise zur [Gebrauchstauglichkeit](#) (GZG) im Rahmen der Stahlbetonbemessung geführt werden können.

Vorgehensweise

Hinweis: Grundsätzliche allgemeine Beschreibungen finden Sie im Dokument [DC-Bedienungsgrundlagen](#).

Beim ersten Programmstart wird abgefragt, in welcher Sprache und nach welcher Norm Sie arbeiten möchten. Näheres hierzu siehe DC-Bedienungsgrundlagen, Kapitel [Initialisierung](#).

Projektdatei

Nach dem Start des Programms DC-Baugrube erstellen Sie zunächst eine neue Projektdatei oder öffnen eine bereits vorhandene Datei (z.B. die mitgelieferte Datei Demo).

Siehe hierzu DC-Bedienungsgrundlagen, Kapitel [Datei](#).

In einem vorhandenen Projekt können Sie alle Elemente durch Doppelklick mit der linken Maustaste bearbeiten. Im Folgenden wird die Vorgehensweise beim Erstellen eines neuen Projektes beschrieben.

Erstellen eines neuen Projektes

Es wird ein Koordinatenbereich mit einem roten Koordinatenkreuz angezeigt. Die aktuellen Koordinaten laufen beim Bewegen der Maus in der Koordinatenanzeige mit ([Werkzeugleiste](#)). Es ist standardmäßig ein Koordinatenraster von 0.5 x 0.5 m eingestellt, auf das die Koordinaten beim Klicken mit der linken Maustaste gerundet werden. Das Raster kann über Einstellung - [Rasterabstand](#) verändert werden. Wahlweise können jederzeit ungerade Koordinaten über [Tastatureingabe](#) vorgegeben werden – siehe auch Einstellung - [Raster Ein/Aus](#).

Grundparameter

Die Grundparameter, wie z.B. Art des Erddrucks (aktiv, erhöht aktiv, Ruhedruck), Grundwasserstand,

Sicherheitsfaktor für den passiven Erddruck, Festhaltung des Wandkopfs, usw., werden über das Symbol  oder den Menüpunkt [Projekt -Parameter](#) eingegeben. Hier kann auch die gewünschte Berechnungs- und [Bemessungsnorm](#) eingestellt werden.

Baugrubenwand

Die Eingabe der Baugrubenwand beginnen Sie mit dem Symbol  oder über den Menüpunkt [Bauteile - Wandkörper](#). Es wird der Verlauf der Schwerachse als Linienzug eingegeben, d.h. die Wand kann schräg sein und aus verschiedenen Abschnitten bestehen. Durch Klicken mit der linken Maustaste werden die einzelnen Punkte angegeben, durch Klicken mit der rechten Maustaste nach Eingabe des letzten Punktes wird die Wandeingabe beendet. Im Normalfall wird die Baugrubenwand senkrecht verlaufen und aus zwei Punkten bestehen, so dass z.B. auf die Koordinaten (0,0) und (0,-7) mit der linken Maustaste geklickt und danach mit der rechten Maustaste die Wandeingabe beendet wird. Die Koordinaten der einzelnen Punkte können später jederzeit durch Doppelklick auf den Punkt verändert werden. Ebenso kann die Iteration der erforderlichen Wandlänge beim jeweiligen [Aushubzustand](#) angefordert werden.

Nach Beendigung des Wandverlaufs wird die [Art der Wand](#) abgefragt, d.h. Bohrpfahlwand, Schlitzwand, Spundwand, Trägerbohlwand oder MIP (Mixed In Place).

Nach Wahl des Wandtyps kann auf die Seite der speziellen Wandparameter durch Klicken auf die Seitenüberschrift („Reiter“), z.B. „Spundwand“, geschaltet werden. Dort werden die für die Berechnung erforderlichen Parameter, z.B. Trägheitsmoment, Fläche, usw. angegeben. Für Bohrpfahlwände sind hier nur Durchmesser und Abstand (> 0 = aufgelöst, = 0 = tangierend, < 0 = überschritten) anzugeben. Die sich daraus ergebenden Werte werden automatisch bestimmt. Bei Spundwänden, Trägerbohlwänden und MIP stehen eine große Zahl von Profilen zur Auswahl zur Verfügung, deren Parameter dann automatisch eingesetzt werden. Über „Neu“ kann die Profilauswahl selbst ergänzt werden.

Schichten

Bei Beendigung der Wandeingabe werden automatisch die Parameter der ersten Schicht, wie Name, Reibungswinkel, Wandreibungswinkel, Kohäsion, Wichte, usw. abgefragt. Weitere Schichten mit

waagrecht Verlauf können über das Symbol  oder den Menüpunkt [Gelände - Erdschichten](#) und Anklicken der Lage ihrer Oberkante eingegeben werden. Mit der rechten Maustaste wird die Schichteingabe beendet. Durch Doppelklick auf die Schichtlinie oder darunter kann eine Schicht jederzeit wieder verändert werden.

Böschungen und Lasten

Maximal zwei Geländeböschungen oder Bermen hinter der Wand werden über das Symbol  oder [Gelände - Böschungen](#) definiert, eine Berme in der Baugrubensohle nach Eingabe des jeweiligen

Aushubzustandes über  oder [Aushub - Böschungen](#).

Einzellasten auf die Baugrubenwand können mit dem Symbol  oder über den Menüpunkt [Lasten - Einzellasten](#), Flächenlasten auf dem Gelände über  oder [Lasten - Steckenlasten](#) angefordert werden. Bei letzteren kann „unendlich ausgedehnt“ angeklickt werden, da in der Berechnung großflächige Auflasten und begrenzte Blocklasten unterschiedlich behandelt werden.

Wichtig: es werden vom Programm keine automatischen Lastfall-Kombinationen vorgenommen. Jeder Lastfall (der einer Lastfall-Kombination entspricht) wird einzeln so berechnet wie eingegeben. Ist also z.B. eine Berechnung mit ständigen Lasten und eine Berechnung mit ständigen + veränderlichen Lasten gewünscht, dann sind zwei Lastfälle einzugeben: der erste enthält die ständigen Lasten, der zweite die ständigen und die veränderlichen Lasten.

Aushubzustände und Anker

Bauzustände (Aushübe) können als Vorbau- oder Rückbauzustände über das Symbol  oder den Menüpunkt [Aushub - Neu](#) durch Anklicken in ihrer Tiefe eingegeben werden. Zusätzlich zu den Grundparametern des Aushubs wie Name, Tiefe, Wasserstand vor der Wand, Lagerung des Wandfußes und zugehörige Anker können auf verschiedenen Seiten eine Reihe von speziellen Vorgaben gewählt werden, wie Erddruckumlagerungen, Vorgaben von Erd- und Wasserdrücken, Bettungszahlen, usw. Zu beachten ist, dass Erddruck- und Wasserdruckvorgaben für folgende Aushubzustände so lange gelten, bis eine erneute Vorgabe definiert wird.

In der Tabelle „Zugehörige Anker“ können, falls bereits Anker eingegeben wurden, diejenigen ausgewählt werden, die im aktuellen Aushub wirken sollen. Die Ankertiefe ist anzuklicken, so dass sie blau hinterlegt ist. Anker mit Tiefen auf weißem Grund sind in diesem Aushub nicht aktiv. Wahlweise können auch bei der Ankereingabe die zugehörigen Aushubzustände markiert werden.

Die Eingabe von Aushubzuständen wird durch die rechte Maustaste beendet, vorhandene Aushübe können dann durch Doppelklick auf die Aushubsohle verändert werden.

Anker und Steifen werden über das Symbol  oder [Bauteile - Anker](#) eingegeben. Durch Ziehen einer Linie vom Ansatzpunkt bis zum Ende des Ankers wird ein Anker gezeichnet. Tiefe und Neigung können im darauf folgenden Dialog noch genau eingegeben werden. Sind bereits Aushubzustände eingegeben, können beim Anker diejenigen markiert werden (blau hinterlegt), in denen der Anker wirken soll. Anker, die noch keinem Aushub zugeordnet wurden und die deshalb inaktiv sind, werden grau dargestellt. Mit der rechten Maustaste wird die Eingabe der Anker beendet.

Berechnung, Bemessung, Grafik und Ergebnisse

Die Berechnung der Baugrube kann über das Symbol  oder [Start - Berechnung](#) gestartet werden, wenn die Wand und zumindest ein Aushubzustand eingegeben wurde. Der Fortschritt und das Ende der Berechnung wird unten in der Statuszeile angezeigt.

Nach erfolgter Berechnung kann die Bemessung der Bauteile (Wand, Ausfachung, Anker, Gurtung) über das Symbol  oder [Start - Bemessung](#) gestartet werden, wenn die Option DC-Baugrube Bemessung erworben wurde. Jeder Wandabschnitt kann getrennt bemessen werden. Hierfür können evtl. vorhandene mehrere Abschnitte aus einer Liste ausgewählt werden. Die Bemessung der Anker erfolgt zentral auf einer eigenen Seite, die der Gurtungen auf der entsprechenden Seite für jede Ankerlage getrennt. Die Schnittgrößen werden hierfür automatisch aus der Berechnung übernommen und z.B. bei Trägerbohlwänden je Träger umgerechnet. Wahlweise kann die Übernahme auch ausgeschaltet und andere Schnittgrößen vorgegeben werden.

Die Ergebnisgrafik wird über das Symbol  oder [Start - Grafik](#) angewählt werden. Neben dem Übersichtsbild stehen Grafiken für Geometrie und Lasten, Erd- und Wasserdrücke, Schnittgrößen und Verformung sowie die Einhüllende über alle Aushübe zur Verfügung. Über die Bild-Tasten (Bild nach unten / Bild nach oben) neben der *Pos1*- und *Ende*-Taste können sie durch die einzelnen Grafikseiten blättern. Die Diagramme können wahlweise auch auf Einzelblättern dargestellt werden.

Über das Symbol  oder [Start - Ergebnisse](#) stehen die Berechnungsergebnisse in Textform zur Verfügung. Grafiken, Bemessung und Textergebnisse können jeweils einzeln ausgedruckt werden. Bei Anforderung des Drucks über  oder [Datei - Drucken](#) können die gewünschten Ergebnisse ausgewählt werden.

Hinweis zu Updates

Wird bei einem Update eine erweiterte Parameterdatei geliefert (die Parametervorschläge für Profile, Anker usw. enthält), bleiben selbst definierte Einträge erhalten. Falls für vorhandene Profile usw. neue Daten zur Verfügung stehen, kann gewählt werden, ob die Werte aus den Originaldaten von DC-Software oder aus den eigenen Daten im Konfigurationsverzeichnis übernommen werden sollen.

Normdefinition

Über Projekt – Parameter, Button „Norm Berechnung/Bemessung“ oder das Symbol  kann die gewünschte Norm für Berechnung und Bemessung eingestellt werden:

Norm Berechnung/Bemessung ✕

Berechnungsnorm:

DIN 1054:1976	DIN 1054:2005	Eurocode 7	SIA 267	BS 8002	Frei	Frei	Frei
---------------	---------------	-------------------	---------	---------	------	------	------

gew.: Deutschland
DIN EN 1997-1

Ansatz der Sicherheiten:

Wandlänge

- Teilsicherheitsbeiwerte
- Schichpar. Widerstand
- Erddruck. Widerstand
- Einwirkungen
- Gamma global
- Gamma = 1

Schnittgrößen

- Teilsicherheitsbeiwerte
- Schichpar. Widerstand
- Erddruck. Widerstand
- Einwirkungen
- Gamma global
- Gamma = 1

Wie bei Wandlänge!

Verformung

- Teilsicherheitsbeiwerte
- Schichpar. Widerstand
- Erddruck. Widerstand
- Einwirkungen
- Gamma global
- Gamma = 1

Ankerlängen

- Teilsicherheitsbeiwerte
- Schichpar. Widerstand
- Erddruck. Widerstand
- Einwirkungen
- Gamma global
- Gamma = 1

Lastfalltypen BS-P/BS-T/BS-A verwenden Lastfalltyp BS-T/A verwenden

Sicherheitsbeiwerte Einwirkungen	BS-P	BS-T	BS-A	BS-T/A
Aktiver Erddruck NW-V. 2	1.350	1.200	1.100	1.150
Erdrhedruck NW-V. 2	1.200	1.100	1.000	1.050
Wasserdruck Einwirk. NW-V. 2	1.350	1.200	1.100	1.150
Ständ. Last aktiv NW-V. 2	1.350	1.200	1.100	1.150
Ständ. Last Ruhe NW-V. 2	1.350	1.200	1.100	1.150

Sicherheitsbeiwerte Einwirkungen	BS-P	BS-T	BS-A	BS-T/A
Verkehrslasten NW-V. 2	1.500	1.300	1.100	1.200
Verkehrsl. Eisenbahn NW-V. 2	1.500	1.300	1.100	1.200

Sicherheitsbeiwerte Widerstände	BS-P	BS-T	BS-A	BS-T/A
Passiver Erddruck	1.400	1.300	1.200	1.250
Wasserdruck (günst. Einwirk.)	1.000	1.000	1.000	1.000
Gleitwiderstand Nw-V. 2	1.100	1.100	1.100	1.100
Ankerstahl Nw-V. 2	1.150	1.150	1.150	1.150
Herausziehwiderstand	1.100	1.100	1.100	1.100
Mantelreibung/Spitzendruck	1.400	1.400	1.400	1.400

Für Einwirkungen:
 "NW-V.2" entspricht Nachweisverf. 2 oder Nachweisverf. 1, Kombination 1
 "NW-V.3" entspricht Nachweisverf. 3 oder Nachweisverf. 1, Kombination 2

Bemessung:

Eurocode 2 / 3	DIN 1045 / 18800	DIN 1045-1 / 18800	SIA 262 / 263	ÖNORM B 4700	BS 8110 / 5950	IS 456 / 800 (Indien)
-----------------------	------------------	--------------------	---------------	--------------	----------------	-----------------------

gew.: Deutschland
DIN EN 1992 / DIN EN 1993

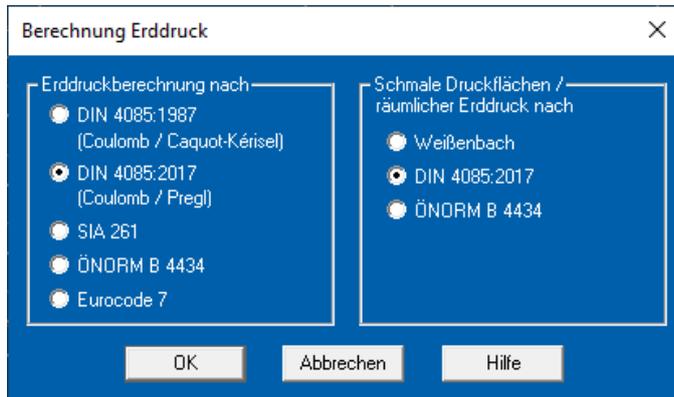
Spezielle Sicherheitsbeiwerte für Grenzzustand GZ 1A, EAB 2006 und EAU 2004 können über die Schaltfläche „Beiwerte...“ in einem eigenen Dialogfeld definiert werden.

Sicherheitsbeiwerte EAB / EAU / GZ HYD ✕

	BS-P	BS-T	BS-A	BS-T/A
Strömungskraft ungünstig GZ HYD	1.900	1.900	1.450	1.675
Strömungskraft günstig GZ HYD	1.450	1.450	1.250	1.350
Wasserdruck red. (EAU2020)	1.200	1.100	1.000	1.050
Passiver Erdd. red. (EAU 2020)	1.200	1.150	1.100	1.130
Passiver Erdd. red. (EAB 2021)	1.000	1.000	1.000	1.000

Die Ansätze für die Erddruckberechnung sowie für den räumlichen Erddruck vor schmalen Druckflächen werden über die Schaltfläche „Berechnung Erddruck“ eingestellt. Wichtig: für Deutschland ist die DIN 4085 maßgebend. Die Erddruckberechnung nach Eurocode 7 (Anhang C.2) sollte nur für andere Länder verwendet

werden, wenn keine nationale Norm vorhanden ist. Die im Eurocode 7 angegebenen Formeln basieren auf der dänischen Norm.



Normen für die Berechnung

- DIN 1054:1976 (bisherige Berechnung mit globalen Sicherheiten)
- DIN 1054:2005 (neuere Norm mit Teilsicherheitsbeiwerten) einschl. Berichtigung 3 (2008)
- Eurocode 7 für verschiedene Länder
- SIA 267 (Swisscode mit Teilsicherheitsbeiwerten) für die Schweiz
- British Standard BS 8002
- Freie Norm-Definitionen

Normen für die Bemessung

- DIN 1045 (Stahlbeton) und DIN 18800 (Stahl)
- Eurocode 2 (Stahlbeton) und Eurocode 3 (Stahl) für verschiedene Länder
- DIN 1045-1 und DIN 18800
- SIA 262 (Stahlbeton) und SIA 263 (Stahl) für die Schweiz
- ÖNORM B 4700 (Stahlbeton) für Österreich (Stahl nach DIN 18800)
- British Standard BS 8110 (Stahlbeton) und BS 5950 (Stahl)
- Indische Norm IS 456 (Stahlbeton) und IS 800 (Stahl)

Bei der Auswahl der Berechnungsnorm werden die zugehörigen Parameter automatisch eingestellt. Die Vorgehensweise zur Berechnung der Wandlänge, der Schnittgrößen, der Verformung und der Ankerlängen sowie ob getrennte Sicherheitsbeiwerte für die Lastfälle LF1, LF2, LF3 und LF2/3 (nach EAB) bzw. Bemessungssituationen BS-P, BS-T, BS-A und BS-T/A zu verwenden sind, werden bei den vorhandenen Normen fest eingestellt und können nicht verändert werden (außer bei den Eurocode-Einstellungen). Die Sicherheitsbeiwerte werden gemäß Norm vorgeschlagen und können wahlweise geändert werden. Die Sicherheiten für die Lasten sind hier als Standardwerte anzusehen. Bei den einzelnen [Lasten](#) können unterschiedliche Sicherheitsfaktoren für spezielle Fälle angegeben werden.

Zusätzlich zu den definierten Normen stehen drei Einstellmöglichkeiten für frei definierbare Normen zur Verfügung. Hier können unter beliebigen Namen eigene Einstellungen vorgenommen werden, wobei auch die Vorgehensweisen zum Ansatz der Sicherheitsbeiwerte und der Unterscheidung nach LF1,LF2,LF3,LF2/3 bzw. BS-P,T,A oder T/A eingestellt werden können. Damit kann auch eine Berechnung nach anderen als den vorgegebenen Normen erfolgen.

Ist die Option „Lastfalltypen LF1/LF2/LF3 verwenden“ und evtl. „LF2/3 verwenden“ (bzw. BS-P/T/A und BS-T/A verwenden) aktiv, dann stehen für jede Art von Sicherheitsbeiwert drei bzw. vier unterschiedliche Werte für die jeweiligen Lastfalltypen zur Verfügung. Welcher Lastfall welchem Typ 1, 2, 3 oder 2/3 bzw. der Bemessungssituation BS-P, T, A oder T/A entspricht, kann bei der Eingabe der [Lasten](#) angegeben werden. Sind keine Lasten vorhanden, d.h. Berechnung nur unter Eigengewicht, dann kann unter Projekt - [Parameter](#) der Lastfalltyp für Eigengewicht ausgewählt werden. Ist die Option „Lastfalltypen LF1/LF2/LF3 verwenden“ ausgeschaltet, dann ist für jede Art von Sicherheitsbeiwert ein Wert vorhanden.

Hinweis: der Lastfalltyp LF 2/3 ist nur in der EAB definiert. Für dort nicht vorkommende Sicherheitsbeiwerte, wie z.B. die reduzierten Sicherheiten nach EAU, wurden analog interpolierte Werte vordefiniert. Da jedoch in EAU kein LF 2/3 vorgesehen ist, erfolgt eine Warnung, wenn bei einem Lastfall LF 2/3 ausgewählt und gleichzeitig eine Option nach EAU gewählt wurde (reduzierte Sicherheiten, Rammtiefenzuschlag, teilweise Einspannung oder Umlagerungsfiguren nach EAU).

Für die Erddruckberechnung stehen folgende Ansätze zur Verfügung:

- Berechnung nach DIN 4085:1987 bzw. Coulomb, passiver Erddruck mit gekrümmten Gleitflächen nach Caquot-Kérisel oder
- Berechnung nach DIN 4085:2017 bzw. Coulomb mit speziellen Ansätzen für den Erddruck aus Auflasten und die Erddruckverteilung aus Blocklasten, passiver Erddruck mit gekrümmten Gleitflächen nach Pregl (standardmäßig eingestellt bei Berechnung nach DIN 1054:2005 oder Eurocode 7 Deutschland)
- Berechnung nach SIA 261 für die Schweiz
- Berechnung nach Eurocode 7, Anhang C.2

Der räumliche Erddruck vor schmalen Druckflächen (z.B. für Trägerbohlwände) erfolgt nach

- Weißenbach
- DIN 4085:2017 oder
- ÖNORM B 4434

Bei Wahl der DIN 1054:2005 oder Eurocode 7 für Deutschland wird die Berechnung nach DIN 4085:2017 voreingestellt, bei Berechnung nach SIA 261 der Erddruck nach SIA 261, bei Eurocode 7 für Österreich die ÖNORM B 4434, bei Eurocode 7 für andere Länder der Erddruck nach Eurocode 7, sonst DIN 4085:1987 und Weißenbach.

Im Einzelnen sind bei den vordefinierten Normen die folgenden Vorgehensweisen eingestellt:

1. DIN 1054:1976

Die gesamte Berechnung erfolgt mit globaler Sicherheit, d.h. die Lasten werden ohne Sicherheitsfaktor angesetzt und der passive Erddruck um die Sicherheit η_p (standardmäßig = 1.50) vermindert. Im Nachweis der schmalen Druckflächen nach Weißenbach wird die angesetzte Sicherheit um 0.50 erhöht, d.h. ein Standardwert von 2.0 angesetzt. Für die Bestimmung der Ankerlängen im Nachweis der tiefen Gleitfuge ist eine globale Sicherheit von ebenfalls standardmäßig = 1.50 einzuhalten.

2. DIN 1054:2005

Die DIN 1054 unterscheidet vier Grenzzustände:

- GZ 1A = Grenzzustand des Verlustes der Lagesicherheit
- GZ 1B = Grenzzustand des Versagens von Bauwerken und Bauteilen
- GZ 1C = Grenzzustand des Versagens der Gesamtstandsicherheit
- GZ 2 = Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Im Dialogfeld entspricht der erste Eintrag („Schichtpar. Widerstand“, d.h. Sicherheiten für Widerstände in die Schichtparameter einrechnen) dem Grenzzustand GZ 1C, der zweite Eintrag („Erddruck Widerstand“, d.h. Sicherheiten für die Widerstände in den passiven Erddruck einrechnen) dem GZ 1B.

Für die Bestimmung der Wandlänge ist der Grenzzustand GZ 1B maßgebend, d.h. Sicherheiten sind sowohl auf die Einwirkungen (Lasten, Erddruck) als auch auf den Widerstand als Erddruck anzusetzen. Zur Bestimmung der Schnittgrößen wird ebenfalls der GZ 1B angesetzt.

Die Berechnung der Verformungen erfolgt charakteristisch, d.h. mit einer Sicherheit von 1.0 nach GZ 2, da es sich um einen Gebrauchstauglichkeitsnachweis handelt. Für die Bestimmung der Ankerlängen wird ebenfalls der GZ 1B angesetzt, siehe Entwurf zur DIN 1054 (2000) bzw. EAB.

Für den Nachweis des hydraulischen Grundbruchs ist der Grenzzustand GZ 1A anzusetzen. Für den Nachweis gegen Geländebruch ist der GZ 1C maßgebend, in dem bei den Widerständen die Sicherheiten auf die Schichtparameter (Reibung $\tan\phi$ und Kohäsion c) anzusetzen sind. Siehe hierzu Programm DC-Böschung.

Nach DIN 1054:2005 sind die Lastfalltypen LF1/LF2/LF3 zu verwenden:

- LF 1 = maßgebend für alle ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen, außer Bauzustände
- LF 2 = vorübergehende Beanspruchungen der Gründung in Bauzuständen (= Regelfall nach EAB, EB 24)
- LF 3 = außergewöhnliche Bemessungssituationen (= Ausnahmefall nach EAB, EB 24)
- Zusätzlich wurde in EAB der Lastfalltyp LF 2/3 für Sonderfälle nach EB 24 definiert mit Sicherheitsbeiwerten, die zwischen LF 2 und LF 3 interpoliert wurden. Sicherheitsbeiwerte, die in EAB nicht aufgeführt sind, wurden analog interpoliert.

3. Eurocode 7

Bei der Berechnung nach Eurocode 7 werden unterschiedliche Nationale Anhänge sowie nationale Normen wie DIN 1054:2010 für Deutschland oder NTC 2018 für Italien berücksichtigt. Es werden alle Nachweisverfahren unterstützt. Näheres siehe im Kapitel "[Berechnung nach Eurocode 7](#)".

4. SIA 267 (Swisscode)

In der SIA sind die Grenzzustände (bei sonst gleicher Bedeutung) als GZ Typ 1, GZ Typ 2, GZ Typ 3 und GZ der Gebrauchstauglichkeit bezeichnet.

Für die Bestimmung der erforderlichen Wandlänge und der Schnittgrößen wird der Grenzzustand Typ 2 berechnet. Wie bei DIN 1054 wird im GZ Typ 2 der Sicherheitsbeiwert für die Widerstände auf den passiven Erddruck angesetzt.

Die Berechnung der Verformungen erfolgt charakteristisch, d.h. mit einer Sicherheit von 1.0 nach GZ Gebrauchstauglichkeit. Für die Bestimmung der Ankerlängen wird der GZ Typ 2 angesetzt.

Für den Nachweis des hydraulischen Grundbruchs ist der Grenzzustand GZ Typ 1 anzusetzen. Für den Nachweis gegen Geländebruch ist der GZ Typ 3 maßgebend, d.h. bei den Widerständen Sicherheiten auf die Schichtparameter sowie Partialfaktor. Siehe hierzu Programm DC-Böschung.

5. British Standard

Der British Standard nimmt bezüglich des Ansatzes der Sicherheitsfaktoren eine Sonderstellung ein: grundsätzlich wird analog DIN 1054:2005 Grenzzustand 1B gearbeitet, d.h. Sicherheiten auf die Einwirkungen und die Widerstände. Zusätzlich sind aber für die Berechnung des Erddrucks nach BS 8002 Kap. 3.3.3, 3.2.5 und 3.2.6 für den aktiven und Kap. 3.4.2 für den passiven Erddruck Sicherheitsbeiwerte auf die Schichtparameter $\tan\phi$ und c anzusetzen. Das bedeutet auch, dass die Sicherheitsbeiwerte für die Schichtparameter nicht nur für die Widerstände wie bei DIN 1054 GZ 1C, sondern auch für die Einwirkungen anzusetzen sind.

Spezielle Beiwerte für den Grenzzustand GZ 1A und nach EAU und 2006 sind in einem getrennten Dialog über die Schaltfläche „Beiwerte GZ 1A / EAB / EAU“ verfügbar:

- Strömungskraft für GZ 1A bzw. Typ 1: Werte für ungünstigen und für günstige Untergrund. Die Auswahl, welche Art von Untergrund vorliegt, kann unter Projekt – [Parameter](#) vorgenommen werden.
- Als spezielle Sicherheitsbeiwerte nach EAU (Empfehlungen des Arbeitskreises Ufereinfassungen) stehen die reduzierten Sicherheitsbeiwerte für den Wasserdruck und für den passiven Erddruck (nur für die Berechnung der Momente) zur Verfügung. Diese reduzierten Sicherheiten dürfen nur unter bestimmten Bedingungen angesetzt werden. Die Anforderung erfolgt unter Projekt – [Parameter](#) (wenn Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten aktiv).

- Analog sind reduzierte Sicherheitsbeiwerte für passiven Erddruck nach EAB verfügbar, die ebenfalls unter Projekt – Parameter angefordert werden. Im Unterschied zur EAU sind diese für alle Schnittgrößen und Auflagerkräfte zu verwenden.

Speziell bei Berechnung nach SIA werden die Sicherheiten für die Einwirkungen nur bis zur Baugrubensohle angesetzt, unterhalb der Sohle die Einwirkungen ohne Sicherheitsfaktor. Dadurch ist im Belastungsbild auf Höhe der Aushubsohle ein Sprung ersichtlich (siehe SIA 267 12.5.2).

Nachweis der tiefen Gleitfuge

Für den Nachweis der tiefen Gleitfuge zur Bestimmung der Ankerlängen existieren zwei verschiedene Verfahren:

- Nachweis nach Kranz (bisheriges Verfahren) mit Ansatz von Teilsicherheitsbeiwerten. Hier ist das Kriterium der Vergleich der erforderlichen mit der möglichen Ankerkraft aus dem Kräftepolygon am Gleitblock
- Neues Verfahren, wie es im Entwurf zur DIN 1054 (2000) in Anhang H beschrieben wurde, in die neue EAB aber nicht übernommen wurde: hier werden die Reibungskräfte in der tiefen Gleitfuge verglichen.

Die jeweils betrachteten Kräfte sind unterschiedlich, so dass sich auch andere Ergebnisse ergeben. Damit die resultierenden Ankerlängen vergleichbar mit den bisherigen Ergebnissen sind, wurde von Weißenbach im Jahr 2003 vorgeschlagen, dass das Verfahren nach Kranz (mit Teilsicherheiten) für aktiven Erddruck anzuwenden ist (bis < 25% Ruhedruckanteil bei erhöht aktivem Erddruck), ab 25% Ruhedruckanteil oder bei reinem Ruhedruck das neue Verfahren. Nach EAB sollte jedoch grundsätzlich wieder das bisherige Verfahren nach Kranz angesetzt werden. Unter Projekt – [Parameter](#) kann daher die Grenze, über der das neue Verfahren verwendet wird, eingestellt werden, wenn für den Ankernachweis die Verwendung von Teilsicherheitsbeiwerten eingestellt wurde. Standardmäßig wird hier 100% verwendet, d.h. grundsätzlich Ansatz des bisherigen Verfahrens.

Bemessung

Die gewünschte Norm für die Bemessung kann unabhängig von der für die Berechnung eingestellt werden. So ist z.B. bei Berechnung nach bisheriger DIN 1054 (globale Sicherheit) die Stahlbetonbemessung nach DIN 1045-1 möglich, indem dort die Schnittgrößen um einen Standardfaktor 1.35 erhöht werden.

Bei Berechnung nach DIN 1054:2005 oder SIA 267 sind die Schnittgrößen bereits einschl. Sicherheiten vorhanden, so dass die zugehörige Bemessung nach DIN 1045-1, DIN 18 800, SIA 262, SIA 263 und ÖNORM B 4700 direkt erfolgen kann. Für die Bemessung nach IS 456 werden ebenfalls Bemessungswerte verwendet, für IS 800 sind charakteristische Werte anzusetzen, da hier die Bemessung mit globaler Sicherheit erfolgt. Die einzige nicht wählbare Kombination ist, da sie nicht sinnvoll ist, die Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten und die Bemessung nach „alter“ DIN 1045.

Hinweis zum Knicken: die Verformung für den Knicknachweis wird basierend auf dem Grenzzustand verwendet, der für die Verformung eingestellt ist, d.h. im Normalfall die charakteristische Verformung nach GZ 2/Gebrauchstauglichkeit.

Ausgabe

In der Ergebnisausgabe in Textform werden bei Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten die folgenden Informationen aufgeführt:

- Verwendete Norm
- Lastfalltypen LF1/LF2/LF3, falls verwendet
- Sicherheitsbeiwerte der Lasten, falls vom Standardwert abweichend
- Tabelle der verwendeten Sicherheitsbeiwerte mit Erläuterung
- Angesetzter Grenzzustand für Wandlänge, Schnittgrößen, Verformung und Ankerlängen.

Nach DIN 1054:2005 werden alle Belastungen und Schnittgrößen charakteristisch ausgegeben und erst bei der Bemessung die Bemessungsschnittgrößen verwendet. Nach SIA 267 werden Belastungen und Schnittgrößen mit Sicherheiten ausgegeben, um den Sprung in der Belastung auf Höhe der Aushubsohle darzustellen, da nach SIA 267 12.5.2 die Einwirkungen unterhalb der Sohle ohne Sicherheiten anzusetzen sind.

Wahlweise kann die gewünschte Ausgabe mit charakteristischen und/oder Bemessungswerten unter Projekt – [Ausgabe](#) ausgewählt werden.

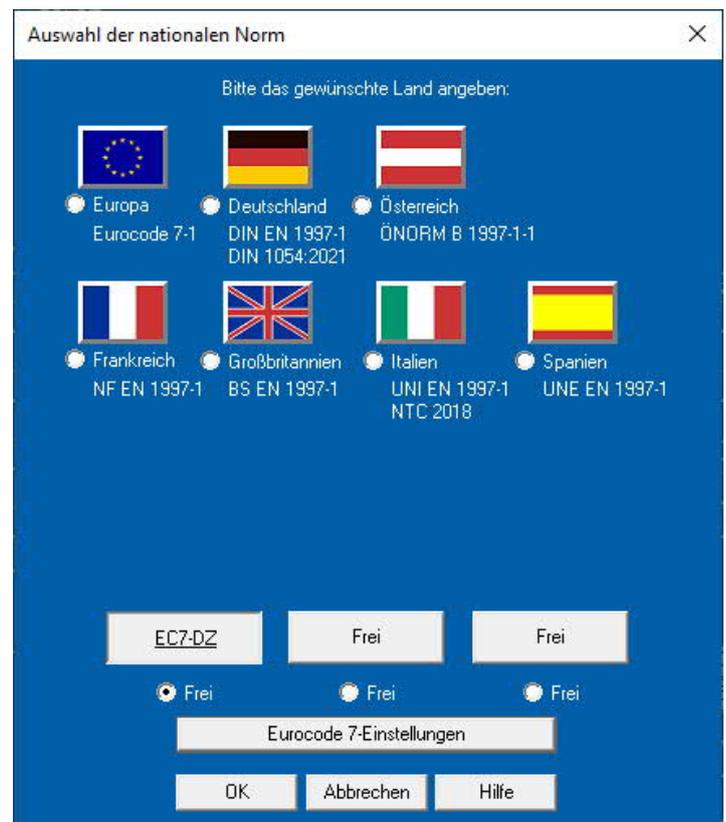
Berechnung nach Eurocode 7

Im [Normdialog](#) wird die Auswahl des Eurocode 7 mit allen drei Nachweisverfahren unterstützt.

Bei Wahl von „Eurocode 7“ werden die direkt mit ihrem Nationalen Anhang unterstützten Länder angezeigt sowie die Möglichkeit der freien Einstellung. Mit Stand 2012 stehen zur Verfügung:

- Europa mit den empfohlenen Werten
- Deutschland (DIN EN 1997-1 mit DIN 1045:2010)
- Österreich (ÖNORM B 1997-1-1)
- Frankreich (NF EN 1997-1)
- Großbritannien (BS EN 1997-1)
- Italien (UNI EN 1997-1 mit NTC 2018)
- Spanien (UNE EN 1997-1 mit DB SE-C)

Durch Klicken auf eine Flagge werden die Ländereinstellungen aktiviert und der Dialog wieder verlassen (Ausnahme: Freie Normeinstellung). Wird noch mal „Eurocode 7“ aufgerufen und die Schaltfläche „Eurocode-Einstellungen“ gewählt, dann können die Einstellungen gemäß Eurocode und der Nationalen Anhänge im Detail eingesehen und soweit zulässig auch verändert werden.



Es steht eine Dialogseite für jede Art von Nachweis zur Verfügung, da z.B. nach deutscher Norm für Wandlängen, Schnittgrößen, Gleitsicherheit und Grundbruchsicherheit das Nachweisverfahren 2 zu wählen ist, für den Geländebruchnachweis aber das Nachweisverfahren 3.

Eurocode 7

Wandlänge (GEO) | Ankerlänge (GEO) | Hydraulischer Grundbruch (HYD) | Eurocode 8 Erdbeben (BS-E)

Nachweisverfahren 1
 Nachweisverfahren 2
 Nachweisverfahren 3
 Freie Einstellung

Kombination 1
 Kombination 2

A1 M1 R1
 A2 M2 R2
 R3

BS-P, T, A verwenden
 BS-T/A (EAB) verwenden

Tabelle A.3 - Einwirkungen

	Beiwerte A1				Beiwerte A2			
	BS-P	BS-T	BS-A	BS-T/A	BS-P	BS-T	BS-A	BS-T/A
Ungünstige ständige Einwirkungen: gamma G	1.350	1.200	1.100	1.150	1.000	1.000	1.000	1.000
Ung. ständ. Einwirkungen Ruhedruck: gamma E0,G	1.200	1.100	1.000	1.050	1.000	1.000	1.000	1.000
Günstige ständige Einwirkungen: gamma G	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Ungünstige veränderliche Einwirkungen: gamma Q	1.500	1.300	1.100	1.200	1.300	1.200	1.000	1.100
Günstige veränderliche Einwirkungen: gamma Q	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabelle A.4 - Bodenkenngrößen

	Beiwerte M1				Beiwerte M2			
	BS-P	BS-T	BS-A	BS-T/A	BS-P	BS-T	BS-A	BS-T/A
Wirksamer Reibungswinkel tan(phi): gamma phi'	1.000	1.000	1.000	1.000	1.250	1.150	1.100	1.125
Wirksame Kohäsion c': gamma c'	1.000	1.000	1.000	1.000	1.250	1.150	1.100	1.125
Kohäsion undränert cu: gamma cu	1.000	1.000	1.000	1.000	1.250	1.150	1.100	1.125
Wichte: gamma, gamma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabelle A.13 - Widerstände

	Beiwerte R1				Beiwerte R2			
	BS-P	BS-T	BS-A	BS-T/A	BS-P	BS-T	BS-A	BS-T/A
Erdwiderstand: gamma R,e	1.000	1.000	1.000	1.000	1.400	1.300	1.200	1.250
Spitzendruck: gamma b	1.250	1.250	1.250	1.250	1.400	1.400	1.400	1.400
Mantelreibung: gamma s	1.000	1.000	1.000	1.000	1.400	1.400	1.400	1.400

Beiwerte R3

	BS-P	BS-T	BS-A	BS-T/A
Erdwiderstand: gamma R,e	1.000	1.000	1.000	1.000
Spitzendruck: gamma b	1.000	1.000	1.000	1.000
Mantelreibung: gamma s	1.000	1.000	1.000	1.000

OK Abbrechen Übernehmen Hilfe

Auf dieser Seite ist zu erkennen, dass das Nachweisverfahren 2 aus einer Kombination von Sicherheitswerten der Gruppe A1 für Einwirkungen, M1 für Materialien (Schichtbeiwerte) und R2 für Widerstände besteht. Es werden also Sicherheitsbeiwerte > 1 für Einwirkungen und für Widerstände (passiver Erddruck) angesetzt. Diese von der Norm vorgegebenen Einstellungen sind inaktiv und können nicht geändert werden. Bei deutscher Norm ist rechts zusätzlich angewählt, dass die drei Bemessungssituationen BS-P (permanent), BS-T (temporär) und BS-A (außergewöhnlich) nach DIN 1045:2010 sowie BS-T/A als Zwischenwert nach EAB mit unterschiedlichen Sicherheitsbeiwerten zu unterscheiden sind. Für jeden Lastfall kann angegeben werden, um welche Bemessungssituation es sich handelt.

Für Großbritannien ist z.B. für die Wandlänge das Nachweisverfahren 1 zu wählen.

Das Nachweisverfahren 1 besteht aus zwei Kombinationen von Sicherheitsbeiwerten: in der Kombination 1 sind die Sicherheiten A1 + M1 + R1 anzusetzen (Sicherheiten 1 nur auf die Einwirkung), in der Kombination 2 die Sicherheiten A1 + M2 + R1 (Sicherheiten 1 nur auf veränderliche Einwirkungen und auf die

Schichtparameter). Die ungünstigere der beiden Kombinationen ist maßgebend. Die Bemessungssituationen BS-P, BS-T, BS-A und BS-T/A werden gemäß British Standard nicht verwendet.

Bei der italienischen Norm steht teilweise gemäß NTC-2018 die Auswahl zwischen den Nachweisverfahren 1 und 2 zur Verfügung, deshalb kann bei Einstellung auf Italien zwischen diesen beiden Verfahren gewählt werden.

Für den Grenzzustand HYD (hydraulischer Grundbruch) ist kein unterschiedliches Nachweisverfahren vorgesehen, hier stehen die Sicherheitsbeiwerte auf die verschiedenen Einwirkungen fest.

Freie Normeinstellung

Bei Auswahl von „Frei“ für den Eurocode 7 anstatt eines bestimmten Landes stehen alle Einstellungen zur freien Verfügung. Bei Wahl von Nachweisverfahren 1, 2 oder 3 werden dabei die vom EC 7 definierten Gruppen von Sicherheitsbeiwerten automatisch eingestellt. Jede Einstellung kann aber verändert werden, so dass auf einfache Weise die Normeinstellung für ein anderes Land definiert werden kann. Anstatt „Frei“ kann hierfür ein beliebiger Name angegeben werden.

Die Verwendung des Nachweisverfahrens und der anzusetzenden Gruppen von Sicherheitsbeiwerten wird in der Ergebnisausgabe angegeben.

Erdbeben B-SE

Eine zusätzliche Seite steht zur Verfügung für die Berechnung mit Erdbebenlasten nach Eurocode 8.

Im Unterschied zur Berechnung nach Nachweisverfahren 2 sind für Erdbebenberechnungen nach Eurocode 8 keine Sicherheitsfaktoren für Einwirkungen und Erdwiderstand anzusetzen, aber Sicherheitsbeiwerte für die Schichtparameter $\tan(\varphi)$ und c bzw. c_u .

Einwirkungen	Beiwerte A ₁
Ungünstige ständige Einwirkungen: gamma G	1.000
Ung. ständ. Einwirkungen Ruhedruck: gamma E0,G	1.000
Günstige ständige Einwirkungen: gamma G	1.000
Ungünstige veränderliche Einwirkungen: gamma Q	1.000
Günstige veränderliche Einwirkungen: gamma Q	0.000

Bodenkenngrößen	Beiwerte M
Wirksamer Reibungswinkel $\tan(\phi)'$: gamma ϕ'	1.250
Wirksame Kohäsion c' : gamma c'	1.400
Kohäsion undränirt c_u : gamma c_u	1.400
Wichte: gamma, gamma	1.000

Widerstände	Beiwerte R
Erdwiderstand: gamma R,e	1.000

Bemessung nach Eurocode 2

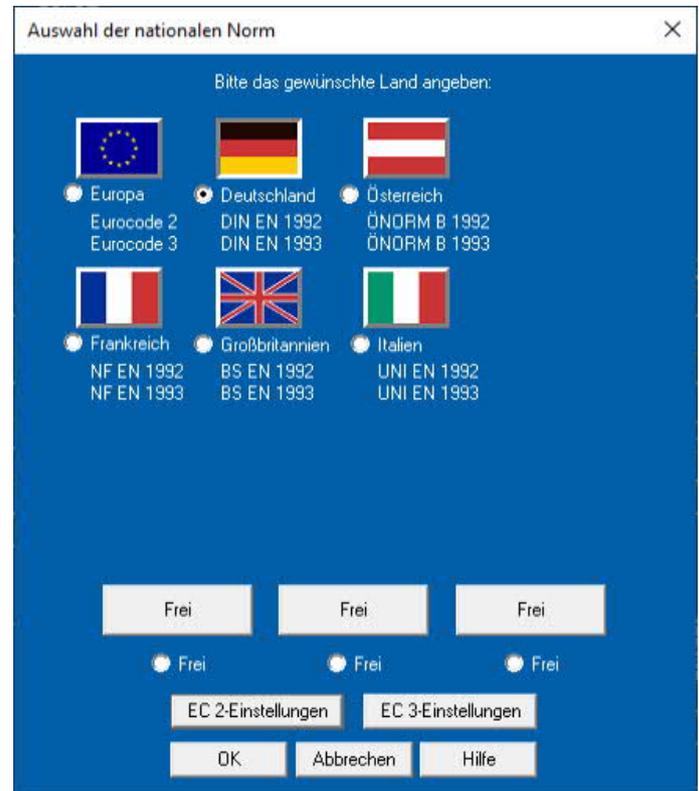


Im [Normdialog](#) wird für die Bemessung die Auswahl des Eurocode 2 mit allen benötigten national definierbaren Parametern (NDPs) unterstützt.

Bei Wahl von „Eurocode 2/3“ werden die direkt mit ihrem Nationalen Anhang unterstützten Länder angezeigt sowie die Möglichkeit der freien Einstellung. Mit Stand 2012 stehen zur Verfügung:

- Europa mit den empfohlenen Werten
- Deutschland (DIN EN 1992 und 1993)
- Österreich (ÖNORM B 1992-1-1 und 1993-1-1)
- Frankreich (NF EN 1992-1 und 1993-1)
- Großbritannien (BS EN 1992-1 und 1993-1)
- Italien (UNI EN 1992-1 und 1993-1)

Es steht eine Dialogseite für jede Art von Nachweis zur Verfügung: Allgemeines zur Bemessung, Querkraftbemessung und Mindest-/Maximalbewehrung. Bei Auswahl eines Landes werden alle Parameter automatisch gemäß dem Nationalen Anhang eingestellt. Eine Bearbeitung der Einstellungen ist nur erforderlich für spezielle Fälle oder um die Bemessung für ein anderes Land zu definieren.



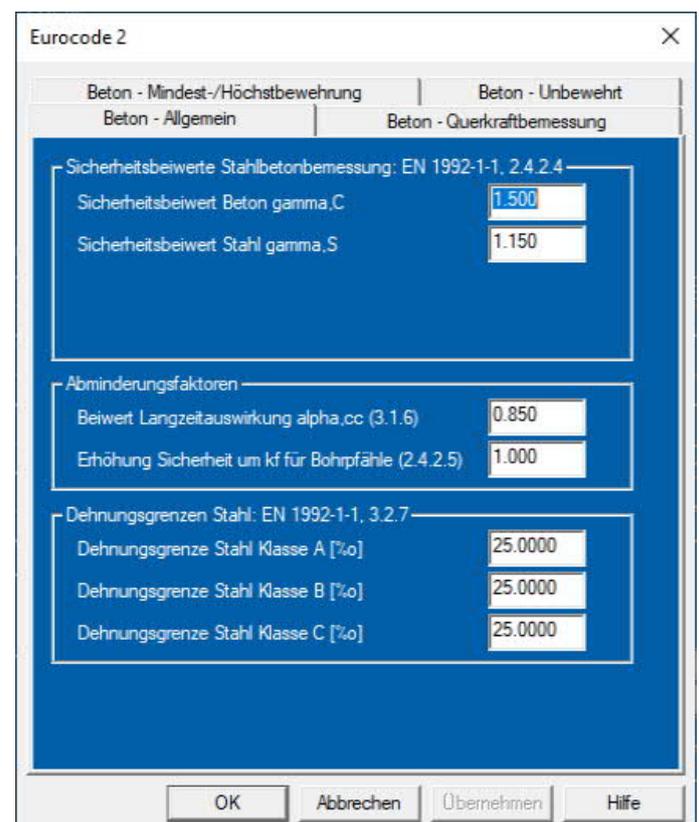
Beton – Allgemein

Für die Stahlbetonbemessung können die Sicherheitsbeiwerte für Beton γ_C und für Betonstahl γ_S definiert werden. Diese sind im Eurocode 2 in Kapitel 2.4.2.4 (1) in Tabelle 2.1 definiert. Die empfohlenen Werte sind 1.50 für Beton und 1.15 für Betonstahl. In den Nationalen Anhängen für Deutschland, Österreich, Frankreich, Großbritannien und Italien wurden diese Werte übernommen.

Für Ortbeton-Bohrpfähle ist gemäß 2.4.2.5 (2) der Sicherheitsbeiwert für Beton zu erhöhen. Empfohlen wird ein Beiwert k_f von 1.1. Nach den Nationalen Anhängen für Deutschland, Österreich, Großbritannien und Italien kann ein Faktor von 1.0 verwendet werden, für Frankreich wird der Beiwert in einer Nationalen Norm festgelegt.

Der Beiwert α_{CC} für die Langzeitauswirkung auf die Betonfestigkeit ist in Abschnitt 3.1.6 (1) definiert. Er wird verwendet für die Bestimmung des Bemessungswertes der Betonfestigkeit mit

$$f_{cd} = \alpha_{CC} \cdot f_{ck} / \gamma_C$$



Der empfohlene Wert beträgt 1.0. Im Nationalen Anhang für Deutschland, Großbritannien und Italien ist der Wert mit 0.85 festgelegt. Für Österreich und Frankreich wurde der empfohlene Wert übernommen.

Die Dehnungsgrenze ϵ_{ud} des Betonstahls ist in Abschnitt 3.2.7 (2) und Bild 3.8 definiert. Im Eurocode 2 ist dafür $0.9 \cdot \epsilon_{uk}$ empfohlen mit Werten für die drei Stahlklassen A, B und C gemäß Tabelle C.1 im Anhang C. Aus den Werten 2.5, 5.0 und 7.5% für ϵ_{uk} ergeben sich Dehnungsgrenzen ϵ_{ud} von 22.5, 45.0 und 67.5%. Nach dem Nationalen Anhang für Deutschland ist für alle Stahlklassen eine Dehnungsgrenze von 22.5% zulässig, für Österreich, Frankreich, Großbritannien und Italien wurden die empfohlenen Werte übernommen.

Beton – Querkraftbemessung

Die Querkraftbemessung ist im Eurocode 2 im Kapitel 6.2 beschrieben.

Der Bemessungswert für den Querkraftwiderstand ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung $V_{Rd,c}$ ist in Abschnitt 6.2.2 (1) definiert mit

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

mit einem Mindestwert von

$$V_{Rd,c} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

In diesen Formeln dürfen die Werte $C_{Rd,c}$ und k_1 sowie die Bestimmung von v_{min} im Nationalen Anhang fest gelegt werden.

Für $C_{Rd,c}$ wird ein Wert von $0.18/\gamma_C$ empfohlen. Dieser ist im Nationalen Anhang für Deutschland mit $0.15/\gamma_C$ fest gelegt, für Österreich, Frankreich, Großbritannien und Italien wird der empfohlene Wert übernommen.

Für den Beiwert k_1 ist der empfohlene Wert 0.15, nach dem Nationalen Anhang für Deutschland beträgt der Wert 0.12, in den anderen Anhängen wird der empfohlene Wert 0.15 verwendet.

Zur Bestimmung von v_{min} wird die Formel (6.3) empfohlen:

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

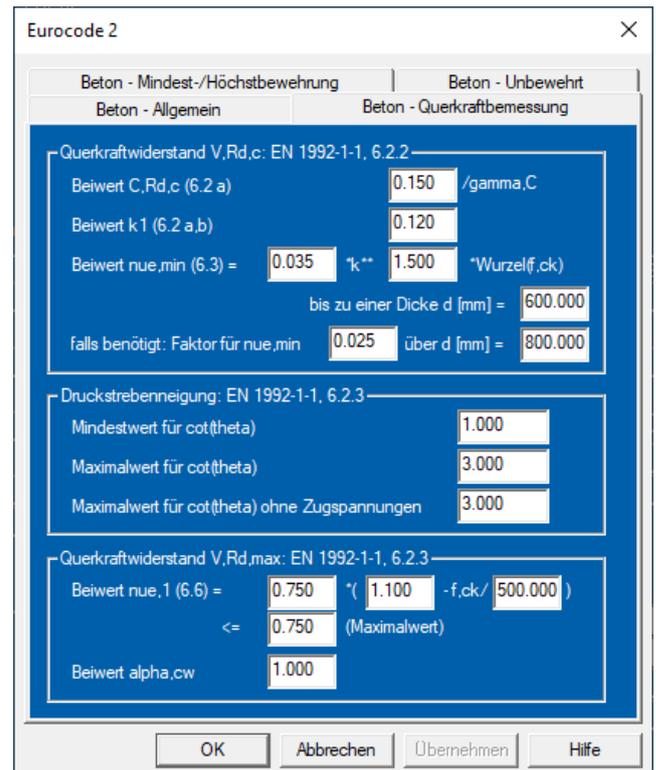
mit einem Wert k von

$$k = 1 + \sqrt{(200 / d)} \leq 2,0$$

Für die Formel (6.3) kann der Faktor (z.B. 0.035) und die Hochzahl für k (z.B. $3/2 = 1.5$) eingestellt werden. Im deutschen Nationalen Anhang gilt die Sonderregelung, dass diese Werte nur bis zu einer Bauteildicke von 600 mm zulässig sind. Über einer Dicke von 800 mm ist ein Faktor 0.025 anstatt 0.035 zu verwenden. Dazwischen ist linear zu interpolieren.

Diese Werte können als „bis zu einer Dicke d[mm]“ (z.B. 600) und „Faktor für v_{min} “ (z.B. 0.025) „über d[mm]“ (z.B. 800) eingestellt werden. Ist diese Unterscheidung nicht notwendig, wie in den anderen Nationalen Anhängen, kann bei „bis zu einer Dicke“ ein sehr großer Wert wie z.B. 99999 eingetragen werden.

Für den Ansatz der Druckstrebenneigung θ sind Grenzen im Abschnitt 6.2.3 (2) fest gelegt. Es wird ein Mindestwert und ein Maximalwert für $\cot\theta$ angegeben. Empfohlen sind die Grenzwerte 1 und 2.5, was die Neigung θ zwischen 45° und 21.8° begrenzt. Im Nationalen Anhang für Deutschland ist die Obergrenze von $\cot\theta = 3$, entsprechend einer Druckstrebenneigung von 18.4° . Für Österreich ist eine Untergrenze von $\tan\theta = 0.6$ fest gelegt, entsprechend einer Obergrenze für $\cot\theta = 1.667$ oder $\theta = 30.96^\circ$. Frankreich, Großbritannien und Italien haben die empfohlenen Werte übernommen.



Die zusätzliche Begrenzung von $\cot\theta$ im deutschen Nationalen Anhang gemäß Formel (NA.6.7a) ist durch diese Einstellungen nicht darstellbar und im Programm direkt enthalten.

Der maximal mögliche Querkraftwiderstand $V_{Rd,max}$ ist in Abschnitt 6.2.3 (3) definiert zu

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cW} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

Hier dürfen die beiden Werte α_{cW} und v_1 im Nationalen Anhang fest gelegt werden. Für α_{cW} ist der empfohlene Wert 1.0, der in den Nationalen Anhängen von Deutschland, Österreich, Frankreich, Großbritannien und Italien übernommen wurde. Für v_1 wird die Formel (6.6) für v empfohlen mit

$$v = 0,6(1 - f_{ck} / 250)$$

Der Faktor (hier 0.6) sowie der konstante Wert (hier 1) und der Divisor (hier 250) in der Klammer können eingestellt werden. Zusätzlich ist ein Maximalwert für v_1 möglich.

Im Nationalen Anhang für Deutschland ist die Formel mit $0.75 \cdot (1 - f_{ck}/500)$ fest gelegt sowie ein Grenzwert von 0.75 (aus $v_1 = 0.75 \cdot v_2$ mit $v_2 \leq 1.0$). Die Nationalen Anhänge für Österreich, Frankreich und Großbritannien haben die vorgeschlagenen Werte übernommen, wobei für Großbritannien noch ein Faktor in Abhängigkeit von der Neigung der Querkraftbewehrung α gilt, der hier mit 1.0 für $\alpha = 90^\circ$ verwendet wird.

Beton – Mindest-/Höchstbewehrung

Für Mindest- und Höchstbewehrung existieren verschiedene Vorschriften je nach Art des Bauteils:

- Biegebewehrung für Balken, geregelt in Eurocode 2, Abschnitt 9.2.1.1
- Querkraftbewehrung, geregelt in Eurocode 2, Abschnitt 9.2.2
- Biegebewehrung für Wände, geregelt in Eurocode 2, Abschnitt 9.6.2

Die Mindestbewehrung von Balken ergibt sich nach Formel (9.1) zu

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

Es kann der Faktor (hier 0.26) und der Faktor für den Mindestwert bezogen auf $b \cdot d$ (hier 0.0013) eingestellt werden.

Die Maximalbewehrung ist durch einen Faktor * Betonquerschnittsfläche definiert.

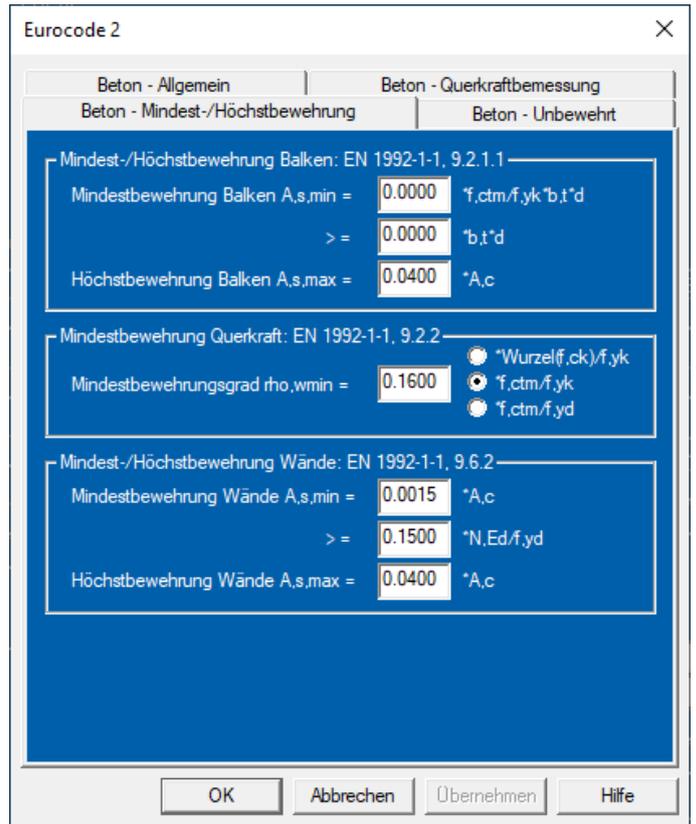
Gemäß dem Nationalen Anhang für Deutschland darf die Formel (9.1) nicht angewandt werden, sondern es ist für die Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens die Mindestbewehrung für das Rissmoment über die Zugfestigkeit des Betons zu bestimmen. Diese Regelung ist über die Einstellung im Dialog nicht darstellbar und wird im Programm automatisch berücksichtigt.

Für die Mindest-Querkraftbewehrung gibt es verschiedene Ansätze, die in der Einstellung ausgewählt werden können. Zusätzlich ist der konstante Faktor einstellbar.

- Der empfohlene Wert entspricht $0.08 \cdot \sqrt{f_{ck}} / f_{yk}$, dieser wurde für Frankreich, Großbritannien und Italien so übernommen
- Für Deutschland gilt die Regelung $0.16 \cdot f_{ctm} / f_{yk}$
- Für Österreich gilt $0.15 \cdot f_{ctm} / f_{yd}$

Die Mindestbewehrung für Wände ist mit einem Faktor * Betonquerschnittsfläche fest gelegt. Der Faktor ist je nach Nationalem Anhang unterschiedlich und kann eingestellt werden. Zusätzlich ist ein Mindestwert mit einem Faktor * N_{Ed} / f_{yd} einstellbar, wie er gemäß dem Nationalen Anhang für Deutschland benötigt wird.

Die Mindestbewehrung für Bohrpfähle richtet sich nach DIN EN 1536 und ist für alle Nationalen Anhänge gleich.



The screenshot shows the 'Eurocode 2' dialog box with the following settings:

- Beton - Allgemein** / **Beton - Querkraftbemessung**
- Beton - Mindest-/Höchstbewehrung** / **Beton - Unbewehrt**
- Mindest-/Höchstbewehrung Balken: EN 1992-1-1, 9.2.1.1**
 - Mindestbewehrung Balken $A_{s,min}$ = 0.0000 $f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d$
 - > = 0.0000 $b_t \cdot d$
 - Höchstbewehrung Balken $A_{s,max}$ = 0.0400 A_c
- Mindestbewehrung Querkraft: EN 1992-1-1, 9.2.2**
 - Mindestbewehrungsgrad $\rho_{w,min}$ = 0.1600
 - $\sqrt{f_{ck}}/f_{yk}$
 - f_{ctm}/f_{yk}
 - f_{ctm}/f_{yd}
- Mindest-/Höchstbewehrung Wände: EN 1992-1-1, 9.6.2**
 - Mindestbewehrung Wände $A_{s,min}$ = 0.0015 A_c
 - > = 0.1500 N_{Ed}/f_{yd}
 - Höchstbewehrung Wände $A_{s,max}$ = 0.0400 A_c

Buttons at the bottom: OK, Abbrechen, Übernehmen, Hilfe

Bemessung nach Eurocode 3

Im [Normdialog](#) wird für die Bemessung die Auswahl des Eurocode 3 mit allen benötigten national definierbaren Parametern (NDPs) unterstützt.

Bei Wahl von „Eurocode 2/3“ werden die direkt mit ihrem Nationalen Anhang unterstützten Länder angezeigt sowie die Möglichkeit der freien Einstellung. Siehe auch Kapitel "[Bemessung nach Eurocode 2](#)".



Durch Klicken auf eine Flagge werden die Ländereinstellungen aktiviert und der Dialog wieder verlassen. Wird noch mal „Eurocode 2“ aufgerufen und die Schaltfläche „EC 2-Einstellungen“ gewählt, dann können die Einstellungen der national definierbaren Parameter gemäß Eurocode und der Nationalen Anhänge im Detail eingesehen und eingestellt werden.

Es steht eine Dialogseite für jede Art von Nachweis zur Verfügung: Allgemeines zur Bemessung, Stabilitätsnachweis und Abminderungsbeiwerte β für Spundwände. Bei Auswahl eines Landes werden alle Parameter automatisch gemäß dem Nationalen Anhang eingestellt. Eine Bearbeitung der Einstellungen ist nur erforderlich für spezielle Fälle oder um die Bemessung für ein anderes Land zu definieren.

Stahl – Allgemein

Für die Stahlbemessung kann der Material-Sicherheitsbeiwert γ_{M0} für den Stahl definiert werden

- für Stahlbemessung nach Eurocode 3-1-1, Abschnitt 6.1
- für die Bemessung von Pfählen und Spundwänden nach Eurocode 3-5, Abschnitt 5.1.1

Die empfohlenen Werte sind 1.0, im Nationalen Anhang für Italien ist ein Wert von 1.05 fest gelegt.

Stahl – Stabilitätsnachweis

Für den Stabilitätsnachweis (Knicknachweis) ist der Sicherheitsbeiwert γ_{M1} fest gelegt

- für Stahlbemessung nach Eurocode 3-1-1, Abschnitt 6.1
- für die Bemessung von Pfählen und Spundwänden nach Eurocode 3-5, Abschnitt 5.1.1

Der empfohlene Wert ist 1.0, für Pfähle und Spundwände 1.1. Im Nationalen Anhang für Deutschland sind beide Werte mit 1.1 vorgegeben, für Italien mit 1.05.

Für die Imperfektionsbeiwerte für Biegedrillknicken α_{LT} sind im Eurocode 3-1-1, Abschnitt 6.3.2.2 empfohlene Werte je nach Knicklinie a – d in Tabelle 6.3 fest gelegt. Diese Werte wurden in allen fest vordefinierten Nationalen Anhängen übernommen.

Für den Interaktionsfaktor k_{yy} sind im Eurocode 3-1-1, Abschnitt 6.3.3 (5) zwei Verfahren definiert:

- Verfahren 1 mit Angabe der Formeln in Anhang A
- Verfahren 2 mit Angabe der Formeln in Anhang B

Welches Verfahren verwendet wird, kann im Nationalen Anhang fest gelegt werden. Gemäß dem Nationalen Anhang für Deutschland, Großbritannien und Italien sind beide Verfahren zulässig. Für Österreich ist das Verfahren 2 zu verwenden, für Frankreich das Verfahren 1.

Stahl – Abminderungsbeiwerte β

Nach Eurocode 3-5, Abschnitt 5.2.2 sind je nach Querschnittsklasse die Bemessungswerte des Momentenwiderstands mit einem Faktor β_B abzumindern, wenn nicht reine Biegung vorliegt. Der Abminderungsbeiwert berücksichtigt die Verminderung der Schubübertragung in den Schlössern von Spundwänden. Diese Werte sind für Z-Bohlen und Dreifach-U-Bohlen = 1.0, für Einzel- und Doppelbohlen ≤ 1.0 zu wählen.

Die β_B -Werte können im Nationalen Anhang fest gelegt werden. Sie sind abhängig von der Bodenart (für Deutschland z.B. locker bis mitteldicht oder breiig bis weich und dicht bis sehr dicht oder steif bis fest, für Großbritannien sehr ungünstig, ungünstig oder günstig) und der Anzahl der Anker und Steifen und liegen i.A. zwischen 0.4 und 1.0.

Die effektive Biegesteifigkeit von Spundwänden aus U-Bohlen ist mit einem Faktor β_D abzumindern. Die Werte von β_D können ebenfalls im Nationalen Anhang fest gelegt werden, sind abhängig von Bodenart und Anzahl der Anker oder Steifen und liegen i.A. zwischen 0.3 und 0.9.

Die β -Werte werden für eine Berechnung einheitlich bestimmt und verwendet, um mit der gleichen Steifigkeit zu arbeiten. Es wird deshalb die Anzahl der Anker oder Steifen des Endaushubs verwendet.

Menü und Bedienelemente

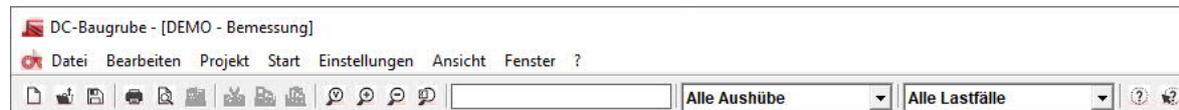
Die allgemeinen (Standard-) [Menüpunkte](#) werden im Dokument [DC-Bedienungsgrundlagen](#) beschrieben.

Ebenso die Icons für den schnelleren direkten Funktionsaufruf in der [Werkzeugleiste](#) (allgemein auch Toolbar genannt), die Koordinatenanzeige und die [Tastatureingabe](#).

Nach dem Öffnen eines vorhandenen oder Erstellen eines neuen Projektes steht folgendes Menü zur Verfügung:



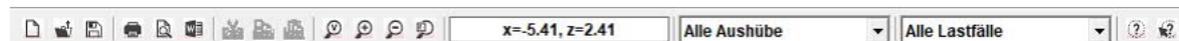
Im [Bemessungsfenster](#) steht ein eingeschränktes Menü zur Verfügung. Die Menüs enthalten nur die in diesem Fenster sinnvollen Befehle.



Auf der linken Seite sind die Symbole der [Funktionsleiste](#) angeordnet mit denen die wichtigsten Funktionen direkt aufgerufen werden können.

Werkzeugleiste

Die Werkzeugleiste enthält Schaltflächen (Icons), mit denen die wichtigsten Funktionen des Programms DC-Baugrube gestartet werden können.



- Auswahl Aushubzustand: es kann wahlweise nur ein einzelner Aushub im Eingabefenster dargestellt werden, ggf. mit Umlagerungsfigur und Verlauf der Bettungszahlen.
- Auswahl Lastfall: es können wahlweise nur die Lasten eines einzelnen Lastfalls im Eingabefenster dargestellt werden.

Siehe auch [DC-Bedienungsgrundlagen – Werkzeugleiste](#).

Funktionsleiste (links)

In der Funktionsleiste sind die wichtigsten Zeichenfunktionen zur Erstellung des Systems und der Berechnungsparameter zusammengefasst. Steht der Mauscursor für ca. 1 Sekunde auf einem Symbol, so wird eine Erläuterung angezeigt.



Die Symbole von Funktionen, die momentan nicht aktiv sind, werden grau dargestellt. So können z.B. erst dann Anker, Schichten, etc. eingegeben werden, wenn eine Baugrubenwand vorgegeben wurde. Ist die Wand vorhanden, kann keine weitere definiert werden, das Symbol wird daher inaktiv. Die Wand kann z.B. dann neu eingegeben werden, wenn die vorhandene gelöscht wurde.

Sind alle Funktionen inaktiv (alle Symbole außer dem letzten grau), so befinden Sie sich in der Ergebnisgrafik (siehe Anzeige im Fensterkopf). Sie können dann mit der „Bild nach oben“-Taste oder der „Post“-Taste, oder auch mit dem Symbol „Eingabefenster“ zurückblättern in die Systemeingabe.

Bei allen Funktionen, von denen mehrere Elemente eingegeben werden können (Schichten, Lasten, etc.) können so lange weitere Elemente gezeichnet werden, bis die Eingabe mit der rechten Maustaste beendet wird. Die Symboltaste bleibt solange gedrückt.

Folgende Funktionen stehen zur Verfügung:

	Parameter	Eingabe der Grundparameter wie Erddruckart, Wasserstand, etc.
	Wandkörper	Eingabe der Baugrubenwand
	Anker	Eingabe von Ankern
	Fundament	Grafische Darstellung eines Fundaments
	Böschung	Geländeverlauf hinter der Wand
	Schichten	Definition der Schichten
	Einzellasten	Einzellasten auf der Wand
	Streckenlasten	Streckenlasten auf dem Gelände
	Aushub	Eingabe von Aushubzuständen
	Böschung Baugrube	Eingabe einer Böschung in der Baugrube
	Berechnung	Start der Berechnung
	Bemessung	Start der Wand-Bemessung
	Grafik	Start der System- und Ergebnisgrafik
	Ergebnisse	Anforderung des Ergebnislistings
	Eingabefenster	Wechseln zum Eingabefenster (nur aktiv in der Ergebnisgrafik)
	Fangfunktion ein/aus	Punkte fangen bei Eingabe aktivieren /deaktivieren
	Zeichnen	Aufruf der Zeichenfunktionen

Drucken

Allgemeine Hinweise zum Drucken finden Sie in den [DC-Bedienungsgrundlagen](#).

Aufruf: Datei - Drucken

Folgende Bilder stehen zur Verfügung:

- Übersichtsgrafik mit allen Aushubzuständen und – falls bereits berechnet wurde – mit den massgebenden Ankerlängen und – kräften aller Aushubzustände für jeden berechneten Lastfall in jedem berechneten Aushubzustand
- eine Grafik mit Geometrie, Lasten und kennzeichnenden Ergebniswerten
- eine Ergebnisgrafik mit Erd- und Wasserdrücken
- eine Ergebnisgrafik mit Schnittgrößen und Verformungen

sowie zusätzlich

- eine Grafik mit der Einhüllenden von Schnittgrößen und Verformungen aus allen Lastfällen und Aushubzuständen.

Bei Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten können wahlweise die Schnittgrößen charakteristisch (d.h. ohne Sicherheiten) oder als Bemessungswerte (mit Sicherheiten) dargestellt werden, sowie aus Gesamtlasten und die Anteile aus ständigen Lasten, veränderlichen Lasten und Wasserdruck. Voreinstellung gemäß DIN 1054:2005 ist die Ausgabe der Schnittgrößen charakteristisch aus Gesamtlasten.

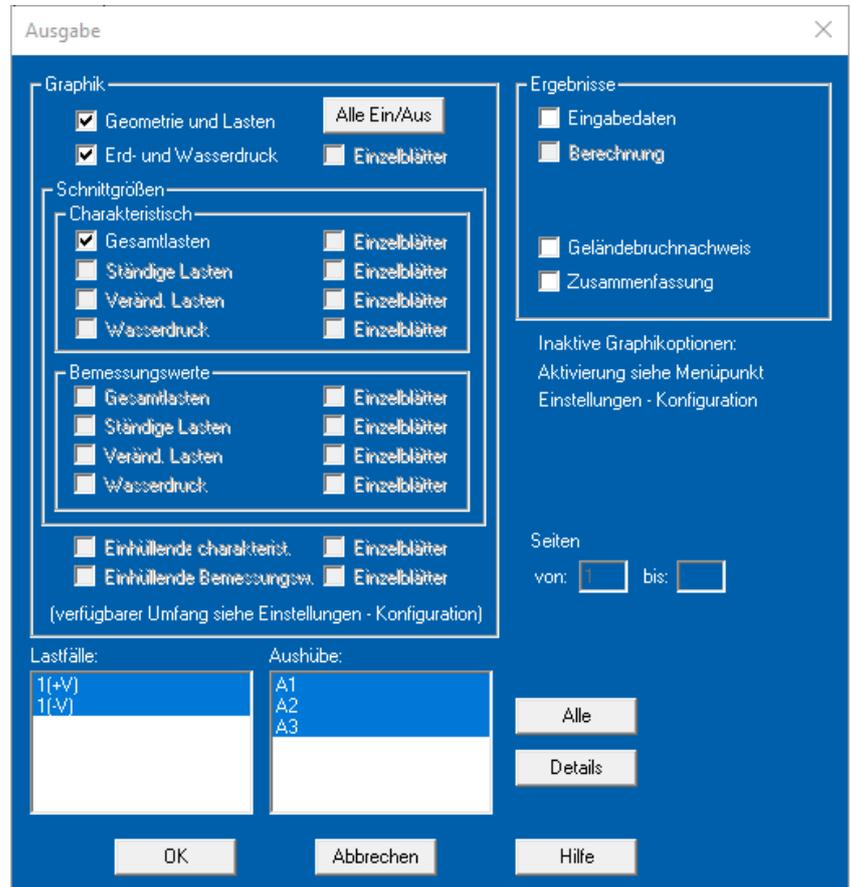
Die Diagramme können auch jeweils auf Einzelblätter ausgegeben werden, so dass eine größere Darstellung möglich ist.

Zusätzlich können die Textergebnisse der Berechnung (siehe [Start - Ergebnisse](#)) und - soweit vorliegend - die Ausgabe der Bemessung (siehe [Start - Bemessung](#)), wahlweise auch ein bestimmter Seitenbereich, ausgedruckt werden.

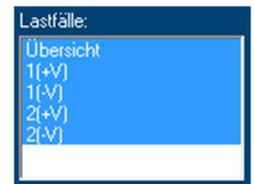
Wichtig: der Umfang der Ausgabe enthält nur die Grafiken, die über Einstellungen - Konfiguration - [Ergebnisausgabe](#) ausgewählt sind. Diese Seiten werden fortlaufend nummeriert. Für das Drucken können Seiten ausgeschaltet werden, maximal jedoch der in der Ergebnisausgabe aktive Umfang dargestellt werden, da die anderen Grafiken in der Seitennummerierung nicht enthalten sind.

Der Ausdruck kann wahlweise in Farbe oder schwarz/weiß angefordert werden. Voreingestellt ist die Option, die in der [Konfiguration](#) gewählt wurde.

Für die Übersichtsgrafik ("Übersicht" unter Lastfälle) werden, falls vorhanden, aus den Berechnungsergebnissen die maximalen Ankerkräfte und Ankerlängen aus allen Lastfällen und allen Aushubzuständen bestimmt. Falls maßgebende Kraft und maßgebende Länge aus dem selben Lastfall und Aushub stammen, werden der Lastfallname und Aushubname mit angegeben. Bei einer größeren Wandlänge kann sich jedoch durch die unterschiedliche Neigung der tiefen Gleitfuge bei einer kleineren Ankerkraft eine größere Ankerlänge ergeben.



Für eine Berechnung mit [Erdbebenlasten](#) werden automatisch für jeden Lastfall zwei Berechnungsläufe durchgeführt: einmal mit vertikaler Erdbebenbeschleunigung nach unten und einmal nach oben. Da für die unterschiedlichsten Ergebnisse (Erddrücke, Schnittgrößen, Erdauflager, Nachweis Summe V, Ankerkräfte und -längen usw.) nicht ein bestimmter der beiden Fälle maßgebend werden kann, werden beide Berechnungsläufe vollständig ausgegeben. Zur Kennzeichnung wird an den Lastfallnamen jeweils die Kennung "(+V)" oder "(-V)" angehängt.



Unter den Button „Details“ können einzelne Bestandteile der Grafiken wahlweise weggelassen werden, so dass ein größerer Maßstab möglich ist.

Nach Auswahl der gewünschten Druckoptionen wird der Maßstab abgefragt. Es wird der maximal mögliche Maßstab für die eingestellte Blattgröße angezeigt und der nächste gerade Maßstab vorgeschlagen. Der Quermaßstab für Erddrücke und Schnittgrößen wird dabei im verfügbaren Blattbereich maximal eingestellt. Sollen die Darstellungen besser vergleichbar sein, kann „Erddrücke/Schnittgrößen maximal“ ausgeschaltet werden, so dass auch hierfür ein Maßstab eingegeben werden kann, der dann für alle Bilder gleich ist.

Export

Mit Export können die Grafiken in andere Formate (DXF, JPG) exportiert werden oder die Ergebnisse als RTF-Datei (z.B. für MS-Word). Siehe DC-Bedienungsgrundlagen - [Export](#).

Menü Projekt

Beschreibung der allgemeinen Funktionen/Optionen siehe [DC-Bedienungsgrundlagen](#).

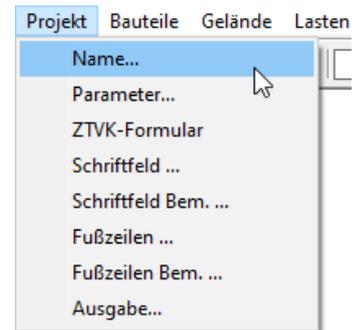
Weitere (zusätzliche) Optionen:

Parameter Parameter der Berechnung, wie z.B. Art des Erddrucks, Grundwasserstand, Normauswahl, etc.

[Schriftfeld Bem.](#) Eingabe von Texten für das Schriftfeld in der Bemessung

[Fußzeilen Bem.](#) Eingabe von Texten für Fußzeilen in der Bemessung

[Ausgabe](#) Wahl von Optionen für die Ergebnisausgabe



Parameter

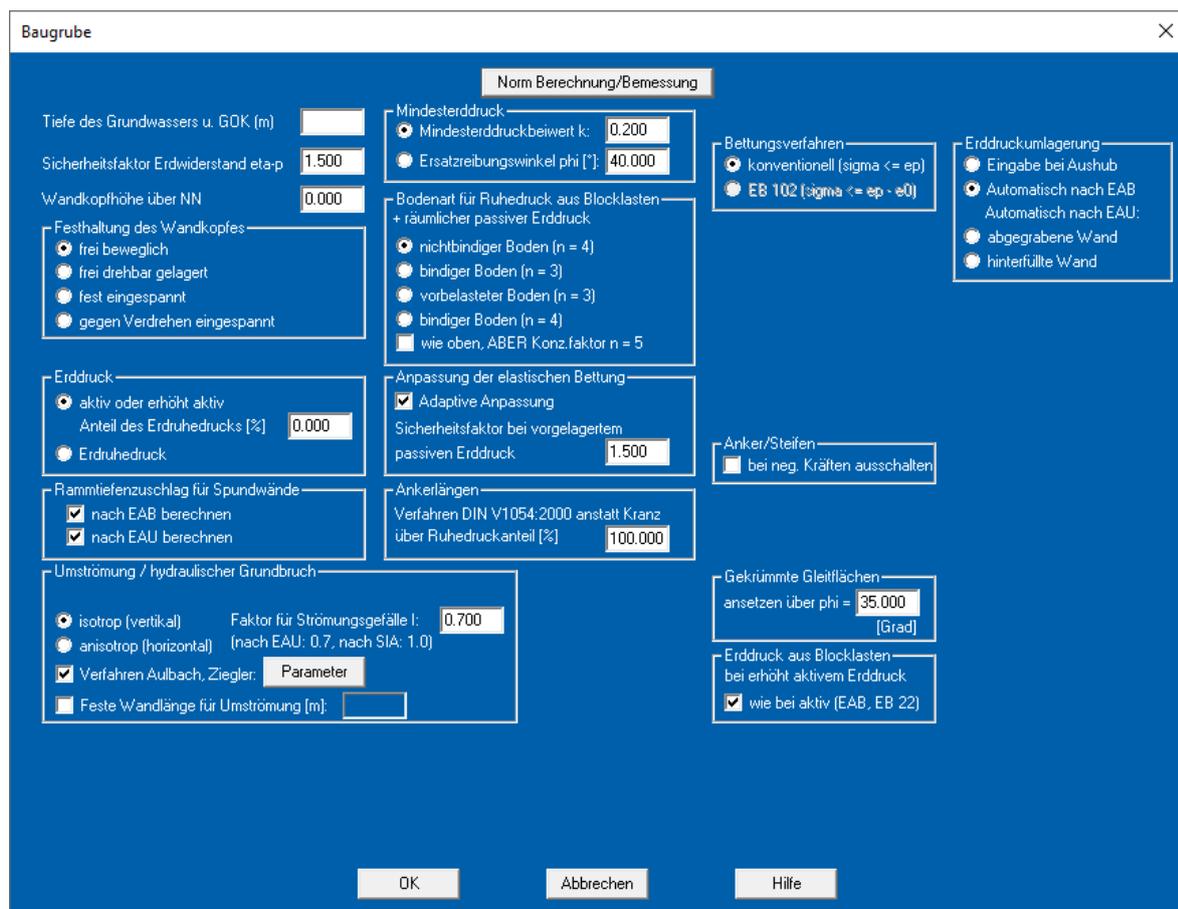


Der Menüpunkt Projekt - Parameter dient zur Eingabe verschiedener Grundparameter für das Projekt.

Über die Schaltfläche „Norm Berechnung/Bemessung“ erreichen Sie die Einstellung der gewünschten Normen. Oben kann die gewünschte Berechnungsnorm, unten die Bemessungsnorm eingestellt werden.

Zur näheren Beschreibung siehe Kapitel [Normdefinition](#).

Grundparameter



Baugrube [X]

Norm Berechnung/Bemessung

Tiefe des Grundwassers u. GÖK (m)

Sicherheitsfaktor Erdwiderstand η_{tp}

Wandkopfhöhe über NN

Festhaltung des Wandkopfes

- frei beweglich
- frei drehbar gelagert
- fest eingespannt
- gegen Verdrehen eingespannt

Erddruck

- aktiv oder erhöht aktiv
- Anteil des Erdruhedrucks [%]
- Erdruhedruck

Rammtiefenzuschlag für Spundwände

- nach EAB berechnen
- nach EAU berechnen

Umströmung / hydraulischer Grundbruch

- isotrop (vertikal) Faktor für Strömungsgefälle I:
- anisotrop (horizontal) (nach EAU: 0.7, nach SIA: 1.0)
- Verfahren Aulbach, Ziegler:
- Feste Wandlänge für Umströmung (m):

Mindesterddruck

- Mindesterddruckbeiwert k:
- Ersatzreibungswinkel ϕ [°]:

Bodenart für Ruhedruck aus Blocklasten + räumlicher passiver Erddruck

- nichtbindiger Boden (n = 4)
- bindiger Boden (n = 3)
- vorbelasteter Boden (n = 3)
- bindiger Boden (n = 4)
- wie oben, ABER Konz.faktor n = 5

Anpassung der elastischen Bettung

- Adaptive Anpassung
- Sicherheitsfaktor bei vorgelagertem passiven Erddruck

Ankerlängen

- Verfahren DIN V1054:2000 anstatt Kranz
- über Ruhedruckanteil [%]

Bettungsverfahren

- konventionell ($\sigma \leq e \cdot p$)
- EB 102 ($\sigma \leq e \cdot p - e \cdot 0$)

Erddruckumlagerung

- Eingabe bei Aushub
- Automatisch nach EAB
- Automatisch nach EAU:
- abgegrabene Wand
- hinterfüllte Wand

Anker/Steifen

- bei neg. Kräften ausschalten

Gekrümmte Gleitflächen

- ansetzen über ϕ = [Grad]

Erddruck aus Blocklasten bei erhöht aktivem Erddruck

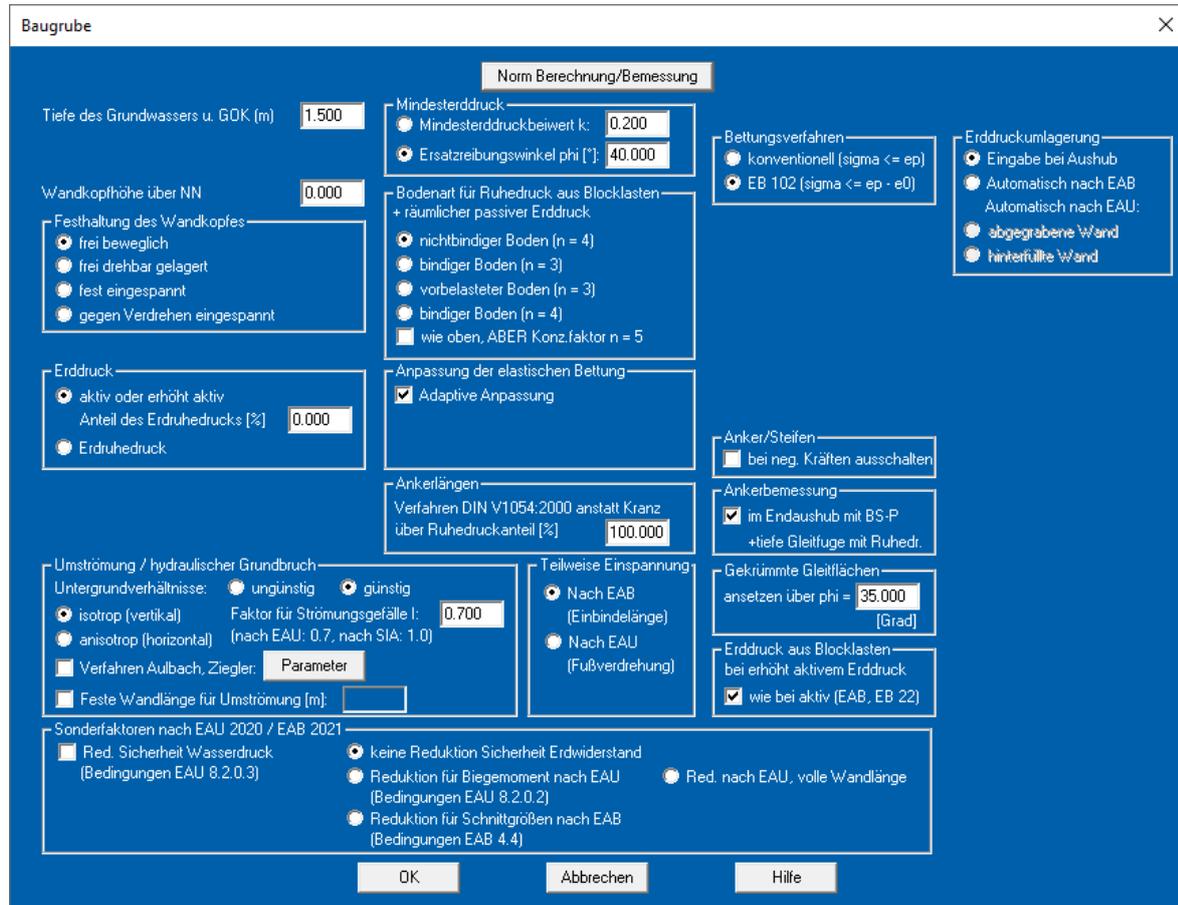
- wie bei aktiv (EAB, EB 22)

OK Abbrechen Hilfe

- Einstellung der zu verwendenden Norm für die Berechnung und die Bemessung
- Tiefe des Grundwassers
- DIN 1054:1976: Sicherheitsfaktor η_p für den Erdwiderstand, falls globale Sicherheit eingestellt (siehe [Normeinstellung](#))

- NN-Höhe des Wandkopfs, falls Ausgabe gewünscht.
- Mindesterdruddruckbeiwert $k_{agh,min}$ (bis EAB 3. Auflage) oder Ersatzreibungswinkel φ_{ERS} (ab EAB 4. Auflage): es kann gewählt werden, welche Art von Mindesterdruddruck verwendet werden soll. Bei Ansatz über Ersatzreibungswinkel werden Böschungen (Geländeneigung β) und Wandneigung α beim Mindesterdruddruck mit berücksichtigt. Weiteres siehe im Kapitel [Mindesterdruddruck](#) (Dokument DCBaug-Berechnung.pdf).
- Festhaltung des Wandkopfes
- Art des Erddrucks (aktiver, erhöht aktiver Erddruck oder Erdruhedruck) und
- Anteil des Ruhedruckes bei erhöhtem aktivem Erddruck
- Art des Bodens (nicht bindig, bindig oder vorbelastet) für die Wahl des Konzentrationsfaktors für begrenzte Auflasten bei Ruhedruck: zusätzlich $n=5$ wählbar.
Für Berechnung nach DIN 1054 (1976) wird bei nicht bindigem Boden die Lage der Erdwiderstandsresultierenden bei $0.6t$ (t = Einbindetiefe) angesetzt, bei bindigem und vorbelastetem Boden bei $0.5t$ bei Spundwänden, Bohrpfahl- und Schlitzwänden, $0.6t$ bei Trägerbohlwänden. Bei Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten wird die genaue Lage der Resultierenden bestimmt. Außerdem wird für bindige Böden beim Nachweis der [schmalen Druckflächen](#) nach Weißenbach die Kohäsion nur zur Hälfte angesetzt. Die Wahl des Konzentrationsfaktors $n = 3, 4$ oder 5 wirkt sich insbesondere auf die verwendeten Formeln für den Erdruhedruck aus Blocklasten nach Fröhlich aus. Siehe Dokument DCBaug-Berechnung.pdf, Kapitel "[Erdruhedruck aus begrenzten Streifenlasten](#)".
- Anforderung der adaptiven Anpassung der elastischen Bettung (bei DIN 1054:1976 mit zugehörigem Sicherheitsfaktor für vorgelagerten passiven Erddruck). Die elastische Bettung wird durch die Angabe von [Bettungszahlen](#) beim jeweiligen Aushub angegeben.
- Das Bettungsverfahren kann bei Berechnung nach DIN 1054 (1976) nur konventionell angesetzt werden, d.h. die Bettungsfedern (siehe Aushub) ersetzen den passiven Erddruck und die Bettungskräfte dürfen bei adaptiver Anpassung den passiven Erddruck nicht überschreiten.
- Bei Spundwänden kann der Rammtiefenzuschlag wahlweise nach EAB und/oder nach EAU berechnet werden.
- Bei Berechnung der Ankerlängen mit Teilsicherheitsbeiwerten kann zusätzlich eingestellt werden, über welchem Anteil von Erdruhedruck das Verfahren nach DIN V 1054:2000 anstatt nach Kranz zu verwenden ist (Standard = 100%, d.h. neues Verfahren nicht ansetzen).
- Berechnung der Umströmung, falls unterschiedliche Wasserstände vor und hinter der Wand sowie unterschiedliche Durchlässigkeitsbeiwerte gegeben sind, entweder für isotropen Boden, d.h. für vertikale Strömung um die Wand, oder für anisotropen Boden mit Durchlässigkeit in horizontaler Richtung deutlich größer als in vertikaler Richtung und damit horizontaler Strömung auf der Geländeseite. In letzterem Fall tritt der Druckabbau nur auf der Baugrubenseite auf.
- Der Faktor zur Berechnung des Strömungsgefälles I (siehe Dokument DCBaug-Berechnung.pdf, Kapitel [Strömungsdruck](#)) ist nach Bent Hansen mit 0.7 anzusetzen (siehe auch EAU und Simmer: Grundbau 1). Nach Schweizer Norm SIA 261 (siehe auch Lang, Huder, Amann) ist mit Faktor 1.0 zu rechnen, so dass sich am Wandfuß ein resultierender Wasserdruck von 0 ergibt.
- Für den Nachweis gegen hydraulischen Grundbruch kann wahlweise anstatt des Näherungsverfahrens nach Terzaghi oder Baumgart-Davidenkoff das Verfahren nach Aulbach und Ziegler (Bautechnik 2013, Heft 10) verwendet werden. Die dafür benötigten Parameter können über die Schaltfläche "[Parameter](#)" eingegeben werden. Zum Berechnungsverfahren siehe Dokument DCBaug-Berechnung.pdf, Kapitel "[Hydraulischer Grundbruch nach Aulbach, Ziegler](#)".
- Ist eine Wand bereits mit einer größeren Länge eingebaut, als rechnerisch erforderlich, kann für die Berechnung des Strömungsdrucks und den Nachweis des hydraulischen Grundbruchs die größere Wandlänge angesetzt werden. Hierfür ist die Vorgabe einer festen Wandlänge für die Umströmung möglich.

Ist die Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten eingestellt, dann ist das Dialogfeld entsprechend angepasst:



Baugrube

Norm Berechnung/Bemessung

Tiefe des Grundwassers u. GOK (m)

Wandkopfhöhe über NN

Festhaltung des Wandkopfes

- frei beweglich
- frei drehbar gelagert
- fest eingespannt
- gegen Verdrehen eingespannt

Erddruck

- aktiv oder erhöht aktiv
Anteil des Erdruhedrucks [%]
- Erdruhedruck

Mindesterddruck

- Mindesterddruckbeiwert k:
- Ersatzreibungswinkel phi [°]:

Bettungsverfahren

- konventionell (sigma <= ep)
- EB 102 (sigma <= ep + e0)

Erddruckumlagerung

- Eingabe bei Aushub
- Automatisch nach EAB
- Automatisch nach EAU:
- abgegrabene Wand
- hinterfüllte Wand

Bodenart für Ruhedruck aus Blocklasten + räumlicher passiver Erddruck

- nichtbindiger Boden (n = 4)
- bindiger Boden (n = 3)
- vorbelasteter Boden (n = 3)
- bindiger Boden (n = 4)
- wie oben, ABER Konz.faktor n = 5

Anpassung der elastischen Bettung

- Adaptive Anpassung

Ankerlängen

Verfahren DIN V1054:2000 anstatt Kranz über Ruhedruckanteil [%]

Anker/Steifen

- bei neg. Kräften ausschalten

Ankerbemessung

- im Endaushub mit BS-P
+tiefe Gleitfuge mit Ruhedr.

Umströmung / hydraulischer Grundbruch

Untergrundverhältnisse: ungünstig günstig

isotrop (vertikal) Faktor für Strömungsgefälle I:

anisotrop (horizontal) (nach EAU: 0.7, nach SIA: 1.0)

Verfahren Aulbach, Ziegler:

Feste Wandlänge für Umströmung [m]:

Teilweise Einspannung

- Nach EAB (Einbindelänge)
- Nach EAU (Fußverdrehung)

Gekrümmte Gleitflächen

ansetzen über phi = [Grad]

Erddruck aus Blocklasten bei erhöht aktivem Erddruck

- wie bei aktiv (EAB, EB 22)

Sonderfaktoren nach EAU 2020 / EAB 2021

- Red. Sicherheit Wasserdruck (Bedingungen EAU 8.2.0.3)
- keine Reduktion Sicherheit Erdwiderstand
- Reduktion für Biegemoment nach EAU (Bedingungen EAU 8.2.0.2)
- Reduktion für Schnittgrößen nach EAB (Bedingungen EAB 4.4)
- Red. nach EAU, volle Wandlänge

OK Abbrechen Hilfe

- Der (globale) Sicherheitsbeiwert η_p steht hier nicht zur Verfügung, da analog der Sicherheitsbeiwert für passiven Erddruck in der Normdefinition enthalten ist.
- Das gleiche gilt für den Sicherheitsfaktor bei der Anpassung der elastischen Bettung an den passiven Erddruck
- Bei Berechnung nach DIN 1054:2005 kann wahlweise das Bettungsverfahren nach EB 102 angesetzt werden (siehe EAB 4. Auflage), d.h. die Bettungsfedern (siehe Aushub). Beim Ansatz nach EB 102 wirken Bettungskräfte nur bis zu einem Wert für denjenigen Erdwiderstand, der das Minimum aus passivem Erddruck ab Baugrubensohle und Erdruhedruck ab Geländeoberkante übersteigt. Die Bettungskräfte dürfen maximal so groß werden wie die Differenz aus passivem Erddruck und Ruhedruck. Siehe hierzu auch Dokument DCBaug-Berechnung.pdf, Kapitel „[Auflagerung des Wandfußes](#)“ mit Abschnitt „Bettungsmodulverfahren nach EB 102“.
- Für den Ankerachweis wurde in der Vornorm DIN V 1054:2000 ein neues Verfahren vorgeschlagen, bei dem die Sicherheit nicht über die mögliche und vorhandene Ankerkraft definiert ist, sondern über die Reibungskraft in der tiefen Gleitfuge. Dieses Verfahren sollte evtl. erst ab einem bestimmten Ruhedruckanteil angesetzt werden. Nach EAU ist jedoch wieder das bisherige Verfahren nach Kranz zu verwenden (d.h. neues Verfahren nicht mehr, gleichbedeutend mit „über 100% Ruhedruckanteil“). Wahlweise kann der Ruhedruckanteil, über dem das Verfahren nach DIN V 1054:2000 angewandt werden soll, vorgegeben werden.
- Untergrundverhältnisse ungünstig oder günstig: nach DIN 1054:2005 und SIA 267 sind für den Nachweis des hydraulischen Grundbruchs unterschiedliche Sicherheitsfaktoren anzusetzen, je nachdem ob die Untergrundverhältnisse günstig oder ungünstig sein. Welche Verhältnisse vorliegen, kann hier eingestellt werden.
- Teilweise Einspannung: nach EAU ist der Einspanngrad über die Fußverdrehung des Wandfußes im Vergleich zur freien Lagerung definiert. Nach EAB wird wieder das frühere Verfahren mit Interpolation der

Wandlängen zwischen Volleinspannung und gelenkiger Lagerung angesetzt. Das gewünschte Verfahren kann hier ausgewählt werden.

- Sonderfaktoren nach EAU: Nach den Empfehlungen des Arbeitskreises Ufereinfassungen EAU dürfen unter bestimmten Voraussetzungen reduzierte Sicherheitsfaktoren für den Wasserdruck (siehe EAU Kap. 8.2.0.3) und für den passiven Erddruck (nur für die Bestimmung des Biegemoments, siehe EAU Kap. 8.2.0.2) angesetzt werden. Nach EAB gelten andere reduzierte Sicherheitsfaktoren für den passiven Erddruck, Bedingungen siehe EAB Kap. 4.4, hier aber für alle Schnittgrößen und Auflagerkräfte. Die reduzierten Sicherheitsfaktoren sind in der [Normdefinition](#) fest gelegt. Der Ansatz dieser Faktoren kann hier angefordert werden.
- Lastfalltyp bzw. Bemessungssituation für Eigengewicht: bei [Einzel-](#) und [Streckenlasten](#) kann für jeden Lastfall angegeben werden, um welchen Lastfalltyp (LF1, LF2, LF2/3 oder LF3 nach DIN 1054:2005 bzw. EAB) es sich handelt. Wird ohne Auflasten gerechnet (nur Eigengewicht), dann kann hier vorgegeben werden, mit welchem Lastfalltyp bzw. welche Bemessungssituation das Eigengewicht angesetzt wird. Der Lastfalltyp wirkt sich auf die anzusetzenden Sicherheitsbeiwerte aus (Wahl der Spalte in der Tabelle der Sicherheitsbeiwerte in der [Normdefinition](#)). Diese Einstellung ist nur zu sehen, wenn KEINE Lasten eingegeben wurden.
- Anker/Steifen bei negativen Kräften ausschalten: je nach statischem System kann es bei Ankern oder Steifen, die als Auflager für die Wand wirken, zu negativen Kräften kommen (Anker unter Druck oder Steife unter Zug). Meist gibt es dann ein anderes Auflager mit entsprechend höherer Auflagerkraft. Da im Normalfall Anker keinen Druck und Steifen keinen Zug aufnehmen können, kann dann wahlweise das Auflager bei negativen Kräften ausgeschaltet werden, was sich meist für den nächsten Anker günstig auswirkt.
- Ankerbemessung: gemäß DIN 1054:2005 / 2010 bzw. EAB sind für die Ankerbemessung die Ankerkräfte mit LF1 bzw. BS-P zu berechnen, wenn die Kräfte aus dem Endaushub maßgebend sind (siehe DIN 1054:2010, 9.7.1.3). Zusätzlich ist nach EAB, EB 44, der Nachweis der Tiefen Gleitfuge für die Ankerlängen mit den Sicherheiten nach LF1 bzw. BS-P zu bestimmen, wenn er mit Erdrudruck oder erhöht aktivem Erddruck berechnet wird. Diese Sonderregel kann wahlweise ausgeschaltet werden.
- Gekrümmte Gleitflächen ansetzen über $\phi = \dots$:
Nach EAB kann der passive Erddruck bis zu einem Reibungswinkel von 35° mit ebenen Gleitflächen berechnet werden. Diese Grenze kann hier eingestellt werden.
- Erddruck aus Blocklasten bei erhöht aktivem Erddruck: obwohl der Ruhedruck aus Bodeneigengewicht höher ist als der aktive Erddruck, ist der Erdrudruck aus Blocklasten in der Summe meist geringer als der aktive Erddruck aus Blocklasten. Deshalb empfiehlt die EAB in EB 22, bei erhöht aktivem Erddruck den Erddruck aus Blocklasten mit den Werten für aktiven Erddruck anzusetzen. Dieser Ansatz kann ein- oder ausgeschaltet werden.
- Erddruckumlagerung: die [Umlagerung](#) des Erddrucks kann bei jedem Aushubzustand aus vielen Möglichkeiten nach EAB oder EAU eingestellt werden. Wahlweise kann eingestellt werden, dass die Umlagerungsfigur je nach Erddruckart, Wandart, Aushubtiefe sowie Anzahl und Tiefe der Abstützungen automatisch eingestellt wird. Es stehen die Umlagerungsfiguren nach EAB (EB 69, EB 70) sowie bei Spundwänden nach EAU zur Verfügung, wobei nach EAU zwischen einer abgegrabenen und einer hinterfüllten Wand unterschieden wird.

Parameter für das Verfahren nach Aulbach und Ziegler

Das Verfahren für den Nachweis gegen hydraulischen Grundbruch nach Aulbach und Ziegler ist im Kapitel "[Hydraulischer Grundbruch nach Aulbach, Ziegler](#)" näher beschrieben.

Das Verfahren zur Bemessung gilt ausschließlich für homogenen isotropen Boden. Die zusätzlich angegebenen Korrekturbeiwerte für Anisotropie und geschichteten Boden stellen lediglich Näherungen dar, mit denen Eingangswerte für genauere Untersuchungen erhalten werden. Weiterhin wird auch nur eine Schichtgrenze behandelt, die sich oberhalb der Aushubsohle befinden muss. Bei mehr als zwei Schichten ist eine zuverlässige Berechnung nach dem Verfahren von Aulbach und Ziegler nicht möglich.

Unter Projekt - Parameter kann die Verwendung dieses Verfahrens ausgewählt werden. Über die Schaltfläche "Parameter" können die verwendeten Parameter eingestellt werden. Alle Werte im Kasten "Aushubbezogene Parameter" werden vom Programm für jeden Aushubzustand getrennt vorgelegt und können für jeden Aushub durch Auswahl in der Liste "Werte für Aushub:" verändert werden.

Umströmung / hydraulischer Grundbruch

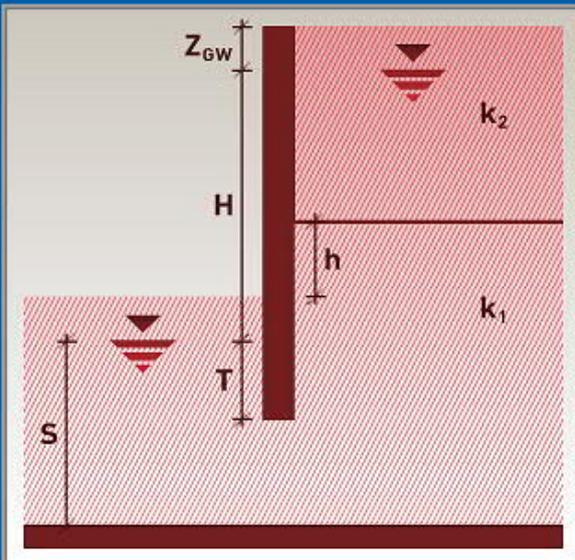
Untergrundverhältnisse: ungünstig günstig

isotrop (vertikal) Faktor für Strömungsgefälle I:
 anisotrop (horizontal) (nach EAU: 0.7, nach SIA: 1.0)

Verfahren Aulbach, Ziegler:

Feste Wandlänge für Umströmung [m]:

Parameter für Verfahren nach Aulbach, Ziegler



Nachweis für

ebener Fall

Längsseite

Stirnseite

Ecke

Baugrubenlänge L [m]:

Baugrubenbreite B [m]:

Tiefe des Stauers (z_{GW}+H+S) [m]:

Aushubbezogene Parameter

Werte für Aushub:

Tiefe Schichtgrenze k₂/k₁ [m]:

Höhe Schichtgrenze über Aushub h [m]:

Durchlässigkeitsbeiwert oben k₂ [m/s]:

Durchlässigkeitsbeiwert unten k₁ [m/s]:

Wichte unter Auftrieb gamma' [kN/m³]:

Bei Anisotropie: Faktor k_h/k_v [-]:

Grenzen nach Aulbach, Ziegler in Bautechnik 10/2013

- nur für nichtbindige Böden
- Schichtgrenze über Aushub (h > 0)
- untere Schicht ist undurchlässiger (k₁ < k₂)
- T/H < 0.75 * S/H
- S/H >= 1.0
- B/L >= 0.3

Folgende Parameter stehen zur Verfügung. Die Bezeichnungen und das Bild orientieren sich an der Veröffentlichung von Aulbach und Ziegler in Bautechnik 10/2013: Hydraulischer Grundbruch - Formel zur Ermittlung der erforderlichen Einbindetiefe.

- Nachweis für...: es können die Varianten ebener Fall, Längsseite der Baugrube (= Seite mit der größeren Länge), Stirnseite der Baugrube (= Seite mit der kürzeren Länge) und Ecke der Baugrube berechnet werden. Wahlweise werden auch mehrere Fälle nacheinander berechnet und ausgegeben
- Baugrubenlänge L und Baugrubenbreite B
- Tiefe des Stauers unter GOK

sowie für jeden Aushubzustand wegen der unterschiedlichen Tiefenlagen getrennt:

- Tiefe einer Schichtgrenze: da das Verfahren für geschichteten Boden von einer Schichtgrenze oberhalb der Aushubsohle ausgeht, wird hier die Schichtgrenze zwischen Grundwasserstand und Aushubsohle gesucht, bei der das größte Verhältnis zwischen den Durchlässigkeitsbeiwerten auftritt.
- Höhe der Schichtgrenze über der Aushubsohle
- Durchlässigkeitsbeiwerte oben k_2 und unten k_1 ober- und unterhalb von der Schichtgrenze. Da das Programm DC-Baugrube mehrere Schichten mit beliebigen Tiefen und unterschiedlichen Durchlässigkeitsbeiwerten erlaubt, werden die k -Werte für die Bereiche ober- und unterhalb der ermittelten maßgebenden Schichtgrenze mit ihrer Schichtdicke gewichtet gemittelt. Unterhalb der maßgebenden Schichtgrenze wird bis zu einer undurchlässigen Schicht oder bis zum Stauer gerechnet. Die Tiefenlage des Wandendes ist bei Iteration der Wandlänge an dieser Stelle noch nicht bekannt. Da aber die k -Werte in die Formel nicht eingehen, spielen die Werte k_1 und k_2 nur eine Rolle, um zu prüfen, ob wie vom Verfahren vorausgesetzt $k_1 < k_2$ vorliegt.
- Wichte unter Auftrieb γ' , bei mehreren Schichten ebenfalls gemittelt
- Faktor k_h/k_v bei Anisotropie (= 1.0 bei Isotropie)

Die Anwendungsgrenzen bzw. Voraussetzungen des Verfahrens werden links unten im Dialog dargestellt:

- nur für nichtbindige Böden
- die maßgebende Schichtgrenze liegt oberhalb der Aushubsohle
- die untere Schicht ist undurchlässiger als die obere
- $T/H < 0.75 \cdot S/H$
- $S/H \geq 1.0$
- $B/L \geq 0.3$

Sind die Voraussetzungen nicht erfüllt (für nichtbindige Böden wird die Bedingung $c < 5 \text{ kN/m}^2$ geprüft), dann werden nach den Berechnungsergebnissen entsprechende Hinweise aufgeführt.

Schriftfeld Bem.

Wie unter Schriftfeld (siehe [DC-Bedienungsgrundlagen](#)) können Einträge definiert werden, hier jedoch für das Schriftfeld in der Bemessung. Da hier andere Einträge benötigt werden (z.B. keine Angaben zu Aushubzustand und Lastfall), steht hier ein eigenes Schriftfeld zur Verfügung.

Fußzeilen

Eingabe von Fußzeilen, sofern unter Einstellung - [Titelfeld](#) entsprechende Zeilen definiert wurden. Standardmäßig sind keine Fußzeilen vorhanden.

Fußzeilen Bem.

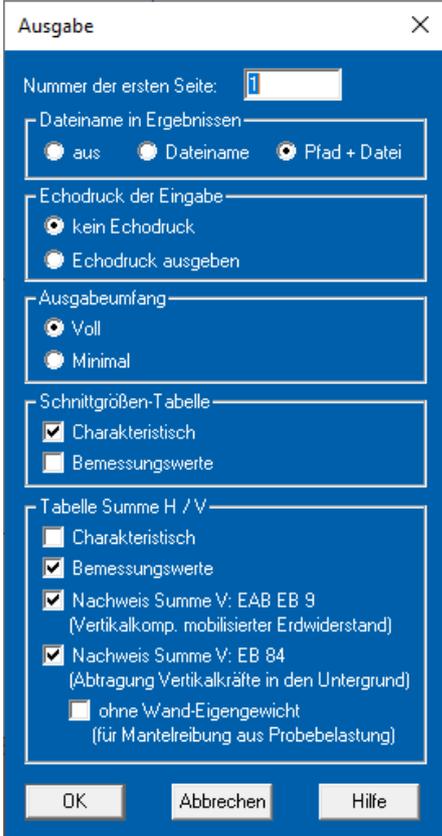
Sind für das Schriftfeld in der Bemessung Fußzeilen definiert, dann kann der Inhalt hier eingetragen werden.

Ausgabe

Wahl von verschiedenen Parametern für die [ErgebnisAusgabe](#).

Weitere (zusätzliche) Optionen:

- Wahl des Echodrucks der Eingabe für Prüfzwecke
- Ausgabeumfang der Ergebnisse: voll oder minimal (nur wichtigste Ergebnisse)
- Die Schnittgrößentabelle wird standardmäßig nach DIN 1054:2010 mit charakteristischen, nach SIA 267 mit Bemessungswerten ausgegeben. Die gewünschten Ergebnisse können hier ausgewählt werden. HINWEIS: bei Berechnung mit Erdbebenlasten (siehe Lasten - [Erdbebenlasten](#)) werden, wenn Schnittgrößen mit Bemessungswerten angefordert sind, auch Erddruckbeiwerte und Erddruckwerte mit Bemessungswerten ausgegeben. In die Erddruckbeiwerte nach Mononobe-Okabe gehen Sicherheitsbeiwerte für Reibungswinkel φ und Kohäsion c mit ein.
- Die Tabelle Summe der H- und V-Kräfte wird standardmäßig mit Bemessungswerten ausgegeben, da die Iteration der erforderlichen Wandlänge mit Summe $H = 0$ mit Bemessungswerten geführt wird. Die gewünschten Ergebnisse (charakteristisch und/oder Bemessungswerte) können hier ausgewählt werden. Bei Ausgabe charakteristischer Werte wird für den Erdwiderstand der mobilisierte passive Erddruck angegeben (siehe auch EAU, 8.2.4.3). Nachweis Summe V nach EAB EB 9 und nach EAB EB 84: die beiden Nachweise für die Vertikalkomponente des mobilisierten Erdwiderstandes (EB 9) und für die Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EB 84) können jeweils angefordert oder ausgeschaltet werden. Wurden die Werte für Mantelreibung und Spitzendruck aus Probelastungen ermittelt, die das Eigengewicht bereits enthalten, dann kann für den Nachweis nach EB 84 das Wand-Eigengewicht weggelassen werden. Das gilt allerdings nur, wenn im Nachweis nach EB 84 für den Widerstand unterhalb der Aushubsohle die Mantelreibung angesetzt wird. Ist der Vertikalanteil des passiven Erddrucks günstiger und wird deshalb verwendet, dann ist auch das Wandgewicht anzusetzen.



Ausgabe

Nummer der ersten Seite:

Dateiname in Ergebnissen

aus Dateiname Pfad + Datei

Echodruck der Eingabe

kein Echodruck Echodruck ausgeben

Ausgabeumfang

Voll Minimal

Schnittgrößen-Tabelle

Charakteristisch Bemessungswerte

Tabelle Summe H / V

Charakteristisch Bemessungswerte

Nachweis Summe V: EAB EB 9
(Vertikalkomp. mobilisierter Erdwiderstand)

Nachweis Summe V: EB 84
(Abtragung Vertikalkräfte in den Untergrund)

ohne Wand-Eigengewicht
(für Mantelreibung aus Probelastung)

OK Abbrechen Hilfe

Menü Bauteile

Das Menü Bauteile dient zur Eingabe verschiedener Bauteile für die Berechnung.

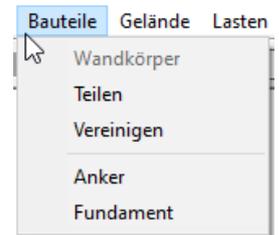
Wandkörper Definition der Baugrubenwand, evtl. in Abschnitten

[Teilen](#) Unterteilen der Baugrubenwand in Abschnitte

[Vereinigen](#) Vereinigen von Abschnitten der Baugrubenwand

[Anker](#) Eingabe von Ankern für verschiedene Aushubzustände

[Fundament](#) Darstellung eines Fundaments auf dem Wandkörper



Wandkörper



Der Wandkörper kann aus einer Linie oder auch aus mehreren Abschnitten bestehen, die unterschiedliche Neigung und einen unterschiedlichen Typ besitzen können (z.B. eine Trägerbohlwand auf einer Bohrpfahlwand). Für die speziellen Nachweise z.B. für eine Trägerbohlwand ist der Wandtyp direkt unter der Tiefe des jeweiligen Aushubs maßgebend.

Der Wandverlauf wird als Linienzug von oben nach unten (d.h. ausgehend vom Gelände) eingegeben, der durch die rechte Maustaste abgeschlossen wird. Nach Beendigung der Wandeingabe werden die Parameter der Wand (Typ, Wichte, Dicke, etc., siehe unten) und anschließend die Parameter der ersten Schicht unterhalb des Geländes abgefragt. Die Wandparameter gelten zunächst für den gesamten Wandverlauf. Danach können die einzelnen Wandabschnitte durch Doppelklick bearbeitet und z.B. unterschiedliche Dicken oder verschiedene Wandtypen vergeben werden.

Über die Verschiebung delta x oben und delta x unten kann eine Ausmitte erzeugt werden, so dass eine Trägerbohlwand z.B. ausserhalb der Achse einer Bohrpfahlwand sitzt.

Eine schräge Wandhinterkante wird bei der Berechnung des Erddrucks automatisch berücksichtigt. Zur Berechnung der Schnittgrößen werden Knicke in der Schwerachse durch entsprechende Umrechnung beachtet.

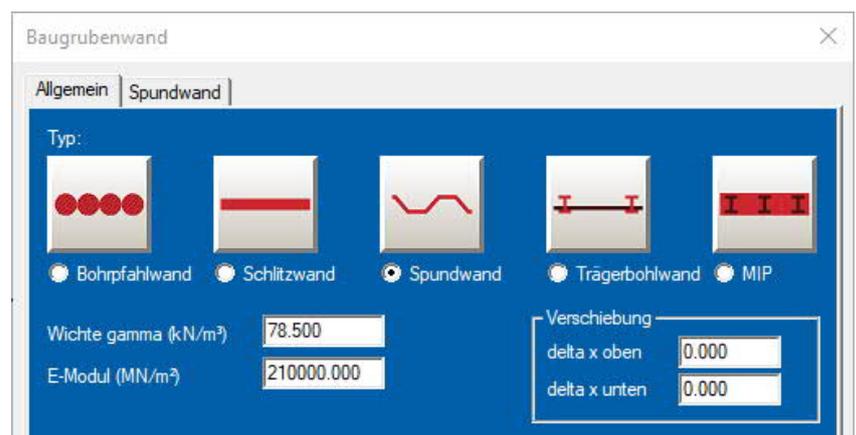
Für die Wand stehen folgende Typen zur Verfügung:

- Bohrpfahlwand
- Schlitzwand
- Spundwand
- Trägerbohlwand
- MIP (Mixed In Place)

Für alle Wandtypen sind die Parameter

- Wichte γ in kN/m^3 zur Berücksichtigung des Eigengewichts und
- E-Modul in MN/m^2

anzugeben.



Für die speziellen Parameter der verschiedenen Wandtypen siehe Kapitel [Wandkörper-Parameter](#).

Es kann nur ein Wandkörper eingegeben werden, so dass nach der Eingabe die Schaltfläche deaktiviert wird. Soll der Wandkörper neu eingegeben werden, so ist der vorhandene zu löschen, indem er angeklickt (die

Fläche erscheint dann rot) und durch die *Entf*-Taste oder die Taste  in der [Werkzeugleiste](#) entfernt wird.

Nach Abschluss des Wandkörpers wird ab dem Wandkopf ein waagerechtes Gelände eingezeichnet. Zur Berücksichtigung von Böschungen oder Bermen [siehe Gelände - Böschungen](#). Für die erste Schicht unter dieser Geländeoberfläche werden dann automatisch die Parameter abgefragt, siehe auch [Gelände - Erdschichten](#).

Wandkörper-Parameter

Für die verschiedenen Wandtypen, wie bei [Bauteile - Wandkörper](#) definiert, können die für die Berechnung benötigten Parameter unterschiedlich eingegeben werden:

Bohrpfahlwand

- Durchmesser der Bohrpfähle in m
- lichter Abstand der Bohrpfähle in m: 0 = tangierend, < 0 = überschritten (Abstand > -d/2), > 0 = Abstand

Die Berechnungsparameter wie Fläche je lfm und Trägheitsmoment I_y je lfm Wand werden vom Programm automatisch bestimmt.

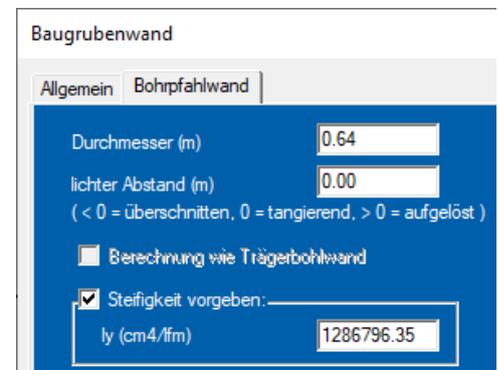
Aufgelöste Bohrpfahlwände (lichter Abstand > 0) können wahlweise berechnet werden wie Trägerbohlwände. Dadurch wird der Erddruck auf Höhe der Baugrubensohle abgeschnitten (da unterhalb der Sohle keine Ausfachung vorhanden ist und sich der belastende Boden gegen den Boden unterhalb der Sohle abstützt) und zusätzlich der Nachweis nach Weißenbach für schmale Druckflächen durchgeführt.

- Berechnung wie Trägerbohlwand

In Abhängigkeit vom Abstand der Einzelpfähle (ab einem lichten Abstand in der Größenordnung von etwa 1.5 – 2 x dem Durchmesser) bilden sich vor den Pfählen schmale Druckflächen aus, so dass die Bohrpfahlwand nicht mehr wie eine durchgehende Wand wirkt. Dann sollte die „Berechnung wie Trägerbohlwand“ mit dem Nachweis der schmalen Druckflächen gewählt werden.

- Steifigkeit vorgeben

Das Trägheitsmoment I_y der Bohrpfahlwand pro lfm Wand wird automatisch berechnet und angezeigt. Wahlweise kann die Steifigkeit mit einem anderen Wert vorgegeben werden. Das ist insbesondere dann hilfreich, wenn bei überschrittenen Bohrpfahlwänden nicht wie standardmäßig angesetzt die unbewehrten Bohrpfähle voll in die Steifigkeit mit eingerechnet werden sollen.



Baugrubenwand

Allgemein | Bohrpfahlwand

Durchmesser (m)

lichter Abstand (m)
(< 0 = überschritten, 0 = tangierend, > 0 = aufgelöst)

Berechnung wie Trägerbohlwand

Steifigkeit vorgeben:
ly (cm4/lfm)

Schlitzwand

Für Schlitzwände wird nur die Dicke der Wand in m benötigt. Die weiteren Parameter werden vom Programm automatisch bestimmt.

Spundwand

Für Spundwände können vordefinierte Spundwandprofile verwendet werden, die in der Liste „Typ“ durch Klicken auf den Pfeil ausgesucht werden können. Mit den Tasten Neu, Bearbeiten und Löschen kann eine eigene Liste von Profilen erstellt und bearbeitet werden. Die folgenden Parameter werden auf der Profildefinition übernommen, können jedoch bei Einstellung auf „Benutzerdefiniert“ auch frei eingegeben werden:

- Trägheitsmoment I_y je lfm und je Einzelbohle in cm^4
- Widerstandsmoment W_y je lfm und je Einzelbohle in cm^3
- Fläche je lfm und je Einzelbohle in cm^2
- Schubfläche A_{Schub} je lfm und je Einzelbohle in cm^2
- Dicke in m (nur für die Darstellung)
- Gewicht je m^2 in kg

sowie für die grafische Darstellung bei der Bemessung die Maße

- Breite der Einzelbohle
- Höhe der Bohle
- Breite des Steges (d.h. der Schrägen)
- Breites des Rückens
- Dicke des Steges
- Dicke des Flansches

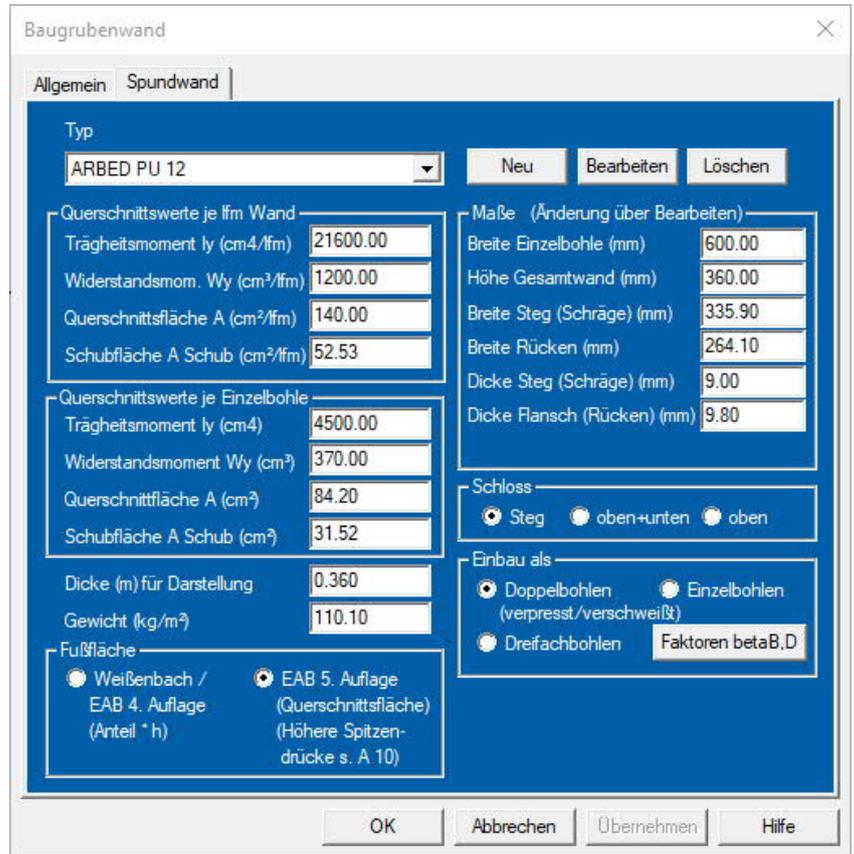
- Schloss: Anordnung des Schlosses im Steg, im Rücken oben und unten (Z-Profile) oder im Rücken nur oben.

- Einbau als:

Zusätzlich kann angegeben werden, dass die Spundwandprofile als Doppel- oder Dreifachbohlen, d.h. durch verpressen oder verschweißen der Schlösser mit voller Steifigkeit pro m Wand, oder als Einzelbohlen eingebaut werden. Bei Einbau als Einzelbohlen werden für die Steifigkeit die Werte der Einzelbohle, umgerechnet auf einen Meter Wand (d.h. dividiert durch die Bohlenbreite), verwendet. Diese Steifigkeit ist bei versetzter Anordnung der Bohlen wesentlich geringer als die für verbundene Doppelbohlen. Bei Bemessung nach Eurocode 3 können für U-Profile die Abminderungsfaktoren $\beta_{B,D}$ über die Schaltfläche "Faktoren $\beta_{B,D}$ " eingestellt werden, abhängig von der Bodenart und der Anzahl der Anker oder Steifen.

Faktoren $\beta_{B,D}$:

Wahlweise kann angefordert werden, dass eine Bemessung elastisch-elastisch ohne die Abminderung mit β -Faktoren erfolgt, wie im Nationalen Anhang für Deutschland unter 6.4 (3) angegeben. Voraussetzung dafür ist, dass jedes zweite Schloss schubfest verbunden ist und der Nachweis der Schubübertragung geführt wird.



Baugrubenwand

Typ: ARBED PU 12

Buttons: Neu, Bearbeiten, Löschen

Querschnittswerte je lfm Wand

Trägheitsmoment I_y (cm^4/lfm)	21600.00
Widerstandsmom. W_y (cm^3/lfm)	1200.00
Querschnittsfläche A (cm^2/lfm)	140.00
Schubfläche A_{Schub} (cm^2/lfm)	52.53

Maße (Änderung über Bearbeiten)

Breite Einzelbohle (mm)	600.00
Höhe Gesamtwand (mm)	360.00
Breite Steg (Schräge) (mm)	335.90
Breite Rücken (mm)	264.10
Dicke Steg (Schräge) (mm)	9.00
Dicke Flansch (Rücken) (mm)	9.80

Querschnittswerte je Einzelbohle

Trägheitsmoment I_y (cm^4)	4500.00
Widerstandsmoment W_y (cm^3)	370.00
Querschnittsfläche A (cm^2)	84.20
Schubfläche A_{Schub} (cm^2)	31.52

Schluss

Steg oben+unten oben

Einbau als

Doppelbohlen (verpresst/verschweißt) Einzelbohlen

Dreifachbohlen

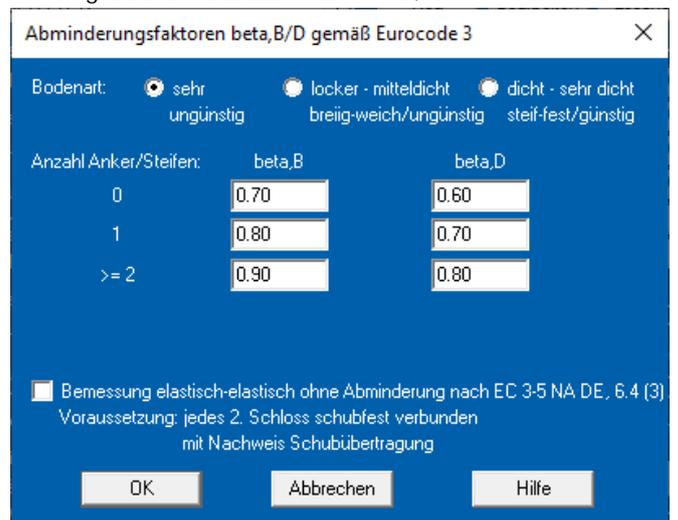
Dicke (m) für Darstellung: 0.360

Gewicht (kg/m^2): 110.10

Fußfläche

Weißenbach / EAB 4. Auflage (Anteil * h) EAB 5. Auflage (Querschnittsfläche) (Höhere Spitzendrücke s. A 10)

Buttons: OK, Abbrechen, Übernehmen, Hilfe



Abminderungsfaktoren $\beta_{B,D}$ gemäß Eurocode 3

Bodenart: sehr ungünstig locker - mitteldicht breig-weich/ungünstig dicht - sehr dicht steif-fest/günstig

Anzahl Anker/Steifen:	$\beta_{B,D}$	$\beta_{B,D}$
0	0.70	0.60
1	0.80	0.70
≥ 2	0.90	0.80

Bemessung elastisch-elastisch ohne Abminderung nach EC 3-5 NA DE, 6.4 (3)
Voraussetzung: jedes 2. Schloss schubfest verbunden mit Nachweis Schubübertragung

Buttons: OK, Abbrechen, Hilfe

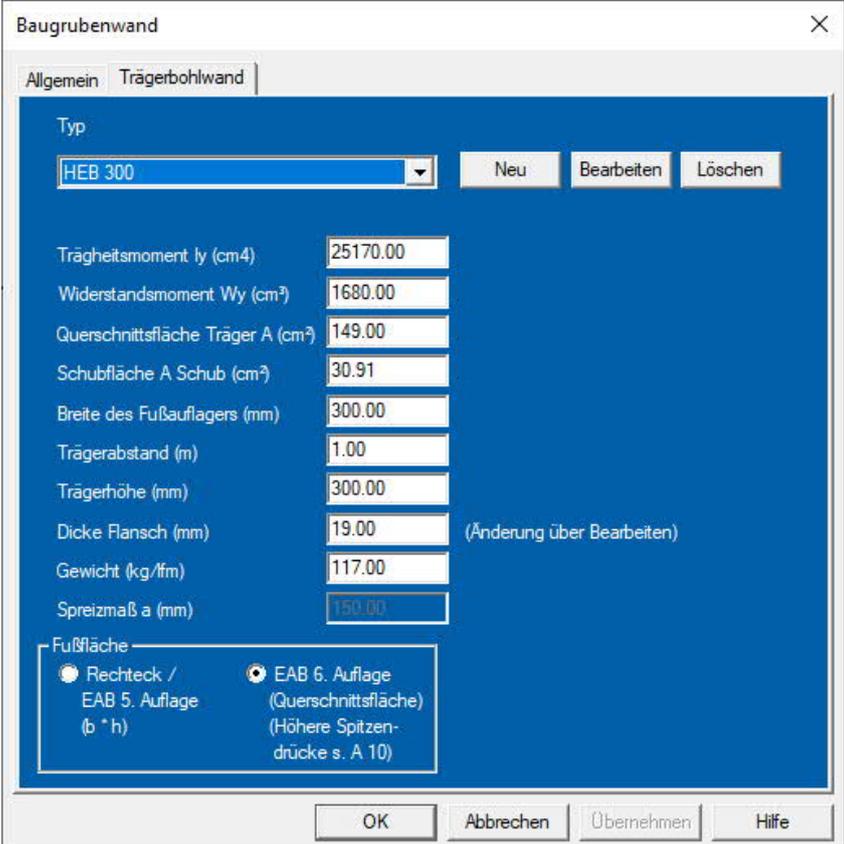
Bei [Bemessung der Gurtung](#) (für alle Wandtypen) werden die Steifigkeitswerte je Einzelbohle eingesetzt, wenn dort ein Spundwandprofil für den Gurt ausgewählt wird.

- Fußfläche
Für die Fußfläche einer Spundwand zur Bestimmung des Spitzendrucks kann wahlweise der bisherige Ansatz nach Weißenbach (bis zur 4. Auflage der EAB) mit einer mittleren Breite gewählt werden, oder die tatsächliche Querschnittsfläche der Spundwandprofile nach EAB 5. Auflage. Zu beachten ist, dass in letzterem Fall als Ausgleich für die deutlich kleinere Fläche wesentlich höhere Werte für den zulässigen Spitzendruck bei den Schichten angesetzt werden können. Siehe hierzu Anhang A.10 der EAB.
- Neu / Bearbeiten
Für kombinierte Profile (z.B. mit Peiner-Trägern) ist in der Definition der Profile (über Schaltflächen Neu oder Bearbeiten) die Angabe möglich, dass das Spundwandprofil mit einem oder mit zwei I-Trägern kombiniert wird. Siehe Kapitel „[Profile bearbeiten](#)“.

Trägerbohlwand

Für Trägerbohlwände können vordefinierte Trägertypen verwendet werden, die in der Liste „Typ“ durch Klicken auf den Pfeil ausgesucht werden können. Mit den Tasten Neu, Bearbeiten und Löschen kann eine eigene Listen von Trägern erstellt und bearbeitet werden. Die folgenden Parameter werden auf der Trägerdefinition übernommen, können jedoch bei Einstellung auf „Benutzerdefiniert“ auch frei eingegeben werden:

- Trägheitsmoment I_y eines Trägers in cm^4
- Widerstandsmoment W_y eines Trägers in cm^3
- Querschnittsfläche A eines Trägers in cm^2
- Schubfläche A_{Schub} eines Trägers in cm^2
- Breite des Fußauflagers in mm für die Berücksichtigung des räumlichen Erddrucks bzw. des Erddrucks vor den schmalen Druckflächen (kann auch größer als die Trägerbreite sein). Diese Breite geht auch in die Bestimmung des Spitzendrucks ein für den [Nachweis der Vertikalkräfte](#). Falls die Breite des Fußauflagers größer eingegeben wird als die Trägerbreite (bzw. bei 2*U-Trägern 2*Trägerbreite + Spreizmaß), dann wird der Träger als einbetoniert betrachtet mit einer Fußfläche = Kreisfläche mit Durchmesser b .
- Abstand der Träger a in m (unabhängig von der Trägerdefinition)
- Trägerhöhe in mm
- Dicke des Flanschs in mm
- Gewicht in kg pro lfm Träger
- Spreizmaß, falls 2xU-Profile gewählt wurden: Abstand der beiden Profile



Baugrubenwand

Algemein | **Trägerbohlwand**

Typ: **HEB 300** [Neu] [Bearbeiten] [Löschen]

Trägheitsmoment I_y (cm^4): 25170.00

Widerstandsmoment W_y (cm^3): 1680.00

Querschnittsfläche Träger A (cm^2): 149.00

Schubfläche A_{Schub} (cm^2): 30.91

Breite des Fußauflagers (mm): 300.00

Trägerabstand (m): 1.00

Trägerhöhe (mm): 300.00

Dicke Flansch (mm): 19.00 (Änderung über Bearbeiten)

Gewicht (kg/lfm): 117.00

Spreizmaß a (mm): 150.00

Fußfläche

Rechteck / EAB 5. Auflage ($b \cdot h$)

EAB 6. Auflage (Querschnittsfläche) (Höhere Spitzendrücke s. A 10)

[OK] [Abbrechen] [Übernehmen] [Hilfe]

- Fußfläche: wahlweise kann für den Ansatz des Spitzendrucks die volle quadratische Fußfläche gemäß EAB bis Auflage 5 angesetzt werden oder die tatsächliche Querschnittsfläche nach EAB ab Auflage 6. In diesem Fall dürfen höhere Werte für den Spitzendruck gemäß EAB Anhang A 10 bei den Schichten angesetzt werden.

Die Parameter A und I werden intern automatisch durch den Trägerabstand a dividiert, so dass die für die Berechnung erforderlichen Werte je lfm Wand zur Verfügung stehen.

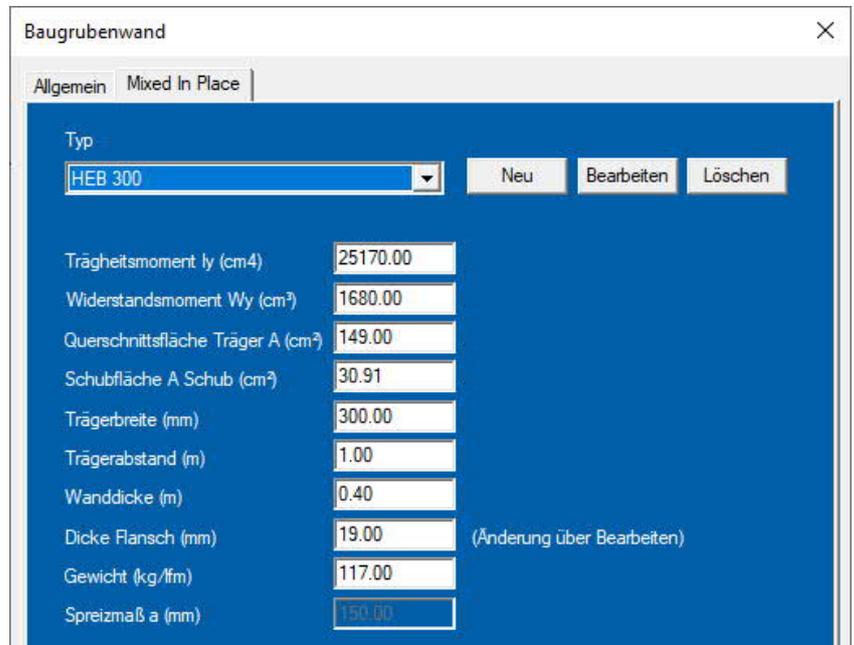
Wird die Breite des Fußauflagers größer eingegeben als die automatisch vorgegebene Trägerbreite, dann hat das zwei Effekte:

- es kann eine größere Breite für das Erdaufleger beim Nachweis der schmalen Druckflächen genutzt werden.
- beim Nachweis der Vertikalkräfte wird der Fuß der Wand als einbetoniert betrachtet und es kann damit ein Kreisquerschnitt für den Spitzendruck genutzt werden.

Mixed In Place (MIP)

Mixed In Place-Wände wirken für die Wandberechnung den Nachweis der erforderlichen Einbindetiefe wie eine durchgehende Schlitzwand, allerdings für die Bemessung der Träger und der Ausfachung wie eine Trägerbohlwand. Die Betonausfachung stützt sich auf die Träger ab und wird als Gewölbe bemessen.

Für MIP können vordefinierte Trägertypen verwendet werden, die in der Liste „Typ“ durch Klicken auf den Pfeil ausgesucht werden können. Mit den Tasten Neu, Bearbeiten und Löschen kann eine eigene Listen von Trägern erstellt und bearbeitet werden. Die folgenden Parameter werden auf der Trägerdefinition übernommen, können jedoch bei Einstellung auf „Benutzerdefiniert“ auch frei eingegeben werden:



Baugrubenwand	
Allgemein Mixed In Place	
Typ	HEB 300
Trägheitsmoment I_y (cm ⁴)	25170.00
Widerstandsmoment W_y (cm ³)	1680.00
Querschnittsfläche Träger A (cm ²)	149.00
Schubfläche A Schub (cm ²)	30.91
Trägerbreite (mm)	300.00
Trägerabstand (m)	1.00
Wanddicke (m)	0.40
Dicke Flansch (mm)	19.00 (Änderung über Bearbeiten)
Gewicht (kg/lfm)	117.00
Spreizmaß a (mm)	150.00

- Trägheitsmoment I_y eines Trägers in cm⁴
- Widerstandsmoment W_y eines Trägers in cm³
- Querschnittsfläche A eines Trägers in cm²
- Schubfläche A_{Schub} eines Trägers in cm²
- Trägerbreite in mm
- Abstand der Träger a in m (unabhängig von der Trägerdefinition)
- Wanddicke in m
- Dicke des Trägerflanschs in mm
- Gewicht in kg pro lfm Träger
- Spreizmaß, falls 2xU-Profile gewählt wurden: Abstand der beiden Profile.

Der Parameter I wird intern automatisch durch den Trägerabstand a dividiert, so dass der für die Berechnung erforderliche Wert je lfm Wand zur Verfügung stehen.

Profile bearbeiten

Bei der Bearbeitung des [Wandtyps](#) können über die Schaltfläche „BEARBEITEN“ vordefinierte Träger und Spundwandprofile eingetragen oder verändert werden. Diese Profile können für den Verbau verwendet werden, so dass die Querschnittswerte sofort übernommen werden.

Bitte beachten:

für die Trägerart 2*Uxxx (doppeltes U-Profil) sind alle Querschnittswerte für das Trägerpaar einzutragen, mit Ausnahme der Trägerbreite. Die Breite ist für einen (einzelnen) Träger für die grafische Darstellung in der Bemessung erforderlich.

Für Spundwandprofile kann auch eine Kombination mit einem oder zwei I-Trägern, z.B. für kombinierte Peiner-Träger definiert werden.

Für diesen Träger können dann zusätzlich die Abmessungen eingegeben werden. Ist eine solche Kombination ausgewählt, dann wird das im Dialog Baugrubenwand – Spundwand unterhalb von „Dicke Flansch“ mit angezeigt.

Für die Bemessung nach Eurocode 3 benötigen wir zusätzlich das plastische Widerstandsmoment und die Schubfläche $A_v = A_{Schub,pl}$. Die Querschnittsfläche in Abhängigkeit von den Querschnittsparametern und der Stahlgüte wird automatisch bestimmt.

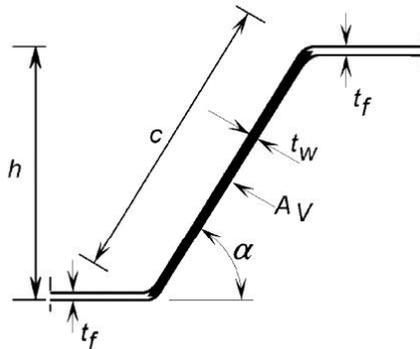
Trägerbohlwand	
Typ	HEB 300
Trägheitsmoment I_y [cm ⁴]	25170.00
Trägheitsmoment I_x [cm ⁴]	8560.00
Widerstandsmoment W_y [cm ³]	1680.00
Widerstandsmoment W_x [cm ³]	571.00
Querschnittsfläche Träger A [cm ²]	149.00
Schubfläche A Schub [cm ²]	30.91
Trägerbreite (mm)	300.00
Trägerhöhe (mm)	300.00
Dicke Flansch (mm)	19.00
Dicke Steg (mm)	11.00
Gewicht (kg/lfm)	117.00
Ausrundungsradius (mm)	27.00
Widerstandsmoment $W_{y,pl}$ [cm ³]	1869.00
Schubfläche $A_v = A_{Schub,pl}$ [cm ²]	47.40
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Abbrechen"/> <input type="button" value="Hilfe"/>	

Spundwand	
Typ	PSp 700 PZ 612 sol.10/23
Querschnittswerte je lfm Wand	
Trägheitsmoment I_y [cm ⁴ /lfm]	146450.00
Widerstandsmom. W_y [cm ³ /lfm]	4190.00
Querschnittsfläche A [cm ² /lfm]	150.60
Schubfläche A Schub [cm ² /lfm]	56.90
Querschnittswerte je Einzelbohle	
Trägheitsmoment I_y [cm ⁴]	
Widerstandsmoment W_y [cm ³]	
Querschnittsfläche A [cm ²]	
Schubfläche A Schub [cm ²]	
Querschnittswerte für plastische Bemessung	
Widerstandsmoment $W_{y,pl}$ [cm ³]	4190.00
Schubfläche $A_v = A_{Schub,pl}$ [cm ²]	56.90
Werte je Einzelbohle:	
Widerstandsmoment $W_{y,pl}$ [cm ³]	
Schubfläche $A_v = A_{Schub,pl}$ [cm ²]	
Dicke (m) für Darstellung	0.700
Gewicht (kg/m ²)	235.00
Maße	
Breite Einzelbohle (mm)	600.00
Höhe Gesamtwand (mm)	272.00
Breite Steg (Schräge) (mm)	296.00
Breite Rücken (mm)	304.00
Dicke Steg (Schräge) (mm)	12.00
Dicke Flansch (Rücken) (mm)	12.00
<input checked="" type="checkbox"/> Kombination mit I-Träger	
<input checked="" type="radio"/> mit einem Träger <input type="radio"/> mit zwei Trägern	
Trägerbreite (mm)	480.00
Trägerhöhe (mm)	700.00
Dicke Flansch (mm)	17.10
Dicke Steg (mm)	14.00
Schloss	
<input type="radio"/> Steg <input checked="" type="radio"/> oben+unten <input type="radio"/> oben	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Abbrechen"/> <input type="button" value="Hilfe"/>	

Die Schubfläche eines Spundwandprofils wird nach Eurocode 3-5 (DIN EN 1993-5) bestimmt zu

$$A_V = t_w (h - t_f)$$

mit folgenden Bezeichnungen (Bild 5.1 aus DIN EN 1993-5):



Für die Werte pro Meter Wand muss dieser Wert noch durch die Breite eines Spundwandprofils dividiert werden, z.B. 0.60 m.

Teilen

Mit Bauteile - Teilen können Zwischenpunkte in den Wandkörper eingefügt werden. Die Zwischenpunkte können dann verändert werden, um den Wandverlauf anzupassen. Die getrennten Wandabschnitte können dann einzeln bearbeitet werden. So kann z.B. ein Steckträger (Trägerbohlwand) auf einer Bohrpfahlwand definiert werden.

Auf diese Art kann auch eine Bohrpfahlwand erstellt werden, die oberhalb der Baugrubensohle durchgehend ist, im unteren Bereich aber aufgelöst, z.B. indem nur jeder zweite Pfahl tiefer geführt wird. Zu beachten ist hier, dass für die Behandlung des passiven Erddrucks im Einbindebereich, z.B. schmale Druckflächen, die Wandart auf Höhe der Baugrubensohle (bei Unterteilung auf Höhe der Sohle: die Wandart unterhalb) maßgebend ist. Der Zwischenpunkt sollte also auf Höhe der Aushubsohle oder darüber liegen.

Mit der Funktion *Teilen* erscheint der Cursor in Form eines Zauberstabs. Durch Drücken der linken Maustaste an der gewünschten Position wird ein neuer Punkt eingefügt. Die Funktion *Teilen* wird durch Klicken mit der rechten Maustaste beendet. Nach Doppelklick auf die Teilungsmarkierung können die Koordinaten eines Punktes verändert werden.

Vereinigen

Mit Bauteile - Vereinigen können vorhandene Punkte im Wandkörper entfernt werden, so dass zwischen den davor und danach anschließenden Punkten eine geradlinige Verbindung entsteht.

Es erscheint ein Cursor in Form einer Schere. Durch Klick mit der linken Maustaste auf den gewünschten Punkt wird der Punkt entfernt. Die Funktion *Vereinigen* wird durch Drücken der rechten Maustaste beendet.

Anker



Da Anker immer einem oder mehreren Aushubzuständen zugeordnet sind, ist die Ankereingabe erst möglich, wenn mindestens ein Aushub vorhanden ist. Es sind maximal 20 Anker- oder Steifenlagen möglich.

Zur Eingabe eines Ankers ist die Tiefe des Ankerkopfes an der Wandvorderseite anzuklicken und anschließend das Ende des Ankers (Mitte der Verpressstrecke) hinter der Wand. Danach können die Parameter des Ankers angegeben werden:

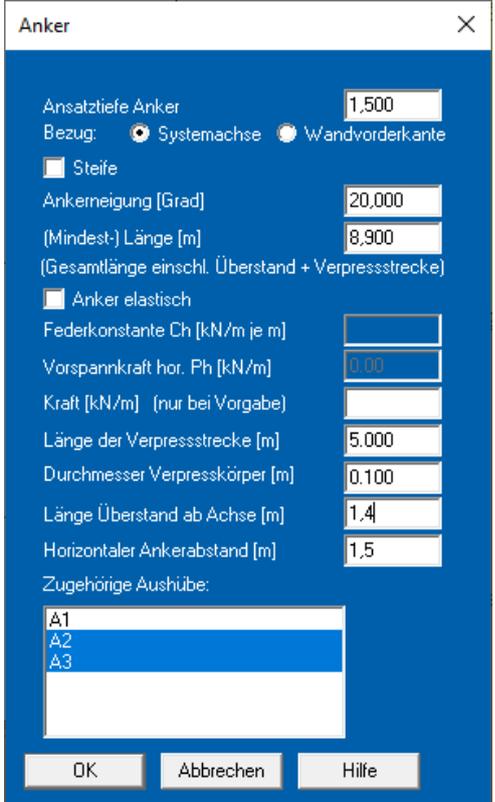
- Tiefe des Ankerkopfes unter dem Wandkopf (rechnerische Tiefe in der Schwerachse)
- Ankerneigung zur Waagerechten in Grad – alternativ ist für Steifen das Kästchen „Steife“ anzuklicken

- [\(Mindest-\)Länge des Ankers](#) als Gesamtlänge des Ankers einschließlich Überstand vor der Wandachse bis zum Ende der Verpressstrecke
- Anker elastisch: wahlweise kann der Anker als elastische Feder anstatt als festes Auflager angesetzt werden. Es ist dann erforderlich:
 - Federkonstante Ch für eine horizontale Feder in kN/m pro m Wand, siehe hierzu Kapitel „[Statisches System und Ankerkräfte](#)“
- Kraft des Ankers in kN je m Wandlänge:
 - nur, wenn eine feste Ankerkraft vorgegeben werden soll, die dann als Last auf die Wand angesetzt wird! Im Normalfall wird die Ankerkraft als Auflagerkraft eines Durchlaufträgers automatisch bestimmt
- Länge der Verpressstrecke in m für die grafische Darstellung und die Differenz zwischen Gesamtlänge und rechnerischer Ankerlänge bis Mitte Verpressstrecke
- Durchmesser des Verpresskörpers in m für den Nachweis der Kraftübertragung über den [Verpresskörper](#). Wird der Durchmesser mit 0 eingegeben, dann wird kein Nachweis des Verpresskörpers durchgeführt.
- Länge Überstand ab Achse: Länge des Ankers von der Wandachse bis einschl. Überstand vor der Wand, um bei der Ausgabe die Gesamtlänge des benötigten Ankers angeben zu können: Gesamtlänge = rechnerische Ankerlänge von Mitte Wand bis Mitte Verpresskörper aus dem Nachweis der tiefen Gleitfuge + halbe Verpressstreckenlänge + Überstand
- Horizontaler Ankerabstand für die Angabe der Kraft je Anker in der Grafik
- Zugehörige Aushübe: Angabe, in welchen Aushüben der Anker vorhanden sein soll. Standardmäßig werden hier alle vorhandenen Aushübe nach demjenigen vorgeschlagen, der direkt unterhalb des Ankers liegt, d.h. im folgenden Aushub ist der Anker noch nicht vorhanden.

Durch Doppelklick auf einen Anker können seine Parameter jederzeit wieder verändert werden.

Für den [Nachweis in der tiefen Gleitfuge](#) wird aus der vorgegebenen Mindest-(Gesamt-)länge die rechnerische Ankerlänge bestimmt, indem der Überstand vor der Wandachse (= halbe Wanddicke / $\cos(\alpha)$ + Überstand vor der Wandvorderkante) und die halbe Länge der Verpressstrecke abgezogen werden. Die erforderliche Ankerlänge aus dem Nachweis in der tiefen Gleitfuge ist von Wandachse bis Mitte Verpresskörper definiert.

In den Berechnungsergebnissen wird zusätzlich wieder die erforderliche Gesamtlänge des Ankers einschl. Überstand und Verpresslänge ausgegeben. In der Ergebnisgrafik wird ebenfalls die Gesamtlänge der Anker dargestellt und beschriftet.



Parameter	Wert
Ansatztiefe Anker	1,500
Bezug	<input checked="" type="radio"/> Systemachse <input type="radio"/> Wandvorderkante
Steife	<input type="checkbox"/>
Ankerneigung [Grad]	20,000
(Mindest-) Länge [m]	8,900
(Gesamtlänge einschl. Überstand + Verpressstrecke)	
Anker elastisch	<input type="checkbox"/>
Federkonstante Ch [kN/m je m]	
Vorspannkraft hor. Ph [kN/m]	0,00
Kraft [kN/m] (nur bei Vorgabe)	
Länge der Verpressstrecke [m]	5,000
Durchmesser Verpresskörper [m]	0,100
Länge Überstand ab Achse [m]	1,4
Horizontaler Ankerabstand [m]	1,5
Zugehörige Aushübe:	A1 A2 A3

Fundament



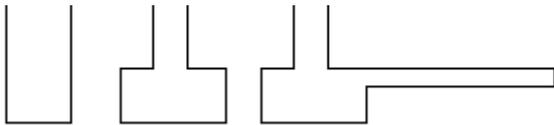
Ein Fundament kann erst bei vorhandener [Baugrubenwand](#) eingegeben werden.

Das Fundament dient nur zur grafischen Darstellung und geht nicht mit einem Gewicht in die Berechnung ein. Für eine Auflast ist eine [Einzellast](#) mit Angabe der genauen Lage einzugeben.

Für die Eingabe des Fundamentes ist mit dem linken oberen Punkt zu beginnen. Es können abwechselnd senkrechte und waagerechte Linien gezeichnet werden. Liegen die Koordinaten nicht auf einem Rasterpunkt, können sie einfach anstatt drücken der Maustaste eingetippt werden in der Form x.xxx,z.zzz (Dezimalpunkt, x und z durch Komma getrennt). Durch die Enter-Taste wird die Koordinate übernommen.

Mit der rechten Maustaste wird die Eingabe des Fundaments beendet.

Es sind damit verschiedene Formen möglich. Beispiele:



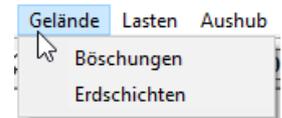
Die einzelnen Punkte können nachträglich durch Doppelklick verändert werden. Es gilt allerdings die Einschränkung, dass nur waagerechte und senkrechte Linien vorkommen dürfen, d.h. es wird immer der zugehörige Punkt mit verändert.

Menü Gelände

Das Menü Gelände dient zur Eingabe der Geländesituation.

Böschungen Eingabe von bis zu zwei Böschungen hinter der Wand

Erdschichten Eingabe von Schichten im Gelände



Böschungen



Es sind bis zu zwei Böschungen oder Bermen möglich, die auch senkrecht sein können.

Eine Böschung ist durch Anklicken des Anfangs- und Endpunktes anzugeben. Damit können auch nachträglich beliebige Böschungen wieder verändert werden. Sollen die Böschungen z.B. entfernt werden, so ist als Anfang die Hinterkante des Wandkopfes und als Ende ein Punkt gleicher Höhe am Ende des vorhandenen Geländes anzugeben.

Für eine [Böschung](#) gelten die [Schichtparameter](#) der ersten Schicht. Sollen z.B. für eine Aufschüttung andere Parameter verwendet werden, ist eine sehr dünne Schicht anzugeben.

Bitte beachten: es wird davon ausgegangen, dass der Boden der Böschung mit seinem Gewicht eine vertikale Belastung erzeugt, die Böschung aber standfest ist. Das bedeutet, dass auch bei senkrecht ansteigenden Böschungen direkt hinter der Wand zwar ein erhöhter Erddruck ab dem Wandkopf wirkt, jedoch keine Horizontal- oder Momentenlast aus einem Erddruck oberhalb des Wandkopfes auf die Wand übertragen wird. Solche Lasten außerhalb der Wand wären als Einzellasten auf den Wandkopf aufzubringen.

Wird eine Geländeoberfläche mit Böschung durch Anklicken markiert und dann die *Entf*-Taste oder das

Symbol  gedrückt, dann wird abgefragt, ob die erste Schicht oder die Böschung gelöscht werden soll. Beim Löschen der ersten Schicht wird die darunter liegende (falls vorhanden) mit ihren Parametern bis zur Geländeoberkante ausgedehnt. Beim Löschen der Böschung wird ein waagrechtes Gelände wieder hergestellt.

Erdschichten



Schichten verlaufen hinter der Wand waagrecht und werden durch die Tiefe ihrer Oberkante angegeben. Da ausgehend vom Gelände bereits die erste Schicht mit Eingabe der [Baugrubenwand](#) bestimmt ist, werden bei anklicken z.B. der Tiefe 2.5 m die Parameter der Schicht unterhalb von 2.5 m abgefragt:

- Name der Schicht mit max. 15 Zeichen
- Tiefe der Oberkante der Schicht unter GOK in m
- Winkel der inneren Reibung φ'
- Wandreibungswinkel δ . Der Wandreibungswinkel wird standardmäßig, falls nicht eingegeben, = $2/3 \varphi'$ gesetzt. Für Schlitzwände wird standardmäßig $\varphi'/2$ verwendet. Liegt innerhalb einer Schicht eine Grenze zwischen zwei Wandabschnitten vor, zählt die Wandart an Schichtoberkante.
- Kohäsion c . Sollen undrännierte Verhältnisse berechnet werden, dann kann $\phi = 0$ und die undrännierte Kohäsion c_u für c eingegeben werden.
- Wichte γ für das Gewicht oberhalb des Grundwassers
- Wichte unter Auftrieb γ' für das Gewicht unterhalb des Wasserspiegels (wird standardmäßig, falls nicht eingegeben, auf $\gamma-10$ gesetzt)
- [Durchlässigkeitsbeiwert](#) k (-1 = undurchlässige Schicht) (standardmäßig, falls nicht eingegeben, wird keine Umströmung berechnet, d.h. statischer Wasserdruck angesetzt). Für den Wechsel um eine Zehnerpotenz nach oben oder unten kann auf die kleinen Pfeile neben der Zahl geklickt werden.
- Mantelreibung und Spitzendruck (in MN/m²) können vorgegeben werden, um die Abtragung der Vertikalkräfte in den Untergrund nachzuweisen. Siehe Kapitel „[Nachweis der Vertikalkräfte](#)“.

- Mantelreibung für Anker-Verpresskörper: für den Nachweis des Verpresskörpers kann wahlweise eine Grenzlast (für nichtbindige Böden) oder eine Mantelreibung (für bindige Böden) aus den Diagrammen nach Ostermayer ausgewählt werden. Hierfür die Schaltfläche "Auswahl" klicken, siehe auch Kapitel [Erdschichten - Mantelreibung](#). Alternativ ist die Vorgabe eines festen Wertes für die Mantelreibung in MN/m² möglich. Zum Nachweis des Verpresskörpers siehe Kapitel "Bemessung des Anker-Verpresskörpers"
- Bodenparameter S = schichtbezogener Erdbebenfaktor
- delta p/delta c iterieren (für alle Schichten): zeigt die Summe der Vertikalkräfte nach oben, wird sich der passive Erddruck flacher einstellen. Es ist dann der Wandreibungswinkel für den passiven Erddruck zu reduzieren. Zeigt bei Einspannung nach Blum die Summe der Vertikalkräfte nach unten, ist die Ersatzkraft C flacher anzusetzen. Es wird dann der Wandreibungswinkel der Ersatzkraft delta c reduziert. Diese Iteration kann vom Programm automatisch durchgeführt werden.

Weitere Parameter können über die Taste „spezielle Vorgaben“ angefordert werden. Diese werden nur für Spezialfälle benötigt und standardmäßig automatisch bestimmt:

Unterschiedliche Parameter für die Schichten auf der Passiv-(Baugruben-)seite (alle Parameter werden, falls nicht eingegeben, gleich den Parametern auf der Aktivseite gesetzt, außer der Wandreibungswinkel δ_p , der standardmäßig = $-\delta_a$ gesetzt wird. Bei Berechnung nach SIA wird δ_p standardmäßig auf $-\varphi_p/2$ gesetzt):

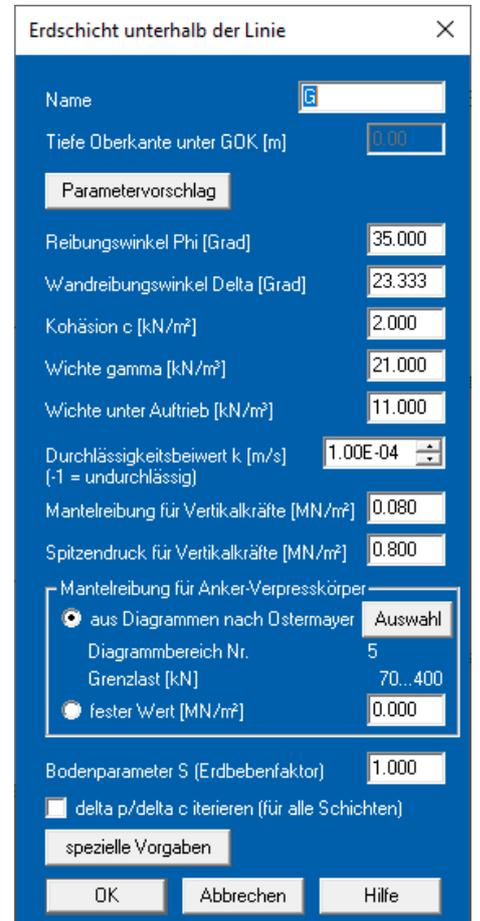
- Reibungswinkel φ_{passiv}
- Wandreibungswinkel δ_{passiv} (im Normalfall negativ einzugeben)
- Wandreibungswinkel δ_{passiv} für gekrümmte Gleitflächen: bei Berechnung des Erddrucks nach DIN 4085:1987 wird bei Berechnung des passiven Erddruckbeiwerts für gekrümmte Gleitflächen automatisch $\delta_p = -\varphi$ bzw. für Schlitzwände $-\varphi/2$ verwendet. Für den Erddruck nach DIN 4085:2017 (passiver Erddruck nach Pregl) kann δ_p auch anders vorgegeben werden, da hier Formeln für beliebige Werte vorliegen.
- Wichte γ_{passiv}
- Kohäsion c_{passiv}
- Wichte unter Auftrieb γ'_{passiv}
- Durchlässigkeitsbeiwert k_{passiv}

Vorgegebene Erddruckparameter (Standard = automatische Bestimmung):

- vorgegebener [Erddruckbeiwert](#) K_{agh} bzw. K_{0gh}
- vorgegebener Beiwert für Kohäsion K_{ach}
- vorgegebener [Erddruckbeiwert](#) K_{pgh}
- vorgegebener Beiwert für Kohäsion passiv K_{achp}

Zusätzlich kann der Reibungswinkel δ_c vorgegeben werden, der beim Nachweis der Vertikalkräfte für die Ersatzkraft C bei Einspannung nach Blum angesetzt wird.

δ_c wird standardmäßig mit $\varphi/3$ angesetzt.



Erdschicht unterhalb der Linie

Name: G

Tiefe Oberkante unter GOK [m]: 0.00

Parameterorschlag

Reibungswinkel Phi [Grad]: 35.000

Wandreibungswinkel Delta [Grad]: 23.333

Kohäsion c [kN/m²]: 2.000

Wichte gamma [kN/m³]: 21.000

Wichte unter Auftrieb [kN/m³]: 11.000

Durchlässigkeitsbeiwert k [m/s] (-1 = undurchlässig): 1.00E-04

Mantelreibung für Vertikalkräfte [MN/m²]: 0.080

Spitzendruck für Vertikalkräfte [MN/m²]: 0.800

Mantelreibung für Anker-Verpresskörper

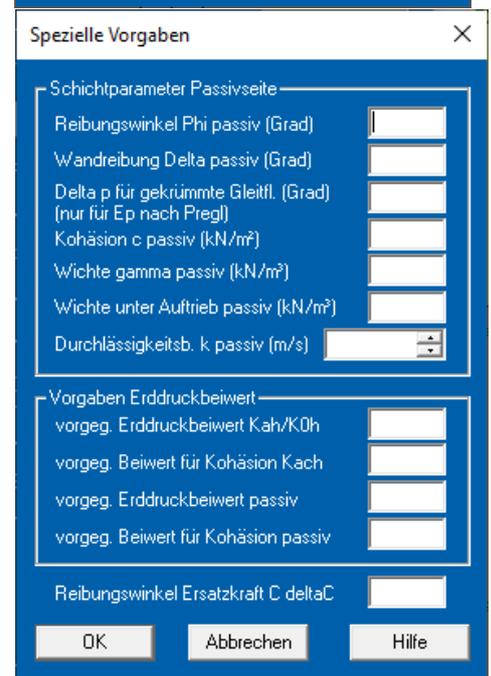
- aus Diagrammen nach Ostermayer **Auswahl**
 - Diagrammbereich Nr.: 5
 - Grenzlast [kN]: 70...400
- fester Wert [MN/m²]: 0.000

Bodenparameter S (Erdbebenfaktor): 1.000

delta p/delta c iterieren (für alle Schichten)

spezielle Vorgaben

OK Abbrechen Hilfe



Spezielle Vorgaben

Schichtparameter Passivseite

Reibungswinkel Phi passiv (Grad):

Wandreibung Delta passiv (Grad):

Delta p für gekrümmte Gleitfl. (Grad) (nur für Ep nach Pregl):

Kohäsion c passiv (kN/m²):

Wichte gamma passiv (kN/m³):

Wichte unter Auftrieb passiv (kN/m³):

Durchlässigkeitsb. k passiv (m/s):

Vorgaben Erddruckbeiwert

vorgeg. Erddruckbeiwert Kah/K0h:

vorgeg. Beiwert für Kohäsion Kach:

vorgeg. Erddruckbeiwert passiv:

vorgeg. Beiwert für Kohäsion passiv:

Reibungswinkel Ersatzkraft C deltaC:

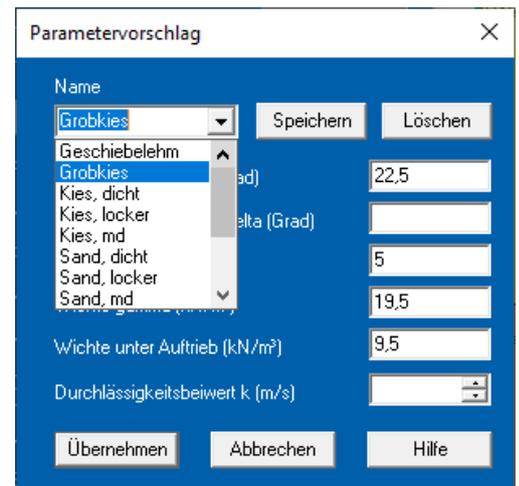
OK Abbrechen Hilfe

Über die Taste „Parametervorschlag“ können vordefinierte Schichtparameter abgerufen werden. Im entsprechenden Dialog können beliebige Schichtarten vordefiniert, gespeichert und jederzeit übernommen werden. Leere Felder werden vom Programm mit Standardwerten belegt:

- $\delta = 2/3 \cdot \varphi$
- Wichte unter Auftrieb $\gamma' = \text{Wichte } \gamma - 10$
- Durchlässigkeit nicht verwendet.

Die Parameter einer Schicht können jederzeit durch Doppelklick in den Schichtbereich (d.h. unterhalb der oberen Schichtbegrenzung) verändert werden.

Wird ein Schichtname eingegeben, der als Langtext oder Kurzbezeichnung nach DIN 4023 dem Programm bekannt ist, kann die Schichtfläche mit der entsprechenden Farbe und/oder Symbolen gefüllt werden (Auswahl siehe Einstellung – Konfiguration – Verwaltung). In der Eingabeoberfläche werden die Symbole wegen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Zur Unterscheidung können auch Ziffern angehängt sein, z.B. Sand1, Sand2 oder G1, G2. Unter Einstellungen – [Symboleditor](#) können beliebige Namen mit Farben und Symbolen definiert werden.

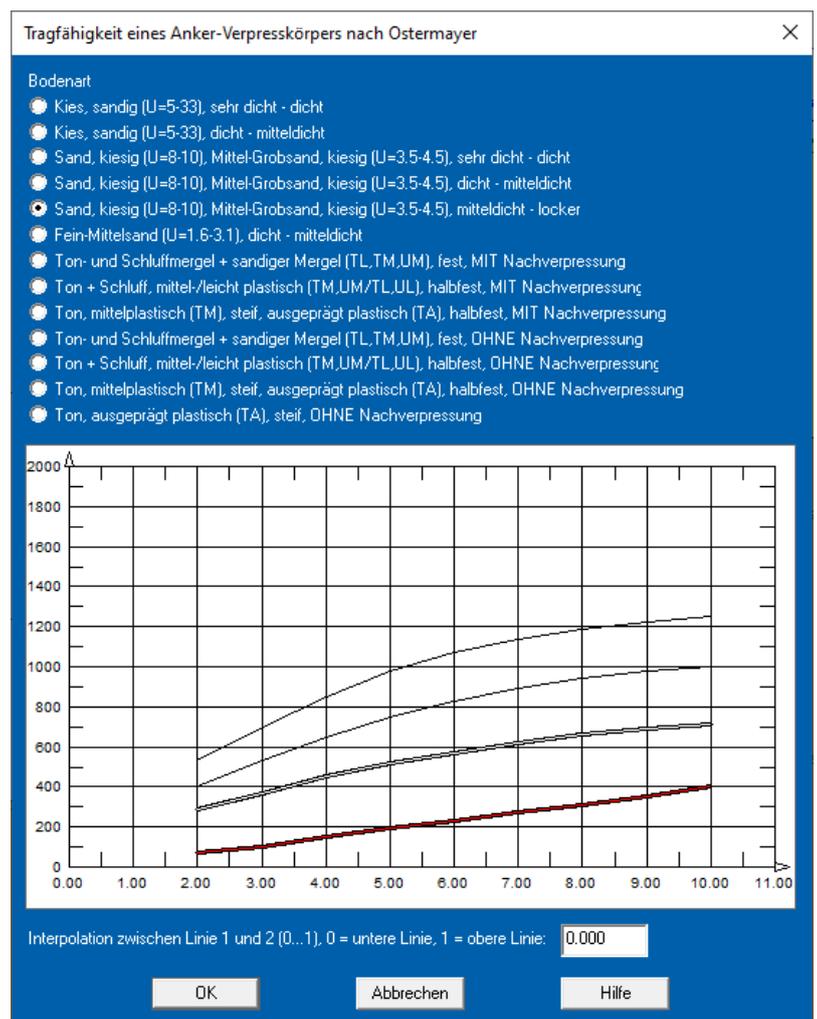


Mantelreibung

Im Schichtdialog kann über die Schaltfläche "Auswahl" wahlweise eine Grenzlast (für nichtbindige Böden) oder eine Mantelreibung (für bindige Böden) aus den Diagrammen nach Ostermayer für den Nachweis der Anker-Verpresskörperlänge ausgewählt werden. Es werden zunächst die von Ostermayer genannten Bodenarten angeboten, für die die Bereiche von Grenzlasten verfügbar sind.

Je nach Wahl der Bodenart wird der zugehörige Bereich von Werten über zwei fett dargestellte Kurven im Diagramm angezeigt. Abhängig von der Länge des Verpresskörpers (untere Achse) ist nicht ein fester oder linear veränderlicher Wert maßgebend, sondern ein Wert entlang einer Kurve. Die linke Achse stellt bei nichtbindigen Böden (Kies, Sand) die Grenzlast in kN dar, bei bindigen Böden (Ton, Schluff, Mergel) die Mantelreibung in kN/m². Durch Bewegen der Maus wird eine Kurve zwischen der unteren und der oberen Begrenzung ausgewählt. Im Feld "Interpolation zwischen Linie 1 und 2" wird bei Auswahl im Diagramm mit der linken Maustaste ein Wert zwischen 0 und 1 dargestellt, der die gewählte Linie zwischen der unteren Begrenzung (= 0) und der oberen Begrenzung (= 1) darstellt. Mit OK wird diese Linie ausgewählt und mit der Nummer des Diagrammbereichs aus den 13 verfügbaren Bereichen und dem zugehörigen Wertebereich im Schichtdialog angezeigt.

Die gewählte Kurve wird dann bei der [Bemessung des Verpresskörpers](#) verwendet und der Wert in Abhängigkeit von der Länge des Verpresskörpers interpoliert.



Punktkoordinaten ändern

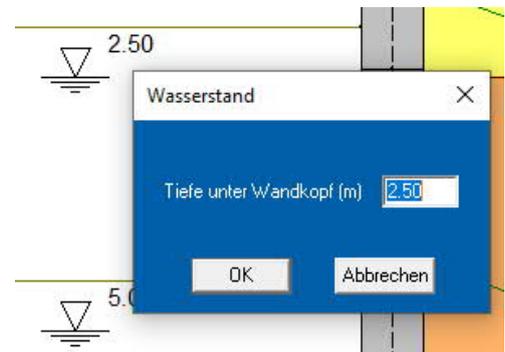
Über Doppelklick auf einen Punkt können die Koordinaten dieses Punktes, z.B. des [Wandkörpers](#) oder einer [Fundament](#)-Darstellung, über ein Dialogfeld mit x- und z-Koordinaten geändert werden.

Die Koordinaten von Böschungen können - da hier kein beliebiger Verlauf möglich ist, über [Gelände - Böschungen](#) bzw. [Aushub - Böschungen](#) verändert werden.

Wahlweise können Punkte auch durch Ziehen mit gedrückter linker Maustaste verschoben werden. Bei eingeschaltetem Raster werden sie dann auf Rasterwerte gerundet.

Wasserstand ändern

Durch Doppelklick auf ein Wasserstand-Symbol kann sowohl der [Wasserstand hinter](#) (rechts) der Wand als auch der [Wasserstand im Aushub](#) (links der Wand) verändert werden:



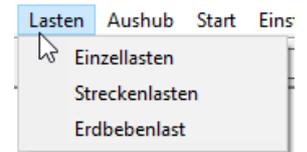
Menü Lasten

Über das Menü Lasten können verschiedene Lastarten eingegeben werden

Einzellasten Eingabe von Einzellasten (Kräfte und Momente)

Streckenlasten Eingabe von Streckenlasten (Flächenlasten)

Erdbebenlast Eingabe von Daten zu Erdbebenlasten



Einzellasten



Einzellasten (Kräfte und Momente) können nur auf den Wandkörper wirken und werden durch ihren Angriffspunkt angegeben.

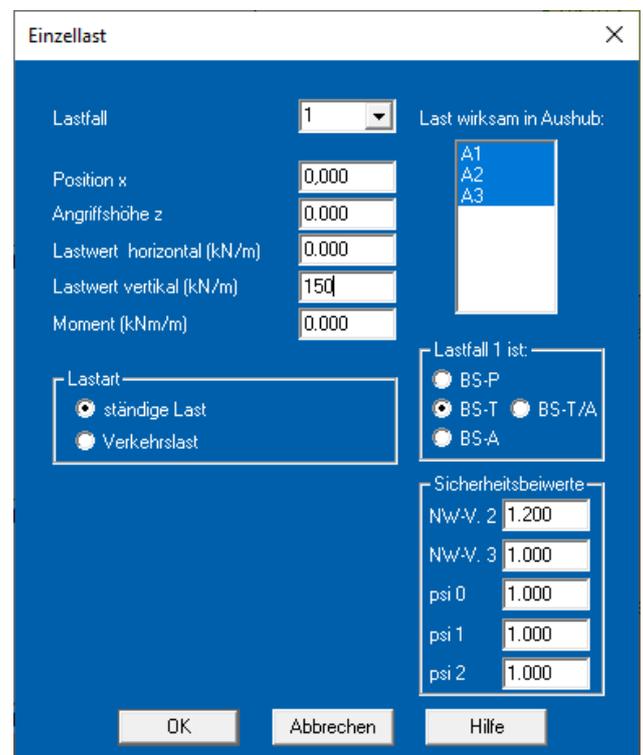
Die Lasten können beliebigen Lastfällen zugeordnet und entweder als ständige oder als Verkehrslasten berücksichtigt werden.

Zusätzlich kann angegeben werden, in welchen Aushubzuständen die Last wirksam sein soll. Standardmäßig wirken alle Lasten in allen Bauzuständen. Im Dialogfeld der jeweiligen Last können jedoch beliebige Aushübe ausgeschaltet werden.

Bei Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten (siehe Projekt – [Parameter](#)) stehen die folgenden zusätzlichen Angaben zur Verfügung:

Angabe des Lastfalltyps: falls aktiv (z.B. nach DIN 1054:2005) kann für jeden Lastfall definiert werden, ob er LF 1, LF 2, LF 3 oder LF 2/3 (bzw. BS-P, BS-T, BS-T/A, BS-A) ist. Diese Angabe gilt für den gesamten Lastfall, d.h. die Einstellung wird auch für andere Lasten mit dem gleichen Lastfallnamen übernommen.

Es werden die in der jeweiligen NormEinstellung vorgegebenen Standard-Sicherheitsbeiwerte für die Grenzzustände vorgeschlagen. Diese Werte können für jede Last unterschiedlich eingestellt werden. Zusätzlich ist ein Abminderungsfaktor psi möglich (z.B. für Verkehrslasten nach SIA).



Streckenlasten



Streckenlasten können nur auf das Gelände, d.h. hinter der Baugrubenwand, wirken und werden durch Anfangs- und Endkoordinate sowie ihre Höhe angegeben. Die Koordinaten für Lastanfang und Lastende sind auf den selben Ursprung bezogen wie die Wandkoordinaten. Die Streckenlasten auf dem Gelände dürfen aber erst ab der Wandhinterkante beginnen.

Für die Berechnung der Wirkung auf den [Erddruck](#) ist der Abstand der Last von der Wandhinterkante maßgebend. Die Differenz wird im Programm automatisch berechnet.

Die Lasten können beliebigen Lastfällen zugeordnet und entweder als ständige oder als Verkehrslasten berücksichtigt werden. Streckenlasten können zusätzlich als unendlich ausgedehnt betrachtet werden. Sie werden dann in der Berechnung unterschiedlich berücksichtigt.

Als spezieller Lastansatz können auch Eisenbahnlasten nach RIL 836 angesetzt werden. Hierbei kann zusätzlich zu der senkrechten Belastung eine Fliehkraft p_H in kN/m und ein Seitenstoß S in kN (i.A. 100 kN)

vorgegeben werden. Der Seitenstoß wird auf eine Breite $l = 2a + 4.0\text{m}$ mit $a = \text{Abstand des Lastanfangs von der Wandhinterkante}$ verteilt. Die Gesamt-Horizontallast aus der Flächenlast wird dann um $p_H + S/l$ erhöht.

Zusätzlich kann angegeben werden, in welchen Aushubzuständen die Last wirksam sein soll. Standardmäßig wirken alle Lasten in allen Bauzuständen. Im Dialogfeld der jeweiligen Last können jedoch beliebige Aushübe ausgeschaltet werden.

Bei Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten (siehe Projekt – [Parameter](#)) stehen zusätzliche Angaben zur Verfügung: Lastfalltyp, Sicherheitsbeiwerte.

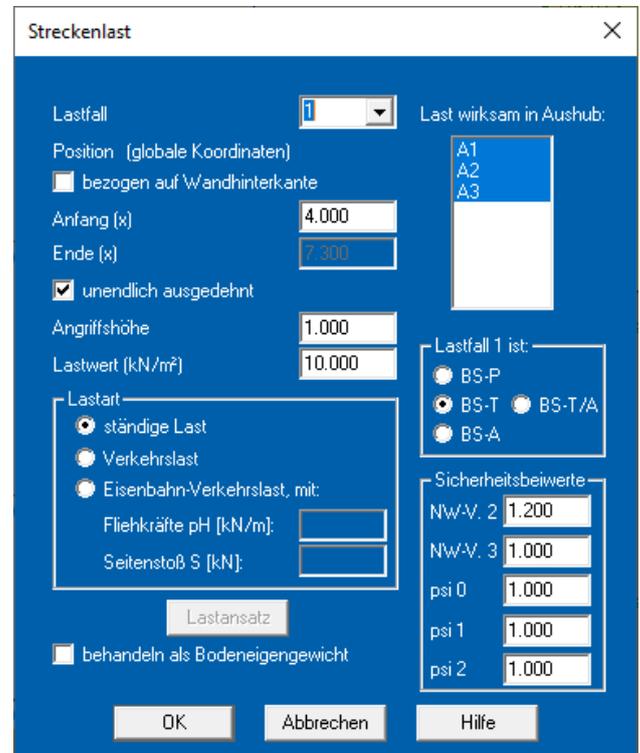
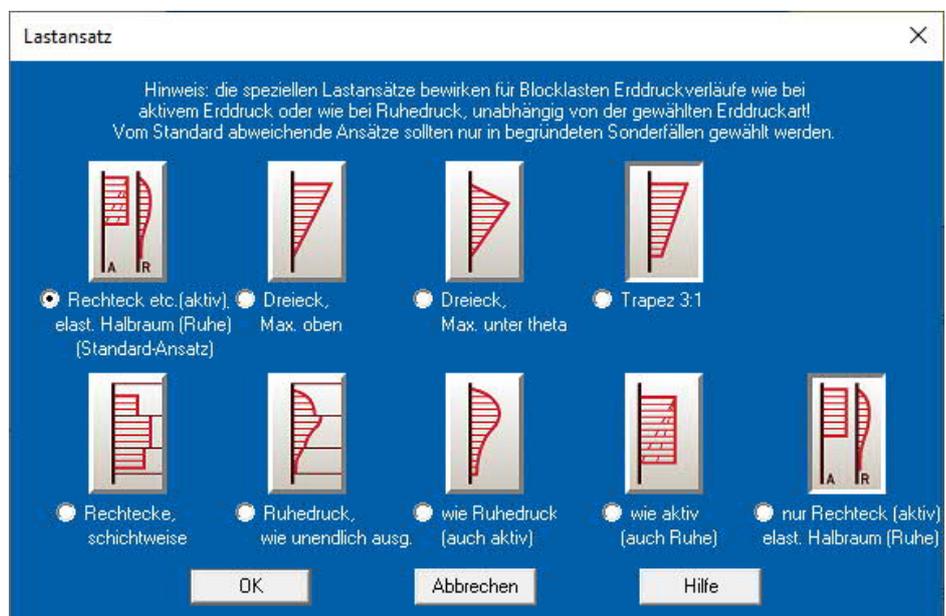
Achtung! Bei Ruhedruck unter GZ 1B wird der Sicherheitsbeiwert „Erdrhedruck GZ 1B“ vorgeschlagen, da Auflasten auf dem Gelände über die Ruhedruckwirkung auf die Wand einwirken und damit mit dem Sicherheitsbeiwert „Ständige Einwirkungen aus Erdrhedruck“ zu beaufschlagen sind.

Begrenzte Auflasten (Blocklasten) werden standardmäßig mit folgendem Erddruckverlauf auf die Wand angesetzt

- rechteck-, trapez- oder dreieckförmig bei aktivem Erddruck von z_φ ab Lastvorderkante bis z_0 ab Lasthinterkante, siehe Beschreibung im Kapitel [Aktiver Erddruck aus Lasten](#)
- nach Fröhlich verteilt bei Erdrhedruck, siehe Beschreibung im Kapitel [Erdrhedruck aus begrenzten Streifenlasten](#)

Über die Schaltfläche „Lastansatz“ können neben dem Standardansatz die folgenden Lastansätze alternativ gewählt werden, die dann unabhängig von Erddruckansatz (aktiver oder Ruhedruck) gelten.

- Der Standard-Ansatz ist der nach DIN 4085:2017 Anhang C, der bei aktivem Erddruck bei Beginn der Last ab Wandhinterkante zu einer Rechteck-, mit Abstand zu einer Trapezverteilung führt, bei Ruhedruck erfolgt die Verteilung nach Fröhlich
- Dreieck von z_φ bis z_0 mit Maximalwert oben
- Dreieck von z_φ bis z_0 mit Maximalwert bei z_0 ab Lastvorderkante
- Trapez von z_φ bis z_0 mit Wert oben : Wert unten = 3:1
- Rechtecke wie beim Standardansatz für den aktiven Erddruck, wobei die Gesamtlast $E_{ah,q}$ (siehe Beschreibung im Kapitel [Aktiver Erddruck aus Lasten](#)) für jede Schicht getrennt bestimmt wird
- Ansatz nach Fröhlich wie beim Standardansatz für Erdrhedruck mit nachträglicher Multiplikation der Ordinaten um $K_{ah}/0.5$ für Konzentrationsfaktor $n=3$, $K_{ah}/0.25$ für $n=4$ oder $K_{ah}/0.1667$ für $n=5$ (bzw. K_0 anstatt K_{ah} bei Erdrhedruck). Damit ergibt sich für aneinandergereihte Blocklasten der gleiche Erddruck wie für unendlich ausgedehnte Lasten.

- Ansatz grundsätzlich nach Fröhlich wie bei Ruhedruck, auch wenn aktiver Erddruck angesetzt wurde.
- Ansatz grundsätzlich als Rechteck, Trapez oder Dreieck wie bei aktivem Erddruck, auch wenn Ruhedruck angesetzt wurde.
- Ansatz grundsätzlich als Rechteck für den aktiven Erddruckanteil, Verteilung nach Fröhlich für den Ruhedruckanteil.

Mit der Option "behandeln als Bodeneigengewicht" kann der Ansatz der Auflast für den Mindesterdruk mit dem Ersatzreibungswinkel $\vartheta_{E_{RS}}$ anstatt mit ϑ gewählt werden, siehe DCBaug-Berechnung.pdf, [Mindesterddruk](#).

Erdbebenlast

Unter Lasten - Erdbebenlast können die Parameter für Erdbebenbelastung definiert werden. Ist für den Beiwert für horizontale und/oder vertikale Beschleunigung ein Wert > 0 definiert, dann wird zusammen mit den anderen eingegebenen Lasten eine Berechnung mit Erdbebenlasten in der Bemessungssituation Erdbeben (BS-E) durchgeführt.

Es wird der Einfluss der horizontalen und vertikalen Erdbebenbeschleunigung auf den Boden (Erddruck) und auf das Wand-Eigengewicht angesetzt, jedoch kein Einfluss auf Wand- und Bodenaufasten.

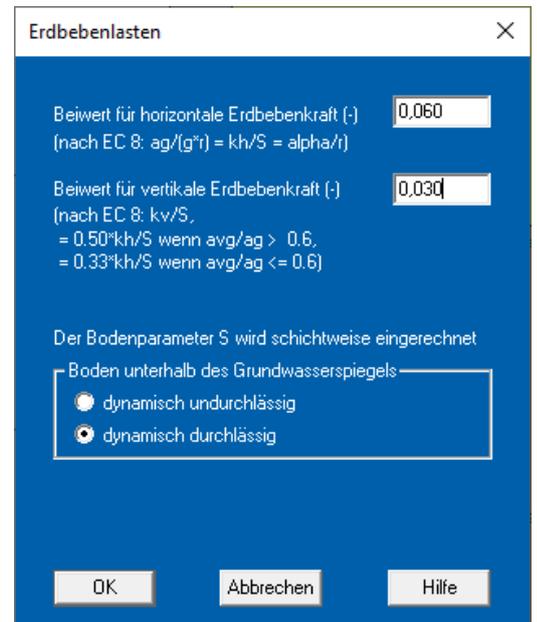
In der Berechnung nach Eurocode 8-5 (DIN EN 1998-5) werden keine Sicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Widerstände angesetzt, allerdings Sicherheitsbeiwerte für die Bodenparameter Reibungswinkel $\tan(\varphi)$ und Kohäsion c bzw. undrained Kohäsion c_u (wenn $\varphi = 0$).

Folgende Parameter können definiert werden:

- Beiwert für horizontale Erdbebenkraft als Faktor auf das Eigengewicht: Gemäß EC 8-5, 7.3.2.2, entspricht das dem Wert $(a_g/g)/r = \alpha/r = k_H/S$ (da der Bodenparameter S bei den einzelnen Bodenschichten angegeben wird). a ist das Verhältnis der horizontalen Erdbebenbeschleunigung zur Erdbeschleunigung. r ist ein Faktor für die Art des Stützbauwerks nach Tabelle 7.1 und bewegt sich zwischen 1 (verankerte, ausgesteifte oder gehaltene Wände mit wenig Verformung) bis 2 (freie Schwerkraftswände mit aufnehmbarer Verschiebung bis $300 \cdot \alpha \cdot S$ in mm).
- Beiwert für vertikale Erdbebenkraft als Faktor auf das Eigengewicht: entsprechend k_V/S , meist $0.5 \cdot k_H/S$ für $a_{vg}/a_g > 0.6$ oder ansonsten $0.33 \cdot k_H/S$. Der alternativ positive oder negative Ansatz der vertikalen Beschleunigung nach unten oder oben wird automatisch berechnet.
- Art des Bodens unterhalb des Grundwasserspiegels: dynamisch undurchlässig oder dynamisch durchlässig. Für die Berechnung des Parameters θ beim Erddruckbeiwert werden drei Fälle unterschieden:
 - Boden oberhalb des Grundwassers
 - dynamisch undurchlässiger Boden unterhalb des Grundwasserspiegels
 - dynamisch durchlässiger Boden unterhalb des Grundwasserspiegels

Zur Beschreibung der Berechnung unter Erdbebenlasten siehe DCBaug-Berechnung.pdf, [Erdbebenberechnung](#).

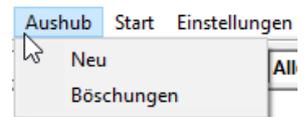
Zu den Sicherheitsbeiwerten nach Eurocode 8 siehe am Ende des Kapitels [Berechnung nach Eurocode 7](#).



Menü Aushub

Das Menü Aushub dient zur Eingabe verschiedener Aushubzustände und ihrer Parameter.

- Neu Definition eines neuen Aushubzustands
[Böschungen](#) Definition von Böschungen in der Aushubsohle



Neu



Es können verschiedene Vorbau- und Rückbauzustände definiert und diesen Anker sowie weitere Parameter zugeordnet werden.

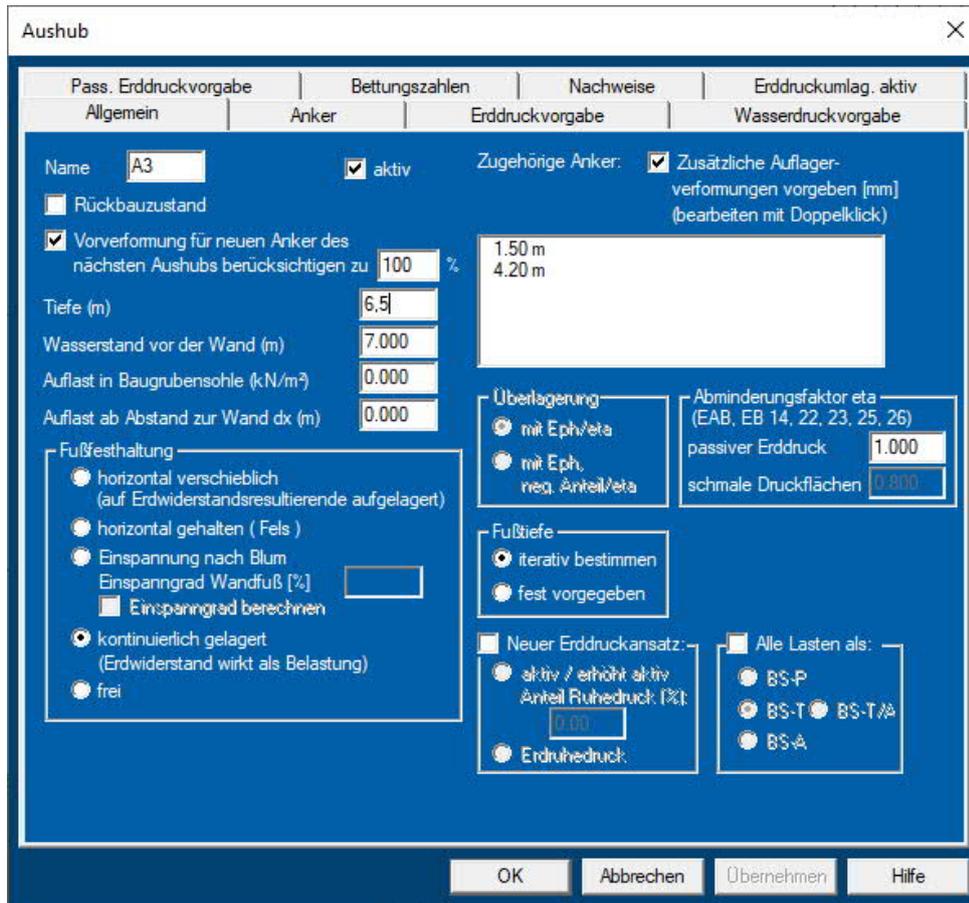
Ein Aushubzustand wird zunächst durch seine Tiefe angegeben. Anschließend können folgende Parameter eingegeben werden, wobei die Vorgabe eines (eindeutigen) Namens erforderlich ist:

Allgemeines	Aushubname, -tiefe, zugehörige Anker, Wasserstand und Auflagerung
Anker	Angaben zum Ankerlängennachweis
Erddruckvorgabe	Vorgabe von aktivem, erhöhtem aktiven oder Ruhedruck
Wasserdruckvorgabe	Vorgabe der Werte des Wasserdrucks
Passive Erddruckvorgabe	Vorgabe der Werte des passiven Erddrucks
Bettungszahlen	Vorgabe von Bettungszahlen für die elastische Bettung
Nachweise	Anforderung verschiedener Nachweise
Erddruckumlagerung Ruhedruck	Art der Umlagerung bei Ruhedruck - oder
Erddruckumlagerung aktiv	Art der Umlagerung bei aktivem Erddruck

Wird ein vorhandener Aushub per Doppelklick angewählt, kann dieser verändert werden. Es wird die Seite der o.g. Möglichkeiten angezeigt, die zuletzt bearbeitet wurde.

Besitzen mehrere Aushubzustände die gleiche Tiefe, können sie durch einfaches Anklicken nicht unterschieden werden. Es erscheint dann eine Auswahl, welcher der Aushubzustände gewählt werden soll. Durch einfaches Anwählen und Bestätigen mit OK wird der Aushub nun aktiv (rot dargestellt) und kann z.B. gelöscht, kopiert oder mit Bearbeiten - Eigenschaften bearbeitet werden. Durch Doppelklick auf den Namen im Auswahldialog wird der Aushub direkt zur Bearbeitung aktiviert.

Allgemeines



An allgemeinen Daten für einen Aushubzustand stehen zur Verfügung:

- Name des Aushubs: hier ist ein eindeutiger Name mit max. 4 Zeichen erforderlich
- **Rückbauzustand**: bei Behandlung als Rückbauzustand ist das zugehörige Kästchen anzuklicken. Es ist ein Name mit Anfangsbuchstabe von R bis Z erforderlich. Falls nicht vorhanden, wird automatisch ein R vorgestellt und vom vorh. Namen maximal 3 Zeichen verwendet.
- Vorverformung für neuen Anker des nächsten Aushubs berücksichtigen: wenn im nächsten Aushubzustand ein zusätzlicher Anker hinzukommt, wird die an dieser Stelle bereits aufgetretene Verschiebung des aktuellen Aushubs für den nächsten Aushub als Vorverformung angesetzt (nur für einen Anker pro Aushub!)
- ... zu xxx %: wahlweise kann auch nur ein bestimmter Anteil der Vorverformung in den nächsten Aushub übertragen werden, wie es teilweise in Österreich gefordert ist.
- Zugehörige Anker: bereits eingegebene Anker werden hier aufgeführt und können dem Aushubzustand zugeordnet werden. Aktive (angeklickte) Ankertiefen erscheinen blau, inaktive Ankertiefen auf weißem Hintergrund.
- Zusätzliche Auflagerverformungen vorgeben: ist hier ein Haken gesetzt, dann kann für jede aktive Abstützung eine in diesem Aushub zusätzliche Auflagerverformung in mm vorgegeben werden. Diese wird addiert zu einer "Vorverformung für neuen Anker" aus dem letzten Aushub sowie zu den zusätzlichen Vorverformungen des selben Ankers aus den vorigen Aushubzuständen. Jede zusätzliche Auflagerverformung in einem Aushub kommt also zu den bisher angesetzten Verformungen hinzu. Hiermit können z.B. Stützensenkungen aus Schwinden von Betondecken simuliert werden. Ein Wert kann über Doppelklick eingegeben werden. Wichtig: diese Zusatzverformungen machen nur Sinn für elastische Anker. Sie werden daher nur angesetzt, wenn für den entsprechenden Anker eine Federsteifigkeit definiert ist.
- Tiefe des Aushubs in m
- Tiefe des Wasserstandes vor der Wand in m

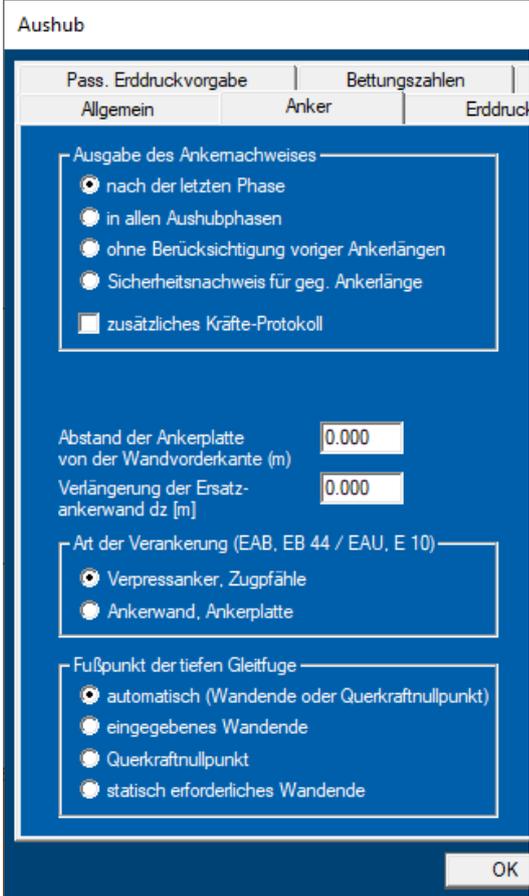
- Auflast in der Baugrubensohle in kN/m^2
- Auflast ab Abstand zur Wand dx in m: die Auflast auf der Baugrubensohle kann erst ab einem gewissen Abstand beginnen, so dass ihr Einfluss auf den passiven Erddruck erst in einer gewissen Tiefe beginnt
- Überlagerung: wahlweise des aktiven Erddrucks bzw. Ruhedrucks mit E_{ph}/η oder Überlagerung mit E_{ph} und Division des sich ergebenden negativen Anteils durch η .
Hinweis: überlicherweise ist mit der ersten Option zu rechnen, siehe auch EAB. Die zweite Variante entspricht dem Ansatz in Großbritannien gemäß Piling Handbook, British Steel 1997. Die Überlagerung gilt nicht mehr bei Berechnung nach DIN 1054:2005.
- Fußfesthaltung: für den Wandfuß sind verschiedene Lagerungsbedingungen möglich, von frei bis Einspannung nach Blum. Bei teilweiser Einspannung nach Blum kann ein Einspanngrad zwischen 0 (gelenkig) und 100% (Volleinspannung) vorgegeben werden.
Näheres siehe im [Kapitel über das statische System](#).
- Fußtiefe der Wand: die Fußtiefe kann aus der Geometrie des Wandkörpers fest beibehalten oder die erforderliche Tiefe iteriert werden.
- Abminderungsfaktor η : nach EAB ist in bestimmten Fällen der passive Erddruck um einen Abminderungsfaktor η_{Ep} zu reduzieren, und zwar sowohl für den Ansatz des Erdwiderstandes als auch beim Vergleich für die adaptive elastische Bettung (siehe z.B. EB 14, EB 25 und EB 26). Zusätzlich ist für den Nachweis der schmalen Druckflächen bei Trägerbohlwänden ein erhöhter Sicherheitsbeiwert (analog der Erhöhung von $\eta = 1.5$ auf 2.0 bei globaler Norm) anzusetzen. Nach DIN 1054:2005 wird hierfür ein η von 0.8 vorgeschlagen. Wird für den passiven Erddruck ein $\eta_{Ep} < 1.0$ vorgegeben, dann sollte für die schmalen Druckflächen $0.8 \cdot \eta_{Ep}$ angesetzt werden.
- Wahlweise kann für einen bestimmten Aushub eine geänderte Erddruckart vorgegeben werden (z.B. aktiven Erddruck für einen unverankerten Voraushub, erhöht aktiven oder Ruhedruck für verankerte Aushubzustände).
- Die Bemessungssituation wird normalerweise beim [Lastfall](#) oder (falls keine äußeren Lasten vorhanden) bei den Grundparametern unter Projekt - [Parameter](#) definiert. Wahlweise kann speziell für einen Aushubzustand eine Bemessungssituation vorgegeben werden, so dass z.B. für Zwischenaushubzustände BS-T und für den Endaushub BS-P möglich ist.

Ein Doppelklick auf eine Auflagerzeile bei "Zugehörige Anker", wenn zusätzliche Auflagerverformungen angefordert sind, öffnet den Dialog zur Eingabe der Zusatzverformung in diesem Aushub in mm.

Anker

Für den [Ankernachweis in der tiefen Gleitfuge](#) können folgende Parameter angegeben werden:

- Umfang der Ausgabe und Behandlung der Ankerlängen:
 - Ausgabe der Nachweise nach der letzten Aushubphase
 - Ausgabe der Nachweise in allen Aushubphasen
 - Bemessung in jedem Aushub ohne Berücksichtigung evtl. voriger Ankerlängen
 - Sicherheitsnachweis für gegebene Ankerlängen
 - Zusätzlich Ausgabe des Kräfteprotokolls
- Sicherheitsbeiwert η für den Ankernachweis – nur bei Berechnung mit globaler Sicherheit. Bei Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten (siehe Projekt – [Parameter](#)) ist die Bedingung $E_d = R_d$ einzuhalten.
- Abstand der Ankerplatte von der Wandvorderkante zur exakten Bestimmung des Schnittpunktes zwischen Anker und Schwerachse. Dieser Abstand wird nicht mehr benötigt, da das Auflager im statischen System immer beim Schnittpunkt von Ankerachse zur Schwerachse der Wand angesetzt wird und die Ankerkraft in Ankerrichtung wirkt. Ein Abstand der Ankerplatte von der Wandvorderkante erzeugt deshalb kein zusätzliches Moment.
- Zusätzlich kann für die Ersatzankerwand eine Verlängerung um dz vorgegeben werden, um eine Ankerwand zu berücksichtigen. Die tiefe Gleitfuge läuft dann nicht bis zum Mittelpunkt der Verpressstrecke des Ankers, sondern um dz tiefer bis zum Ende einer Ankerwand.
- Für die Wahl des Wandreibungswinkels beim Erddruck auf die Ersatzankerwand kann gewählt werden, ob die Verankerung mit Verpressankern oder Zugpfählen, oder aber mit einer Ankerwand oder Ankerplatte erfolgt. Bei Verpressankern oder Zugpfählen ist der Wandreibungswinkel δ gleich der Geländeneigung β anzusetzen (d.h. bei waagrechtem Gelände $\delta = 0$), bei Ankerwand oder Ankerplatte mit dem Wandreibungswinkel wie an der Baugrubenwand. Siehe Empfehlungen EAB, EB 44 oder EAU, E 10.
- Fußpunkt der tiefen Gleitfuge: die tiefe Gleitfuge läuft bei Einspannung nach Blum oder elastischer Bettung ab dem Querkraftnullpunkt innerhalb der Einbindetiefe, in allen anderen Fällen ab dem Wandende bis zum Mittelpunkt der Anker-Verpressstrecke. Wahlweise kann dieser Ansatz vorgegeben werden, so dass die tiefe Gleitfuge am eingegebenen Wandende, am Querkraftnullpunkt oder am statisch erforderlichen Wandende beginnt.



The screenshot shows the 'Aushub' (Excavation) software interface. It has a top navigation bar with 'Pass. Erddruckvorgabe' and 'Bettungszahlen'. Below that are three tabs: 'Allgemein', 'Anker', and 'Erddruck'. The 'Anker' tab is active. The main content area is blue and contains several sections:

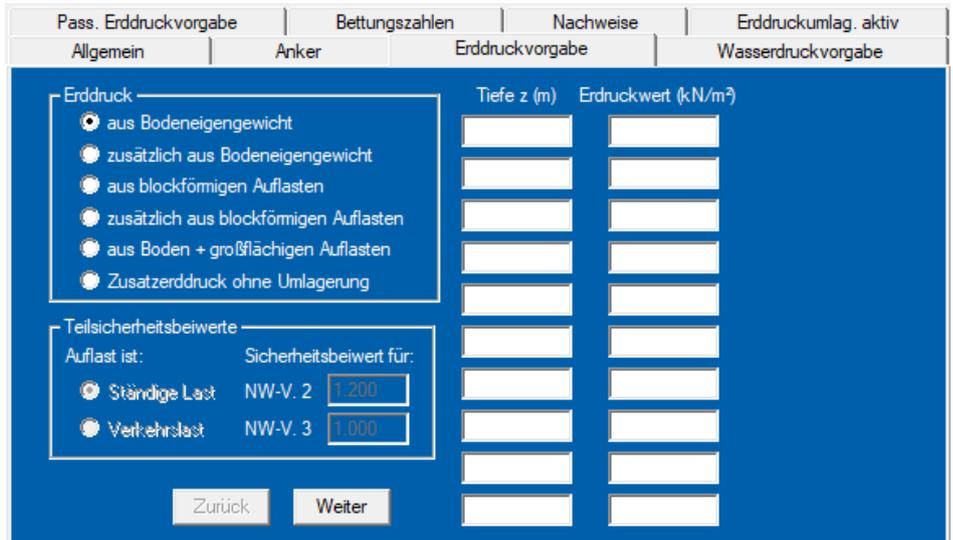
- Ausgabe des Ankernachweises:** A group box with four radio buttons:
 - nach der letzten Phase
 - in allen Aushubphasen
 - ohne Berücksichtigung voriger Ankerlängen
 - Sicherheitsnachweis für geg. Ankerlänge
 There is also a checkbox for 'zusätzliches Kräfte-Protokoll'.
- Abstand der Ankerplatte von der Wandvorderkante (m):** A text input field with the value '0.000'.
- Verlängerung der Ersatzankerwand dz [m]:** A text input field with the value '0.000'.
- Art der Verankerung (EAB, EB 44 / EAU, E 10):** A group box with two radio buttons:
 - Verpressanker, Zugpfähle
 - Ankerwand, Ankerplatte
- Fußpunkt der tiefen Gleitfuge:** A group box with four radio buttons:
 - automatisch (Wandende oder Querkraftnullpunkt)
 - eingegebenes Wandende
 - Querkraftnullpunkt
 - statisch erforderliches Wandende

An 'OK' button is located at the bottom right of the dialog.

Erddruckvorgabe

Für Spezialfälle kann der Erddruck anstatt der automatischen Bestimmung nach Tiefe und Wert vorgegeben werden. Hierfür kann angegeben werden, welche Art von Erddruck eingegeben wird:

- Erddruck nur aus Bodeneigengewicht
- Zusatzerddruck aus Bodeneigengewicht
- Erddruck aus blockförmigen Auflasten
- Zusatzerddruck aus blockförmigen Auflasten
- Erddruck aus Bodeneigengewicht + großflächige Auflasten
- Zusatzerddruck, der nicht umgelagert wird.



Über die Tasten Weiter und Zurück kann auf weitere Seiten zur Eingabe von zusätzlichen Werte weiter- und zurückgeblättert werden.

Zu beachten ist, dass die Erddruckvorgabe auch für folgende Aushubzustände so lange gilt, bis eine erneute Vorgabe definiert wird.

Hinweis zur Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten:

Wird Erddruck aus Bodeneigengewicht, Zusatzerddruck aus Bodeneigengewicht oder Erddruck aus Boden + großflächigen Auflasten vorgegeben, dann wird dieser automatisch mit den Sicherheitsbeiwerten für ständige Einwirkungen beaufschlagt. Sind bei den großflächigen Auflasten Verkehrslasten mit enthalten, muss dies durch entsprechend erhöhten Erddruck berücksichtigt werden.

Betrifft die Erddruckvorgabe blockförmige Auflasten, Zusatzerddruck aus blockförmigen Auflasten oder Zusatzerddruck ohne Umlagerung, kann zusätzlich angegeben werden, ob es sich um ständige oder Verkehrslasten handelt. Die zugehörigen Sicherheitsbeiwerte für die Grenzzustände GZ 1B und 1C bzw. Typ 2 und 3 werden dann vorgeschlagen und können verändert werden.

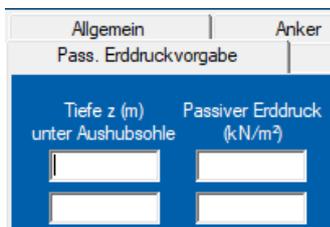
Hinweis: ab der letzten eingegebenen Tiefe bleibt der gegebene Erddruck mit dem letzten Wert konstant. Soll ab dieser Tiefe der Erddruck beendet sein, d.h. auf den Wert 0 springen, ist die gleiche Tiefe mit dem Wert 0 einzugeben.

Wasserdruckvorgabe

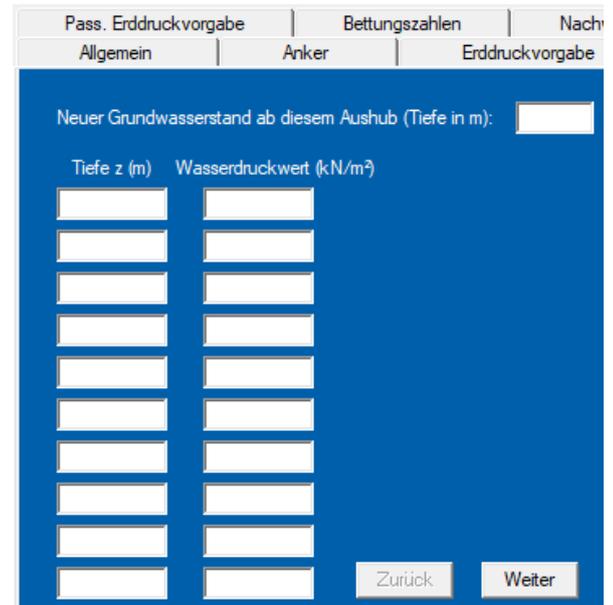
Für den [Wasserdruck](#) kann entweder ein neuer Grundwasserstand hinter der Wand oder direkt der Wasserdruck anstatt der automatischen Bestimmung nach Tiefe und Wert [vorgegeben](#) werden. Diese Vorgaben gelten für den aktuellen und alle folgenden Aushubzustände bis zu einer erneuten Vorgabe.

Vorgabe passiver Erddruck

Anstatt der automatischen Berechnung kann der passive Erddruck nach Tiefe z (unter Aushubsohle) und Erddruckwert vorgegeben werden.



Zu beachten ist, dass die Erddruckvorgabe auch für folgende Aushubzustände so lange gilt, bis eine erneute Vorgabe definiert wird.



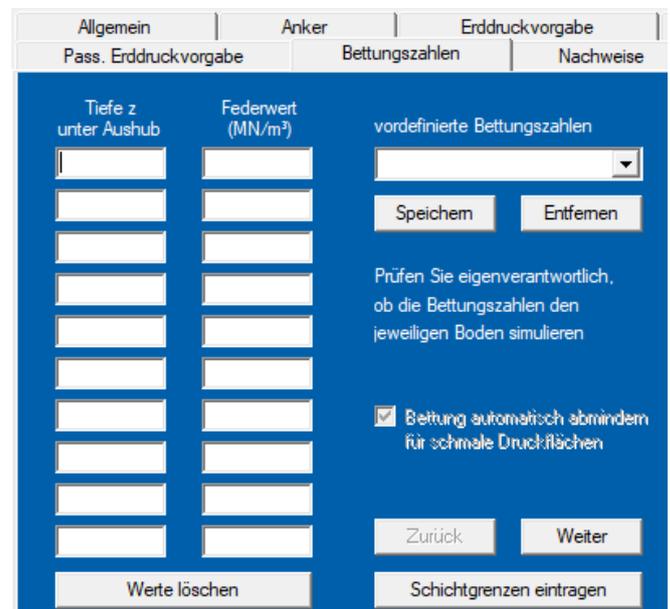
Bettungszahlen

Für die Lagerung des Wandfußes mit elastischer Bettung können für jeden Aushub Bettungszahlen vorgegeben werden. Im Menü [Projekt - Parameter](#) kann zusätzlich angefordert werden, dass die Bettungsfedern adaptiv an den passiven Erddruck angepasst werden.

Unter „vordefinierte Bettungszahlen“ können für verschiedene Bodenarten Bettungszahlen abgerufen oder auch die bei Tiefe und Federwert eingegebenen Werte unter einem neuen Namen abgespeichert werden (Taste Speichern).

Vom Bearbeiter ist zu prüfen, ob die vordefinierten Bettungszahlen den jeweiligen Boden richtig beschreiben.

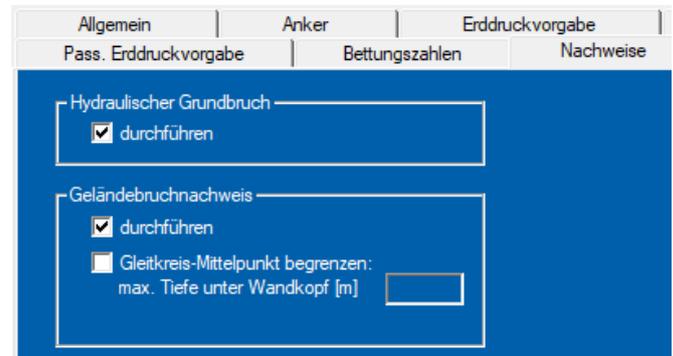
Hinweis: die Bettungszahlen gelten für durchgehende Wände. Bei aufgelösten Wänden (Trägerbohlwände, Bohrpfahlwände) werden die Bettungszahlen vom Programm automatisch abgemindert um einen Faktor, der dem Erdwiderstand vor schmalen Druckflächen nach Weißbach im Verhältnis zu dem vollen Erdwiderstand entspricht. Diese Abminderung kann ausgeschaltet werden.



Nachweise

Auf der Seite Nachweise können die folgenden Nachweise für diesen Aushubzustand angefordert werden.

- Hydraulischer Grundbruch: dieser Nachweis wird in jedem Fall nur geführt, wenn eine Wasserdruckdifferenz zwischen Erd- und Luftseite vorliegt, der Wandfuß tiefer als die Wasserstände liegt, damit eine Umströmung berechnet werden kann und auf dem Strömungsweg keine undurchlässige Schicht vorliegt. Kann für spezielle Fälle der hydraulische Grundbruch nicht maßgebend werden, dann kann der Nachweis hier ausgeschaltet werden.
- Geländebruchnachweis: dieser Nachweis kann (über das Programm DC-Böschung) automatisch von DC-Baugrube durchgeführt und in die Ergebnisausgabe eingefügt werden. Der Nachweis steht nur zur Verfügung, wenn eine Lizenz für das Programm DC-Böschung vorhanden ist. Ab der Programmversion 9 kann der Geländebruchnachweis nicht nur für den Endzustand, sondern für jeden Aushubzustand angefordert werden. Die Baugrubenwand wird in DC-Böschung als "Bauwerk" dargestellt. Da in DC-Böschung nur eine Größe für das Bauwerk möglich ist, wird die maximal erforderliche Wandlänge verwendet, falls sich in DC-Baugrube in verschiedenen Lastfällen unterschiedliche Werte für die Wandlänge ergeben. Damit das Programm DC-Böschung von DC-Baugrube gefunden wird, sind verschiedene Einträge in der Registry erforderlich, die durch die Installation über Setup vorgenommen werden. Wird also angezeigt, dass das Programm DC-Böschung nicht gefunden wird, sollte eine Neuinstallation über Setup vorgenommen werden. Außerdem müssen für die Kommunikation zwischen den beiden Programmen die Versionen der Programme zusammenpassen. Siehe Hinweise in der Änderungsliste über ? - [Änderungen](#).
- In manchen Fällen ergeben sich rechnerisch maßgebende Gleitkreise mit sehr tief liegendem Mittelpunkt und sehr kleiner Sicherheit (hohe Ausnutzung), die aber geometrisch nicht sinnvolle Bruchfiguren darstellen. In solchen Fällen kann über "Gleitkreis-Mittelpunkt begrenzen" vorgegeben werden, dass der Mittelpunkt nicht unterhalb einer vorgegebenen Tiefe unter Wandkopf liegen darf (z.B. Aushubtiefe).
- Bei Berechnung mit Globalsicherheit kann für beide Nachweise jeweils die erforderliche Sicherheit angegeben werden, um prüfen zu können, ob der Nachweis erfüllt ist.



Erddruckumlagerung Ruhedruck

Für die Umlagerung der [Erdruhedrucks](#) kann angefordert werden:

- keine Umlagerung
- Umlagerung bis zum Wandfuß, Addition des Erddrucks aus begrenzten Auflasten
- Umlagerung bis zur Aushubsohle, Addition des Erddrucks aus begrenzten Auflasten
- Umlagerung bis zum Wandfuß einschließlich begrenzte Auflasten



Die Tiefe, ab der der Erddruckwert konstant gehalten wird (standardmäßig die Tiefe des untersten Ankers ab zwei Anker, 1/3 des Abstandes Anker - Aushubtiefe bei einem Anker) kann vorgegeben werden.

- Wahlweise kann der Erddruck auch ab einer gegebenen Tiefe z_2 um einen Faktor ϵ auf den Wert $e(z_1) \cdot (1 - \epsilon)$ abgemindert werden.

Weiterhin kann über eine zweite Seite (über Schaltfläche „Affinfigur“) eine Umlagerung mit beliebigem Verlauf vorgegeben werden:

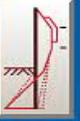
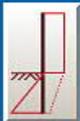
- Umlagerung über eine Affinfigur, bei der über Tiefen und (dimensionslose) Werte ein Verlauf angegeben wird. Über die Gesamtsumme des Erddrucks wird dieser in eine affin verlaufende Figur umgewandelt. Hierbei kann noch gewählt werden, bis zu welcher Tiefe der Erddruck aufsummiert werden soll (z.B. bis zur Aushubsohle oder bis zum Wandfuß) und bis zu welcher Tiefe er umgelagert werden soll (z.B. Begrenzung der Affinfigur). Mit der Schaltfläche „Speichern“ können vorgegebene Verläufe gespeichert werden, indem für sie im Feld „vordefinierte Verläufe“ ein Name eingegeben wird. Diese Verläufe können jederzeit über die Auswahlliste wieder abgerufen werden.
- Auch für die Affinfigur kann eine Umlagerung einschließlich oder zuzüglich des Erddrucks aus begrenzten Auflasten gewählt werden.
- Für die aus der Umlagerung mit Affinfigur sich ergebenden Werte kann ein Lastfaktor vorgegeben werden, mit dem die Erddruckwerte anschließend multipliziert werden (z.B. Erhöhung um 20%).

Erddruckumlagerung aktiv

Für die [Umlagerung](#) des (erhöht) aktiven Erddrucks kann angefordert werden:

- keine Umlagerung
- Umlagerung als Dreieck und Trapez einschl. Erddruck aus begrenzten Auflasten
- Umlagerung als Dreieck und Trapez mit Addition des Erddrucks aus begrenzten Auflasten
- Dreieck oder Trapez wahlweise mit Endwert = $\max. e * (1 - \epsilon)$ anstatt 0 mit vorzugebendem Abminderungsfaktor ϵ
- Dreieck oder Trapez wahlweise mit Abschneiden des Erddrucks anstatt ihn umzulagern (über Schalter „Erddruck bei z1 abschneiden statt Umlagerung“)
- Umlagerung als Rechteck einschl. Erddruck aus begrenzten Auflasten
- Umlagerung als Rechteck mit Addition des Erddrucks aus begrenzten Auflasten
- Für die sog. „Münchener“ Umlagerungsfigur kann bei Rechteckumlagerung bis zur Aushubsohle zusätzlich ein Erddruckkeil angehängt werden, der vom konstanten Erddruckwert auf einen Wert $e*(1-\epsilon)$ (z.B. mit $\epsilon = 0.5$) abfällt.

Auf einer zweiten Seite (über Schaltfläche „Trapez EAU“) können die Umlagerungsfiguren als Trapeze nach EAU angefordert werden. Diese sind in Kapitel 8.2.3.2 der EAU zusammen gestellt. Es wird dabei unterschieden zwischen dem Herstellverfahren „Abgegrabene Wand“ und „Hinterfüllte Wand“. Abhängig von der Tiefe einer Ankerlage können verschiedene Werte für den oberen und unteren Wert des Trapezes gewählt werden. Die Umlagerung wird grundsätzlich bis zur Aushubsohle geführt. Zusätzlich zu den sechs Figuren nach EAU mit Umlagerung einschließlich Erddruck aus Blocklasten (linke Seite des Dialogfeldes) werden

Allgemein	Anker	Erddruckvorgabe	Wasserdruckvorgabe
Pass. Erddruckvorgabe	Bettungszahlen	Nachweise	Erddruckumlag. aktiv
<input checked="" type="radio"/> keine Umlagerung Lastfaktor: <input type="text" value="1.00"/>			
<input type="radio"/> Dreieck oder Trapez, Umlag. einschl. begr. Auflasten		<input type="radio"/> 2,3 Rechtecke <input type="radio"/> Trapez EAU <input type="radio"/> Affinfigur	
  		  	
<input type="radio"/> bis Aushub, + pass. E. <input type="radio"/> bis Lastnullpunkt <input type="radio"/> bis Wandfuß, + pass. E.		<input type="radio"/> bis Aushub, + pass. E. <input type="radio"/> bis Lastnullpunkt <input type="radio"/> bis Wandfuß, + pass. E.	
1. Tiefe Dreieck/Trapez: <input type="text"/>		2. Tiefe Trapez: <input type="text"/>	
<input type="checkbox"/> Erddruck bei z1 abschneiden statt Umlagerung Abminderung am Ende um epsilon (Endwert = $e * (1 - \epsilon)$, epsilon = 0...1) <input type="text"/>		(= 1. Tiefe für Dreieck, leer = Trapez konstant bis unten)	
oder Definition nach EAB: Verhältnis e1:e2 = <input type="text"/>			
<input type="radio"/> Rechteck, Umlagerung einschl. begrenzter Auflasten		<input type="radio"/> Rechteck, Umlagerung zuzügl. begrenzter Auflasten	
  		  	
<input type="radio"/> bis Aushub, + pass. E. <input type="radio"/> bis Lastnullpunkt <input type="radio"/> bis Wandfuß, + pass. E.		<input type="radio"/> bis Aushub, + pass. E. <input type="radio"/> bis Lastnullpunkt <input type="radio"/> bis Wandfuß, + pass. E.	
<input type="checkbox"/> Erddruckkeil anhängen bis $e * (1 - \epsilon)$		<input type="checkbox"/> Erddruckkeil anhängen bis $e * (1 - \epsilon)$	

auch die Optionen als Umlagerung zuzüglich des Erddrucks aus begrenzten Auflasten angeboten. Als weitere Möglichkeit können auch die Werte des Trapezes frei vorgegeben werden.

Mit e_m = Mittelwert des Erddrucks von Wandkopf bis Aushubtiefe H_E gelten die folgenden Werte:

- Abgegrabene Wand mit Ankertiefe $a \leq 0.1 \cdot H_E$: Werte oben $0.70 \cdot e_m$, unten $1.30 \cdot e_m$
- Abgegrabene Wand mit Ankertiefe $0.1 \cdot H_E < a \leq 0.2 \cdot H_E$: Werte oben $0.85 \cdot e_m$, unten $1.15 \cdot e_m$
- Abgegrabene Wand mit Ankertiefe $0.2 \cdot H_E < a \leq 0.3 \cdot H_E$: Werte oben und unten $1.0 \cdot e_m$
- Hinterfüllte Wand mit Ankertiefe $a \leq 0.1 \cdot H_E$: Werte oben 0, unten $2.00 \cdot e_m$
- Hinterfüllte Wand mit Ankertiefe $0.1 \cdot H_E < a \leq 0.2 \cdot H_E$: Werte oben $0.25 \cdot e_m$, unten $1.75 \cdot e_m$
- Hinterfüllte Wand mit Ankertiefe $0.2 \cdot H_E < a \leq 0.3 \cdot H_E$: Werte oben $0.50 \cdot e_m$, unten $1.50 \cdot e_m$
- Freie Wahl der Werte für oben und unten als Verhältniswerte. Der tatsächliche Verlauf des umgelagerten Erddrucks wird so bestimmt, dass die Summe der Erddruckresultierenden bis zur Aushubsohle entspricht.

Auf einer dritten Seite (über Schaltfläche „2,3 Rechtecke“) können weitere Umlagerungsfiguren angewählt werden:

- Umlagerung in zwei Rechtecke mit frei wählbarer Tiefe der Unterteilung, mit Abminderung des Wertes für das untere Rechteck: $e_2 = e_1 \cdot (1 - \epsilon)$, einschl. Erddruck aus begrenzten Auflasten
- Umlagerung in zwei Rechtecke mit Addition des Erddrucks aus begrenzten Auflasten
- Umlagerung in drei Rechtecke mit frei wählbaren Tiefen der Unterteilung, mit Abminderung der Werte für das erste und dritte Rechteck: $e_1 = e_3 = e_2 \cdot (1 - \epsilon)$, einschl. Erddruck aus begrenzten Auflasten
- Umlagerung in drei Rechtecke mit Addition des Erddrucks aus begrenzten Auflasten

Weiterhin kann über eine vierte Seite (über Schaltfläche „Affinfigur“) eine Umlagerung mit beliebigem Verlauf vorgegeben werden:

- Umlagerung über eine Affinfigur, bei der über Tiefen und (dimensionslose) Werte ein Verlauf angegeben wird. Über die Gesamtsumme des Erddrucks wird dieser in eine affin verlaufende Figur umgewandelt. Hierbei kann noch gewählt werden, bis zu welcher Tiefe der Erddruck aufsummiert werden soll (z.B. bis zur Aushubsohle oder bis zum Wandfuß) und bis zu welcher Tiefe er umgelagert werden soll (z.B. Begrenzung der Affinfigur). Mit der Schaltfläche „Speichern“ können vorgegebene Verläufe gespeichert werden, indem für sie im Feld „vordefinierte Verläufe“ ein Name eingegeben wird. Diese Verläufe können jederzeit über die Auswahlliste wieder abgerufen werden.
- Auch für die Affinfigur kann eine Umlagerung einschließlich oder zuzüglich des Erddrucks aus begrenzten Auflasten gewählt werden.

Falls eine Umlagerung vorgenommen wird, kann diese erfolgen

- bis zur Aushubsohle, Addition des passiven Erddrucks
- Umlagerung des Erddrucks hinter der Wand nach Überlagerung mit passivem Erddruck bis zum Lastnullpunkt. Diese Option steht nicht zur Verfügung bei Berechnung nach DIN 1054:2005, da hier nicht überlagert wird und damit kein Lastnullpunkt vorhanden ist.
- Umlagerung bis zum Wandfuß, Addition des passiven Erddrucks.

Bei Umlagerung als Dreieck kann die Tiefe des Maximalwertes, bei Umlagerung als Trapez die beiden Tiefen vorgegeben werden. Für die erste Tiefe wird standardmäßig die Tiefe des untersten Ankers ab zwei Anker, 1/3 des Abstandes Anker - Aushubtiefe bei einem Anker verwendet, für die zweite Tiefe die Tiefe des Wandfußes.

Anstatt des Abminderungsfaktors ϵ (kleinerer Erddruckwert $e_2 = e_1 \cdot (1 - \epsilon)$) kann wahlweise auch der Verhältniswert $e_1:e_2$ angegeben werden. Das ist die Definition, die in den Empfehlungen EAB verwendet wird, also z.B. Verhältnis $e_1:e_2 = 1.50:1$ anstatt Abminderung $\epsilon = 0.333$.

Zusätzlich kann für die umgelagerten Erddruckwerte ein Lastfaktor vorgegeben werden, mit dem die Werte multipliziert werden. Dadurch kann z.B. eine Erhöhung um 20% bei Rechteckumlagerung nach Schweizer Norm angesetzt werden.

Alternativ kann unter Projekt - [Parameter](#) gewählt werden, dass die Erddruckumlagerung nach EAB oder EAU automatisch eingestellt wird.

[Zusammenstellung](#) : siehe Tabelle der Umlagerungsfiguren.

Bitte beachten Sie folgende Vorgehensweise bei Umlagerung bis zum Lastnullpunkt bei erhöhtem aktivem Erddruck:

DC-Baugrube rechnet bei erhöhtem aktivem Erddruck die Aktiv- und Ruhedruckanteile vollständig getrennt und setzt die beiden Anteile erst zur Wandbelastung anteilig zusammen. Damit kann auch die unterschiedliche Belastung längs der Wand (Ruhedruck: kein Wandreibungswinkel!) richtig berücksichtigt werden.

Das hat zur Folge, dass die beiden Erddruck-Anteile auch getrennt umgelagert werden. Aktiver und Ruhedruck haben jedoch zwangsweise unterschiedliche Lastnullpunkte. Dadurch ist der Umlagerungsbereich bei Umlagerung bis zum Lastnullpunkt unterschiedlich. Der Aktivanteil und der Ruhedruckanteil besitzen also unterschiedliche Bereiche, in denen der Erddruck nach der Umlagerung konstant ist und unterschiedliche Tiefen, ab denen der Erdwiderstand beginnt. Deshalb ist der Gesamterddruck nach der Zusammensetzung zum erhöhten aktiven Erddruck nicht so einfach nachzuvollziehen.

Böschungen



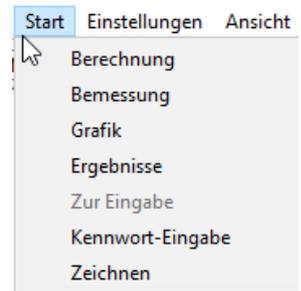
Für jeden Aushubzustand kann eine [Böschung in der Baugrubensohle](#) definiert werden. Es wird mit der Maus der Anfang und das Ende der Böschung angegeben. Die Aushubtiefe für die Berechnung ist die Tiefe der Baugrube direkt an der Wand. Die Böschung kann von der Baugrube zur Wand hin ansteigen oder abfallen.

Hinweis: aus Sicherheitsgründen wird eine Böschung in der Baugrube maximal mit einer Neigung = Reibungswinkel φ angesetzt, damit der passive Erddruck nicht günstiger angesetzt wird als er auftreten kann. Ist eine steilere Böschung eingegeben, wird sie für die Berechnung automatisch abgeflacht und ein Hinweis ausgegeben. Trifft die flachere Neigung die Wand, wird eine geänderte Aushubtiefe an dieser Stelle angesetzt.

Menü Start

Das Menü Start dient zum Start der Berechnung und Ergebnisausgabe.

Berechnung	Durchführen der Berechnung (erst dann möglich, wenn ein Wandkörper und mindestens ein Aushub eingegeben wurden)
Grafik	Darstellung von System- und/oder Ergebnisgrafik
Ergebnisse	Betrachten und evtl. Ausdrucken der Berechnungsergebnisse (Textausgabe)
Zur Eingabe	Von der Ergebnisgrafik zurück in das Eingabefenster wechseln
Kennwort-Eingabe	Ändern des Systems über die Kennwort-Eingabe
Zeichnen	Aufruf der Zeichenfunktionen



Berechnung



Die Berechnung ist dann verfügbar, wenn der Wandkörper und mindestens ein Aushubzustand eingegeben wurden.

In der Statusleiste am unteren Bildschirmrand wird der Verlauf der Berechnung angezeigt. Der Abschluss der Berechnung wird in der Statuszeile gemeldet und kann auch dadurch festgestellt werden, dass der „gedrückte“ Symbolknopf wieder in den ursprünglichen Zustand zurückschaltet. Danach kann die [Ergebnisgrafik](#) oder die [Textausgabe](#) der Berechnungsergebnisse betrachtet und ausgedruckt werden.

Am Ende der Ergebnisausgabe wird eine Zusammenstellung ausgegeben, ob alle Nachweise erfüllt sind und falls nicht, welche Nachweise in welchem Lastfall und Aushub nicht erfüllt wurden. Im Fall dass nicht alle Nachweise erfüllt sind oder in der Berechnung Fehler aufgetreten sind, wird im Anschluss an die Berechnung ein Dialog mit einer Zusammenfassung dargestellt.

Durch Klicken auf eines der grünen oder roten Symbole wird im Detail dargestellt, in welchem Lastfall und welchem Aushubzustand dieser Nachweis erfüllt oder nicht erfüllt war. Durch Klicken auf "Details" werden alle Nachweise für alle Lastfälle und Aushübe aufgelistet.



Bemessung



Die Funktion ist nur dann verfügbar, wenn die [Zusatzoption](#) Bemessung zum Programm DC-Baugrube vorliegt.

Mit der Bemessungsoption werden die Nachweise für die Profile bzw. Bewehrung für alle Wandtypen sowie zusätzlich für die Ausfachungen von Trägerbohl-, Bohrpfahl- und MIP-Wänden (erstere in Beton oder Holz), für die Anker und für die Gurtung durchgeführt. Bei Stahlbetonbauteilen wird die erforderliche Bewehrung angegeben und kann wahlweise durch Angabe von Bewehrungsmatten ausgegeben werden.

Die Vorgehensweise bei der Bemessung ist ausführlich in dem Kapitel „[Durchführung der Bemessung](#)“ und folgenden erläutert.

Die Bemessung der einzelnen Bestandteile siehe unter:

[Bemessung Bohrpfahlwand](#)

[Bemessung Schlitzwand](#)

[Bemessung Spundwand](#)

[Bemessung Trägerbohlwand](#)

[Bemessung MIP](#)

[Bemessung Anker](#)

[Bemessung Gurtung](#)

[Bemessung Bewehrung](#)

[Bemessung Gebrauchstauglichkeit](#)

Das Menü im Bemessungsfenster enthält ein anderes Menü Ansicht. Hier stehen zusätzlich die Funktionen Bild weiter und Bild zurück zur Verfügung, um zwischen mehreren Seiten der Bemessung blättern zu können. Das Blättern kann auch über die Tasten *Bild[^]* und *Bild_v* (im Tastenblock *Einfg/Entf/Pos1/Ende*) vorgenommen werden.



Grafik

Über diesen Befehl werden aus den Ergebnissen nur die Grafiken nacheinander dargestellt. Wird das Icon wieder ausgeschaltet, werden beim Blättern wieder alle Ergebnisse (Text + Grafik) dargestellt. Wahlweise

können über Start - Ergebnisse (Symbol ) Text und Grafiken zusammen (Lastfall-/Aushubweise) dargestellt werden.

Folgende Bilder stehen zur Verfügung:

- Systemgrafik mit allen Aushubzuständen für jeden berechneten Lastfall in jedem berechneten Aushubzustand
- eine Grafik mit Geometrie, Lasten und kennzeichnenden Ergebniswerten
- eine Ergebnisgrafik mit Erd- und Wasserdrücken
- eine Ergebnisgrafik mit Schnittgrößen und Verformungen

sowie zusätzlich

- eine Grafik mit der Einhüllenden von Schnittgrößen und Verformungen aus allen Lastfällen und Aushubzuständen.

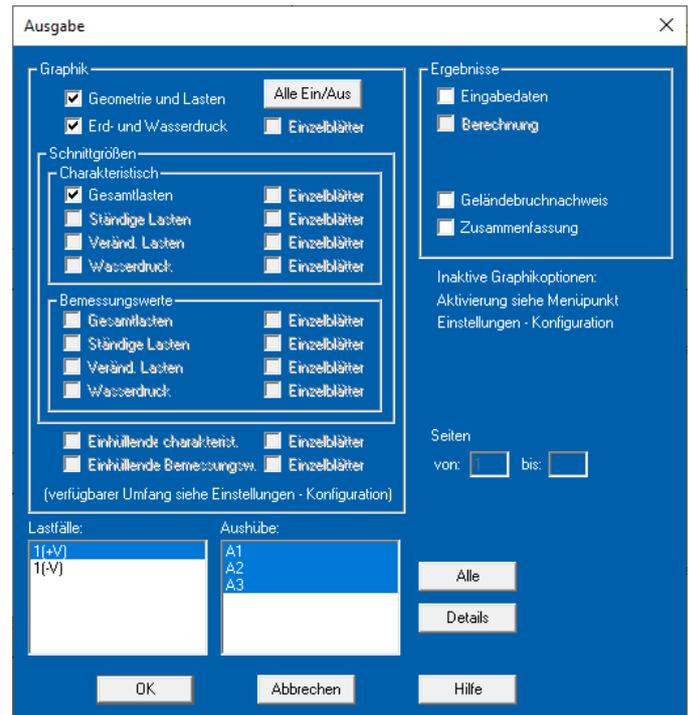
Bei Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten können wahlweise die Schnittgrößen charakteristisch (d.h. ohne Sicherheiten) oder als Bemessungswerte (mit Sicherheiten) dargestellt werden, sowie aus Gesamtlasten und die Anteile aus ständigen Lasten, veränderlichen Lasten und Wasserdruck. Voreinstellung gemäß DIN 1054:2005 ist die Ausgabe der Schnittgrößen charakteristisch aus Gesamtlasten.

Die Diagramme können auch jeweils auf Einzelblätter ausgegeben werden, so dass eine größere Darstellung möglich ist.

Wichtig: der Umfang der Ausgabe enthält nur die Grafiken, die über Einstellungen - Konfiguration - [Ergebnisausgabe](#) ausgewählt sind. Diese Seiten werden fortlaufend nummeriert. Für das Drucken können Seiten ausgeschaltet werden, maximal jedoch der in der Ergebnisausgabe aktive Umfang dargestellt werden, da die anderen Grafiken in der Seitennummerierung nicht enthalten sind.

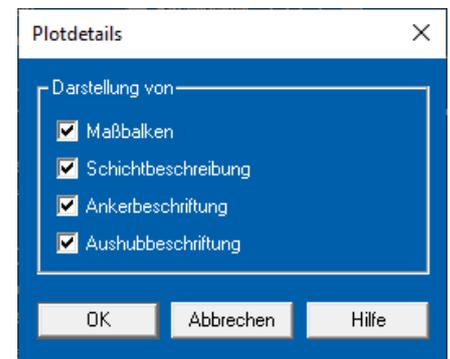
Zuerst werden die gewünschten Darstellungen sowie die gewünschten Lastfälle und Aushübe angegeben.

Für eine Berechnung mit [Erdbebenlasten](#) werden automatisch für jeden Lastfall zwei Berechnungsläufe durchgeführt: einmal mit vertikaler Erdbebenbeschleunigung nach unten und einmal nach oben. Da für die unterschiedlichsten Ergebnisse (Erddrücke, Schnittgrößen, Erdaufleger, Nachweis Summe V, Ankerkräfte und -längen usw.) nicht ein bestimmter der beiden Fälle maßgebend werden kann, werden beide Berechnungsläufe vollständig ausgegeben. Zur Kennzeichnung wird an den Lastfallnamen jeweils die Kennung "(+V)" oder "(-V)" angehängt.



Unter Details können einzelne Bestandteile der Grafiken wahlweise weggelassen werden, so dass ein größerer Maßstab möglich ist.

Danach werden in einem Dialog die gewünschten Maßstäbe für die verschiedenen Blätter abgefragt und dabei der für das eingestellte Blattformat maximal mögliche Maßstab angegeben. Der Quermaßstab für Erddrücke und Schnittgrößen wird dabei im verfügbaren Blattbereich maximal eingestellt. Sollen die Darstellungen besser vergleichbar sein, kann „Erddrücke/Schnittgrößen maximal“ ausgeschaltet werden, so dass auch hierfür ein Maßstab eingegeben werden kann, der dann für alle Bilder gleich ist.



Anschließend wird das erste Bild angezeigt. Die Darstellung auf dem Blatt kann im Menü Datei unter Seitenansicht betrachtet werden. Zwischen den einzelnen Bildern kann in der Seitenansicht mit den Tasten Nächste und Vorherige bzw. in der Normaldarstellung mit den Tasten Bild weiter und Bild zurück sowie Pos1 und Ende (erstes und letztes Bild) geblättert werden.

Bitte beachten:

Während der Betrachtung der Ergebnisbilder sind die Symbole der [Funktionsleiste](#) inaktiv, da in den Ergebnisgrafiken keine Elemente verändert werden können. Mit den Tasten Bild zurück (evtl. mehrmals), *Strg-*

Pos1 oder das Icon  (zur Eingabe) kommen Sie zurück in die Eingabeoberfläche.

Über [Datei drucken](#) oder das Symbol  in der [Werkzeuggestreife](#) können die gewünschten Ergebnisse ausgedruckt werden.

Ergebnisse



Es werden alle Ergebnisse (in grafikbasierter Textform sowie Grafiken für Geometrie, Erddrücke und Schnittgrößen sowie anschließend die Bemessungsergebnisse) dargestellt. Über die Bildtasten (Bild weiter / Bild zurück) kann durch die einzelnen Seiten geblättert werden, wahlweise auch über die Pfeile in den Scrollbalken am rechten Bildschirmrand. Es kann auch durch die Bild weiter-Taste direkt vom Eingabefenster in die Ergebnisse geblättert werden. Über *Strg-Ende* wird das Ende der Ausgabe mit der Zusammenfassung angesprungen, über *Strg-Pos1* oder das Icon  springt man zurück zur Eingabe.

Die Ergebnisse werden lastfall- und aushubweise mit Textergebnissen + Grafiken nacheinander dargestellt, d.h. für alle Lastfälle werden nach einander für jeden Aushub Texte + Grafiken dargestellt.

Über Datei - [Drucken](#) oder das Symbol  im Editor können die Ergebnisse bzw. die gewünschten Seiten ausgedruckt werden.

Wichtig: der Umfang der Ausgabe enthält nur die Grafiken, die über Einstellungen - Konfiguration - [Ergebnisausgabe](#) ausgewählt sind. Diese Seiten werden fortlaufend nummeriert. Für das Drucken können Seiten ausgeschaltet werden, maximal jedoch der in der Ergebnisausgabe aktive Umfang dargestellt werden, da die anderen Grafiken in der Seitennummerierung nicht enthalten sind.

Zur Eingabe



Hiermit können Sie von der [Ergebnisgrafik](#) zurück zur Eingabe wechseln.

Der Menüpunkt ist nur dann aktiv, wenn Sie sich in der Ergebnisgrafik oder in der Bemessung befinden.

Kennwort-Eingabe

Mit dem Menüpunkt Kennwort-Eingabe erhalten Sie einen Editor, der die Beschreibung des Systems in Kennworten (aus dem Inhalt der Projektdatei) enthält.

In der Kennwort-Eingabe können schnell einzelne Parameter verändert werden. Die Veränderung der Kennwort-Eingabe ist jedoch nur für geübte Benutzer empfehlenswert, die z.B. schon in der DOS-Version mit der Kennwort-Eingabe gearbeitet haben!

Das Editor-Fenster enthält folgende Funktionen:

- OK: Speichern der Eingabe und beenden des Editors, das neue System wird eingelesen.
- Sind in der veränderten Eingabe Fehler enthalten, kann in den Editor zurück- gesprungen werden.
- Abbruch: Abbruch der Bearbeitung, Änderungen werden verworfen.
- Drucken: Ausdruck der Projektinformationen.

Weiterhin stehen die Kopier- und Löschfunktionen für einen Textbereich, der mit gedrückter linker Maustaste markiert wurde, gemäß Windows-Standard zur Verfügung:

- Kopieren durch die Tastenkombination Strg-C
- Löschen durch die Tastenkombination Strg-X
- Einfügen von vorher kopierten oder gelöschten Texten durch Strg-V

Zeichnen

Mit der Funktion Start - Zeichnen wird der Dialog mit den Grafikelementen aufgerufen. Dieser kann ständig dargestellt werden, wobei die Menüpunkte und anderen Icons weiterhin aufrufbar sind oder bei Bedarf wieder geschlossen werden können.

Es stehen die folgenden Grafikfunktionen zur Verfügung:

- Linie: zeichnen von einzelnen Linien
- Linienzug: zeichnen von zusammenhängenden Linienzügen (Polyline)
- Polygon: zeichnen von geschlossenen Polygonen
- Rechteck: zeichnen von Rechtecken über eine Grundlinie und die Breite
- Text: darstellen von Texten
- Kreis: zeichnen von Kreisen
- Maßkette: zeichnen von Maßketten: zuerst Angabe der Hauptlinie, d.h. wo die Maßkette erscheinen soll, dann Anklicken aller Punkte (auch von der Linie entfernt), die vermaßt werden sollen, jeweils mit der linken Maustaste, bis die Funktion mit der rechten Maustaste beendet wird
- Folien: verwalten von Layern (darstellen oder ausschalten, sperren und entsperren, Definition von Layern)
- DXF: Import von Grafiken aus DXF-Dateien
- Parameter: Definition der Parameter der Maßketten (Strichstärke, Schriftgröße, Farbe und Textfarbe). Bei den anderen Grafikelementen können die Parameter einzeln per Doppelklick eingestellt werden

Die Eigenschaften der Grafikelemente können nachträglich über Doppelklick verändert werden.

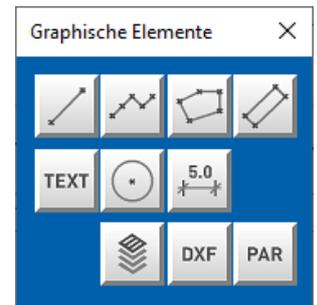
Die Darstellung der Grafikelemente ist in allen Bildern möglich, aber nicht in den Textergebnissen.

Dabei wird unterschieden, in welchem Bild sich die Grafikelemente befinden:

- Grafikelemente im Eingabefenster (Systembild) werden in allen Geometriegrafiken ebenfalls dargestellt, z.B. in Grafiken von verschiedenen Aushubzuständen bei allen Programmen, in denen es Aushübe gibt
- Grafikelemente in einem Ergebnisbild (Geometriebild, evtl. Lastbild oder Schnittgrößenbild je nach Programm) werden nur in diesem einen Bild dargestellt

Da das Eingabefenster maßstabslos ist, können Schriftgrößen (die nicht in Weltkoordinaten, sondern in mm im Blatt gemessen werden) nur in ungefährender Größe dargestellt werden. Maßgebend für die Darstellung auf

dem Blatt ist die Seitenansicht (siehe [Menü Datei](#) oder Icon .



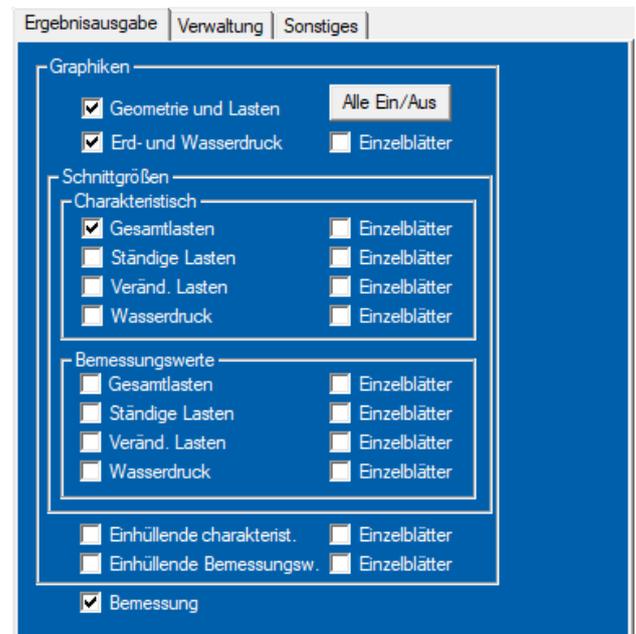
Menü Einstellung

Diese Menüpunkte zur Einstellung verschiedener Optionen werden allgemein in den [DC-Bedienungsgrundlagen](#) beschrieben. Nachfolgend werden nur die programmspezifischen Funktionen erläutert.

Konfiguration - Ergebnisausgabe

Über Einstellungen - Konfiguration - Ergebnisausgabe kann der Umfang der gesamten Ausgabe gewählt werden. Dieser Umfang bestimmt die Reihenfolge der Seiten und ihre Nummerierung. Für das Drucken kann dann aus diesem Umfang gewählt werden, was ausgedruckt werden soll.

Im Normalfall werden mehrere Diagramme, z.B. alle Erd- und Wasserdrücke oder alle Schnittgrößen und die Verformungen, auf einer Seite zusammengefasst. Wahlweise können die Diagramme auf Einzelblätter dargestellt werden, d.h. eine getrennte Seite für jedes Diagramm.



Konfiguration - Verwaltung

- Bei der Berechnung erstellt das Programm Temporärdateien zu der Projektdatei name.DBW:
 - * name.ERW und name.ERW2 mit der Ergebnisausgabe (reiner Text sowie formatierte Ausgabe)
 - * name.PLW für die Grafikausgabe (Plotdatei)

Um zu verhindern, dass sich im Laufe der Zeit zu viele Temporärdateien ansammeln, kann eingestellt werden, dass diese beim Schließen einer Projektes automatisch gelöscht werden.

Bitte beachten: wird ein Projekt wieder geöffnet, muss dann wieder neu berechnet werden, bevor Textergebnisse und Grafiken betrachtet oder ausgedruckt werden können. Ebenso ist für die Bemessung dann die Berechnung neu zu starten.

- Die Darstellung der Maßketten in der Ergebnisgrafik kann standardmäßig erfolgen oder nur minimal, so dass z.B. zahlreiche Streckenlasten auf dem Gelände nicht eigens vermaßt werden
- Schichtflächen: wenn ein definierter Name oder eine Kurzbezeichnung erkannt wird (Definition siehe unter Einstellung – [Symboleditor](#)), kann eine Schicht mit Farben nach DIN 4023 (wahlweise mit Aufhellung zwischen 0 und 100%) und/oder mit entsprechenden Schichtsymbolen gefüllt werden. In der Eingabeoberfläche werden wegen der Übersichtlichkeit nur die Farben dargestellt
- Im Übersichtsbild kann wahlweise die berechnete maximale oder die eingegebene Wandlänge dargestellt werden. Damit kann z.B. eine gewählte Wandlänge (größer bzw. mit einem geraden Wert) gezeichnet werden.
- Ergebnis-Export: es können wahlweise die Ergebnisse im sog. WDI-Format (wichtige Ergebnisse mit Satznamen und Werten) sowie Bemessungsergebnisse in einer BBW-Datei (z.B. Auflistung der Schnittgrößen und Bewehrungswerte) exportiert werden.

Menü Ansicht

Die Menüpunkte unter Ansicht werden allgemein in den [DC-Bedienungsgrundlagen](#) beschrieben. Nachfolgend werden nur die programmspezifischen Funktionen erläutert.

Lastfälle/Aushübe

Standardmäßig werden alle eingegebenen Lasten und Aushubzustände angezeigt. Zur besseren Übersicht können einzelne Lastfälle und Aushübe per Mausklick ein- und ausgeschaltet werden.

Berechnung

Die Berechnungsgrundlagen finden Sie im separaten Dokument [DCBaug-Berechnung.pdf](#)

Kapitel

- [Belastung der Baugrubenwand](#)
- [Erddruckbeiwerte](#)
- [Erddruckberechnung](#)
- [Wasserdruck](#)
- [Lasten auf Wand und Gelände](#)
- [Erddruckumlagerung](#)
- [Statisches System und Ankerkräfte](#)
- [Nachweis für schmale Druckflächen bei Trägerbohlwänden](#)
- [Hydraulischer Grundbruch](#)
- [Hydraulischer Grundbruch nach Aulbach, Ziegler](#)
- [Ansätze nach EAU](#)
- [Ansätze nach EAB](#)
- [Stand sicherheitsnachweis in der tiefen Gleitfuge](#)
- [Geländebruchnachweis](#)
- [Nachweis der Vertikalkräfte](#)
- [Erdbebenberechnung](#)

Hinweise zur Ausgabe

Ergebnisse

Es werden die vorgegebenen Vorbau- und Rückbauzustände für alle eingegebenen Lastfälle berechnet. An Ergebnissen wird ausgegeben:

- Erddruck aus Bodeneigengewicht und großflächigen Auflasten, getrennt Erddruck aus begrenzten Auflasten und Wasserdruck, evtl. umgelagerter Erddruck. Zusätzlich wird beim Erddruck ΣE_V angegeben. Bei aktivem Erddruck entspricht dies der Summe über $E_V \cdot \tan \delta_a \cdot \Delta z$
Bei Ruhedruck ergibt sich kein senkrechter Anteil ($\delta_a = 0$), bei erhöhtem aktivem Erddruck wird nur der Anteil des aktiven Erddrucks berücksichtigt.
- Die endgültige Wandbelastung sowie die sich ergebenden Schnittgrößen (M, Q, N) und Verformungen, Auflagerkräfte und evtl. Bettungskräfte.

Die Einbindetiefe der Wand kann fest vorgegeben oder wahlweise die erforderliche Länge vom iterativ bestimmt werden. Ist die Einbindetiefe nicht vorgegeben und der Wandfuß frei verschieblich, wird die Fußtiefe so iteriert, dass die vorhandene Auflagerkraft im Boden etwa gleich der aufnehmbaren ist. Bei Trägerbohlwänden wird für den Nachweis für schmale Druckflächen (siehe EB 14) ein erhöhter Sicherheitsbeiwert von $\eta_p + 0.50$ nachgewiesen. Bei Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten entspricht das einer Abminderung des Erdwiderstands um den Faktor 0.80. Siehe hierzu auch die Wahl des Abminderungsfaktors η bei der Eingabe der [Aushubzustände](#). Bei Einspannung nach Blum wird am Wandfuß eine Einspannung angesetzt und die Wandlänge soweit iteriert, bis sich kein Einspannmoment mehr ergibt. Daraus ergibt sich die für die Einspannwirkung erforderliche theoretische Wandlänge. Der für die Aufnahme der Auflagerkraft erforderliche Zuschlag von 20% der Einbindelänge bzw. der neu definierte Wert nach EAU (siehe Projekt – Parameter) wird ausgewiesen.

Für jeden Bauzustand in jedem Lastfall kann eine grafische Darstellung der Baugrundsituation mit Wandgeometrie, Geländeverlauf, Schichten, Wasserständen, Lasten etc. sowie eine Übersicht über die Belastungen, Schnittgrößen und Verformungen erstellt werden.

Anker

Für den Standsicherheitsnachweis in der tiefen Gleitfuge zur Bestimmung der erforderlichen Ankerlängen wird für jeden Aushubzustand ein Protokoll ausgegeben, das die Ankerdaten mit Kraft, Mindestlänge, erforderlicher Länge, Sicherheit, sowie die Summen der möglichen horizontalen Ankerkräfte (mögl. Z_H) und der vorhandenen [Ankerkräfte](#) (vorh. Z_H) aller Anker enthält.

Zusätzlich kann wahlweise ein ausführlicher Ausdruck angefordert werden, der zusätzlich die Informationen über die Gleitlinien darstellt. Dieser Ausdruck wird als Zusammenfassung für jede Ankerlage am Ende der Berechnung für den maßgebenden Aushub oder für alle Aushübe ausgegeben.

Die Berücksichtigung der errechneten Ankerlängen aus vorigen Aushüben als Mindestlänge kann wahlweise erfolgen. Weiterhin ist es möglich, die Sicherheit für eine gegebene Ankerlänge zu bestimmen anstatt die erforderliche Ankerlänge für eine gegebene Sicherheit zu berechnen. Ohne Vorgabe einer Ankerlänge wird die Mindestlänge für die Gleitflächenneigung $\theta = 45^\circ + \varphi/2$ angesetzt.

Steifen können bei der Definition eines [Ankers](#) definiert werden. In diesem Fall erfolgt kein Ankernachweis.

Hinweis:

Der Nachweis der tiefen Gleitfuge für die Bestimmung der erforderlichen Ankerlängen wird in jedem Fall mit aktivem Erddruck durchgeführt. Wird die Baugrubenwand mit Erdruhedruck oder mit erhöhtem aktivem Erddruck berechnet, dann ergeben sich aus der Wandberechnung andere Ankerkräfte als aus dem Nachweis der tiefen Gleitfuge. Die Bemessung der Anker ist nach der maximalen Ankerkraft durchzuführen.

Für den Fall des Erdruhedrucks oder des erhöhten aktiven Erddrucks wird deshalb nach dem Nachweis der tiefen Gleitfuge eine Zusammenstellung der Ankerkräfte mit Angabe der maßgebenden Kräfte angegeben.

Durchführung der Bemessung

Durch Aufruf der Funktion Start - Bemessung (Symbol  in der [Funktionsleiste](#)) wird das Bemessungsfenster geöffnet. Es werden automatisch die Schnittgrößen aus der Berechnung übernommen (falls nicht eigens ausgeschaltet - siehe unten!) und die für den eingestellten Wandtyp maßgebende Seite dargestellt:

- Bohrpfahlwand
- Schlitzwand
- Spundwand
- Trägerbohlwand oder
- MIP.

Sind im System Anker vorhanden, steht auch die Seite

- Anker,

sind Anker oder Steifen vorhanden, zusätzlich die Seite

- Gurtung

zur Verfügung.

Ist die [Zusatzoption](#) DC-RISS vorhanden, steht bei Schlitzwänden und Bohrpfahlwänden zusätzlich eine Seite "GZG" für die Gebrauchstauglichkeitsnachweise (Begrenzung der Spannungen und Begrenzung der Rissbreiten) zur Verfügung. Mit der [Zusatzoption](#) DC-Bewehrung ist für Bohrpfahl- und Schlitzwände zusätzlich eine Seite "Bewehrung" verfügbar.

Folgende allgemeinen Parameter können auf jeder Seite gewählt werden:



- Auswahl des Wandabschnittes, falls mehrere eingegeben: jeder Wandabschnitt (z.B. Bohrpfahlwand + Trägerbohlwand) wird getrennt bemessen
- Schnittgrößen und Ankerkräfte automatisch aus der Berechnung übernehmen: wird dieser Punkt ausgeschaltet, können von Hand Schnittkräfte vorgegeben werden
- Ausdruck ja/nein: jeder Bestandteil (Wand, Anker, Gurtung) kann für die Ausgabe ausgeschaltet werden. Der Knicknachweis kann bei Trägerbohlwänden und Spundwänden angefordert werden.
- Schnittgrößen: in einem Dialogfeld können die aus der Berechnung übernommenen Schnittgrößen dargestellt oder - wenn die Übernahme aus der Berechnung ausgeschaltet wurde - eigene Schnittgrößen eingegeben werden:



- Zusätzlich kann angegeben werden, ob die Normalkraft in der Bemessung voll (zu 100%) oder nur teilweise (zu einem Anteil < 100%) angesetzt werden soll. Da nicht immer sicher ist, dass die rechnerische

Normalkraft aus dem Wandreibungswinkel in voller Höhe auftritt, kann hier eine Reduktion sinnvoll sein. Siehe das Bild des Eingabefensters bei der jeweiligen Wandart.

Vom Programm werden automatisch die maßgebenden Schnittgrößen aus allen Lastfällen und Aushubzuständen bestimmt und in die Bemessung übertragen. Bei Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten sind dies die Schnittgrößen aus dem maßgebenden Grenzzustand, z.B. GZ 1B bzw. Typ 2, die bereits Sicherheiten enthalten. Dabei werden auch folgende Sonderfälle berücksichtigt, die bei der Angabe der Schnittgrößen durch Fußnoten erläutert werden:

- Ergibt sich die maximale Querkraft aus der Ersatzkraft C bei Einspannung nach Blum, wird diese nach Weißenbach für die Bemessung nur zur Hälfte angesetzt.
- In bestimmten Fällen, z.B. bei Spundwänden und Ortbetonwänden mit Steifen, bei denen eine Rechteckumlagerung angesetzt wird, ist nach EAB (siehe z.B. EB 17) das Feldmoment abzumindern, die Querkraft zu erhöhen, das Feldmoment zu erhöhen oder das Stützmoment abzumindern. Dies wird vom Programm automatisch durchgeführt.

Für die vorliegende Wandart - z.B. Trägerbohlwand - sowie für Anker und Gurtung - falls Ankerlagen eingegeben - steht jeweils eine Seite für die Bemessung zur Verfügung.

Bitte beachten:

Wurde die Option „Schnittgrößen/Ankerkräfte aus Berechnung“ ausgeschaltet, dann werden KEINE Schnittgrößen bei verändertem System aus der Berechnung übernommen!

Wird jedoch bei Trägerbohlwand, MIP oder Bohrpfahlwand der Abstand der Träger bzw. Pfähle verändert, so werden die von Hand eingegebenen Schnittgrößen mit dem Verhältnis des neuen zum alten Abstand umgerechnet.

Bemessung Bohrpfahlwand

Für Bohrpfahlwände stehen drei Möglichkeiten zur Verfügung:

- **Überschnittene Bohrpfahlwand:**
bei der Eingabe der [Baugrubenwand](#) wurde auf der Seite „Bohrpfahlwand“ ein negativer lichter Abstand eingegeben. Dieser negative Abstand gibt den Überschritt an. Es wird z.B. jeder zweite oder jeder vierte Bohrpfahl bewehrt (Anordnung 1-1-1 oder 1-3-1, siehe unten) und die unbewehrten Bohrpfähle als Ausfachung berechnet.
- **Aufgelöste Bohrpfahlwand mit gerader Ausfachung** oder tangierende Bohrpfahlwand:
bei der Eingabe der Baugrubenwand wurde ein lichter Abstand ≥ 0 eingegeben. Der Abstand (falls nicht tangierend) wird mit einer geraden Ausfachung versehen. Die Ausfachung wird als Einfeldträger berechnet und bewehrt.
- **Aufgelöste Bohrpfahlwand mit gebogener Ausfachung:**
bei der Eingabe der Baugrubenwand wurde ein lichter Abstand ≥ 0 eingegeben. Der Abstand wird mit einer gebogenen Ausfachung versehen, die als Gewölbe trägt.

Bemessung der Pfähle

Aus der Berechnung werden - wenn nicht ausgeschaltet - die maßgebenden Schnittgrößen

- maßg. max. M, zug. N und Q
- maßg. min. M, zug. N und Q
- maßg. max. Q, zug. N und M

aus allen Aushubzuständen und allen Lastfällen bestimmt. Maßgebend heißt hier, dass nicht nur z.B. der maximale und minimale Wert der Momentes bemessen wird. Vielmehr wird über die ganze Wand die Stelle gesucht, für die sich z.B. bei einer Stahlbetonwand die maximale Bewehrung ergibt. In Abhängigkeit von der Normalkraft (z.B. überdrückter Querschnitt) kann das eine andere Stelle als die mit dem maximalen Biegemoment sein.

Zusätzlich wird eine abschnittsweise Bemessung über die Tiefe in einer Tabelle ausgegeben, so dass die Bewehrung gestaffelt werden kann.

Gemäß Weißenbach: Baugruben Teil III, Kap. 7.4, werden bei Bohrpfahlwänden mit mindestens 2 Ankern oder Steifen die Stützmomente auf 85% abgemindert. Gleichzeitig mit der ersten Reduktion der Stützmomente auf 85% werden die Feldmomente um ein zwischen den angrenzenden Stützen interpoliertes ΔM erhöht.

Grundsätzlich wird in Bauzuständen eine Reduktion auf 85% vorgenommen, um die nach DIN 4124 zulässige verminderte Sicherheit von 1.50 anstatt 1.75 anzusetzen. Ob es sich um einen Bauzustand handelt, kann bei der Bemessung angegeben werden.

Diese Schnittgrößen je m Wand werden mit dem Abstand a der Bohrpfähle - bei überschnittenen Bohrpfählen mit dem Abstand der bewehrten Pfähle je nach Anordnung - multipliziert. Damit ergeben sich die Bemessungs-Schnittgrößen je Pfahl.

Für die Stahlbetonbemessung kann eine negative Normalkraft (Druck) günstig wirken, bei sehr großem Druck jedoch ungünstig. Es wird deshalb zusätzlich untersucht, ob eine Bemessung mit 1.0-facher Normalkraft (ohne Sicherheitsbeiwert) – bei überschnittenen Bohrpfahlwänden zusätzlich nicht auf die bewehrten Pfähle, sondern auf alle Pfähle verteilt – zu einer höheren Bewehrung führt. Falls ja, wird dieser Fall als maßgebend ausgegeben und entsprechend markiert.

Für den Bohrpfahl wird die Dicke aus der Eingabe der Baugrubenwand angegeben. Der Bewehrungsabstand d_1 sowie die Betongüte und die Stahlsorte des Bewehrungsstahls kann eingegeben werden.

Für den Pfahl wird eine Biegebemessung des Kreisquerschnitts nach Linse, Thielen: Die Grundlagen der Biegebemessung der DIN 1045 aufbereitet für den Gebrauch an Rechenanlagen. Beton- und Stahlbetonbau 9/1972 durchgeführt. Für die Stellen positiver und negativer Momente, für die sich die maximale Bewehrung ergibt, werden Beton- und Stahldehnung, der mechanische Bewehrungsgrad ω sowie die erforderliche Bewehrung ausgegeben.

Ist die statisch erforderliche Bewehrung geringer als die Mindestbewehrung für Bohrpfähle nach EN 1536, wird ein Hinweis ausgegeben.

Für die Querkraftbemessung wird an jeder Stelle zunächst eine Biegebemessung nach o.g. Verfahren durchgeführt. Der daraus erhaltene Hebelarm der inneren Kräfte z wird dann für die Querkraftbemessung verwendet.

Bei Bemessung nach "alten" Normen DIN 1045:1976 oder BS 8002 wird die Querkraftbemessung durchgeführt nach

Obst: Bemessung von Kreisquerschnitten auf Schub. Beton- und Stahlbetonbau 12/1981:

$$\tau_0 = Q / (b \cdot z)$$

b ergibt sich aus der Lage der Nulllinie der Biegebemessung als die Breite des Kreisquerschnittes, die von der Nulllinie geschnitten wird.

Die Querkraftbewehrung ergibt sich dann zu

$$A_{SS} = Q / (z \cdot \beta_s / \eta)$$

mit $\eta = 1.75$.

Ergibt sich kein Hebelarm der inneren Kräfte aus der Biegebemessung, weil der Querschnitt überdrückt ist, dann wird ein einbeschriebener Rechteckquerschnitt mit $b = d / \sqrt{2}$ verwendet und $z = 0.85 \cdot b$ angesetzt.

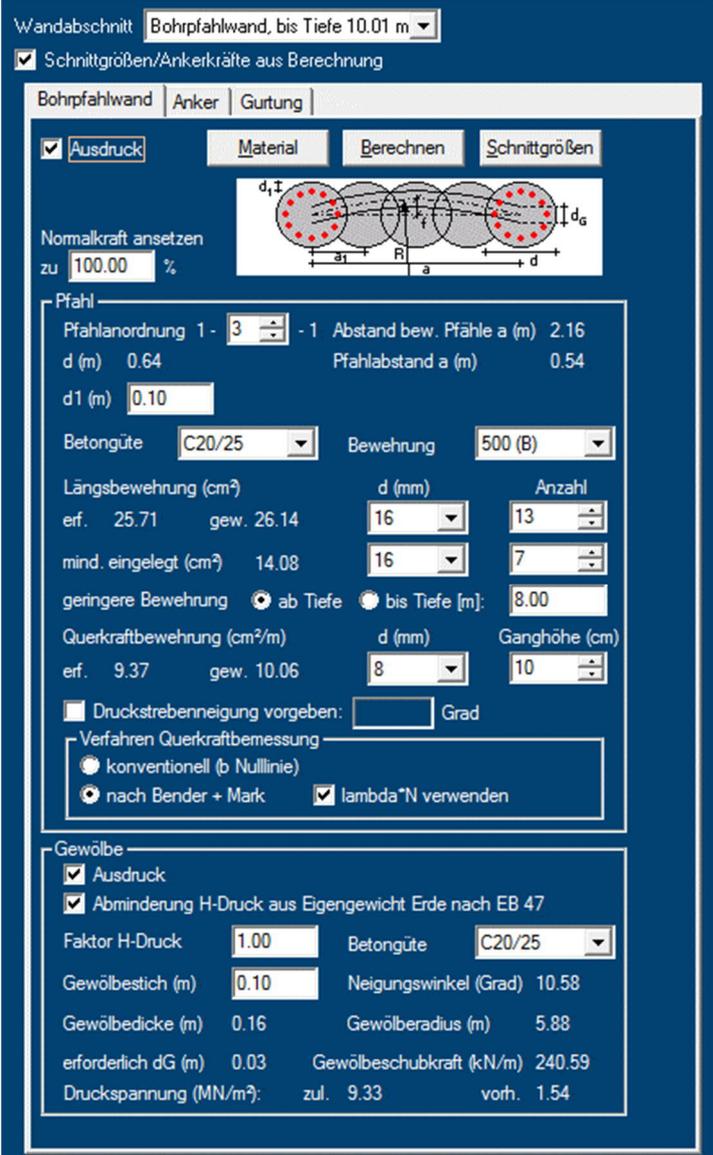
Weiteres zur [Querkraftbemessung](#) nach DIN 1045-1 und Eurocode 2 siehe im gleichnamigen Kapitel.

Zur Querkraftbemessung von Kreisquerschnitten (Bohrpfähle) ist wahlweise das Verfahren nach [Bender & Mark](#) verfügbar, das auch in EA-Pfähle empfohlen wird. Dieses Verfahren ist deshalb bei Bemessung nach Eurocode 2 und SIA 262 standardmäßig eingestellt.

Falls oberhalb einer Bohrpfahlwand ein Wandabschnitt Trägerbohlwand vorhanden ist, kann die Bemessung des Steckträgers durchgeführt werden. Siehe Kapitel "[Bemessung Steckträger](#)".

Bemessung Bohrpfahlwand überschnitten

- Bei überschnittenen Bohrpfahlwänden kann zunächst die Pfahlanordnung angegeben werden, ob z.B. jeder zweite Pfahl bewehrt wird (Anordnung 1-1-1) oder nur jeder vierte Pfahl (Anordnung 1-3-1). Mit $n = \text{z.B. } 1 \text{ oder } 3$ und Pfahlabstand $a_1 =$ Dickeüberschnitt ergibt sich dann für den Abstand der bewehrten Pfähle $a = (n+1) \cdot a_1$.
- Der Bewehrungsabstand d_1 kann angegeben werden
- Betongüte und Stahlsorte können ausgewählt werden, indem die Liste durch Klick auf den rechts liegenden Pfeil aufgeklappt wird
- die erforderliche Biegebewehrung und Schubbewehrung für den Pfahl werden ausgegeben
- die gewählten Bewehrungsdurchmesser sowie die Anzahl Stäbe für die Längsbewehrung und die Ganghöhe für die Schubbewehrung können ausgewählt werden. Ist mit den gewählten Werten die Bewehrung nicht ausreichend, wird jeweils der andere Wert (z.B. Durchmesser oder Anzahl) so angepasst, dass die erforderliche Bewehrung abgedeckt ist. Mehr Stäbe als erforderlich können konstruktiv gewählt werden, hier wird der Stabdurchmesser nicht verändert
- die "mind. eingelegte" Längsbewehrung wird für die [Querkräftbemessung nach Bender & Mark](#) benötigt, siehe die Beschreibung im gleichnamigen Kapitel. Hier kann zusätzlich eine Tiefe angegeben werden, ab oder bis zu der die geringere Bewehrung gilt. Wählt man in der Zeile "mind. eingelegt" den Stabdurchmesser neu aus der Liste aus, dann wird für die ab/bis zu dieser Tiefe erforderliche Bewehrung die erf. Anzahl Stäbe neu bestimmt.
- Für die Querkräftbemessung kann wahlweise die Druckstrebenneigung fest vorgegeben werden. Im Normalfall wird der günstigste Wert iteriert
- Zur Querkräftbemessung steht bei Bemessung nach Eurocode 2, SIA 262 oder DIN 1045-1 wahlweise das [konventionelle Verfahren](#) oder das nach [Bender & Mark](#) zur Verfügung. Der günstig wirkende Normalkrafteinfluss $\lambda \cdot N$ kann wahlweise ausgeschaltet werden.



Bemessung der Pfahlausfachung als Gewölbe

Die unbewehrten Pfähle wirken als Ausfachung, die als Gewölbe trägt.

Folgende Daten können eingegeben werden:

- Abminderung H-Druck aus Eigengewicht Erde nach EB 47:
nach EAB EB 47 kann der H-Druck aus Eigengewicht und unbegrenzten Auflasten (ohne den Erddruck aus Blocklasten) auf 2/3 abgemindert werden, falls der Erddruck nicht umgelagert oder falls er in ein Dreieck umgelagert wurde. Es wird hiermit die Spitze der Belastung abgeschnitten. Bei anderen Umlagerungsfiguren wird der Faktor grundsätzlich auf 1.0 gesetzt.
- Faktor H-Druck:
die Belastung auf das System Einfeldträger kann über einen Faktor verändert werden

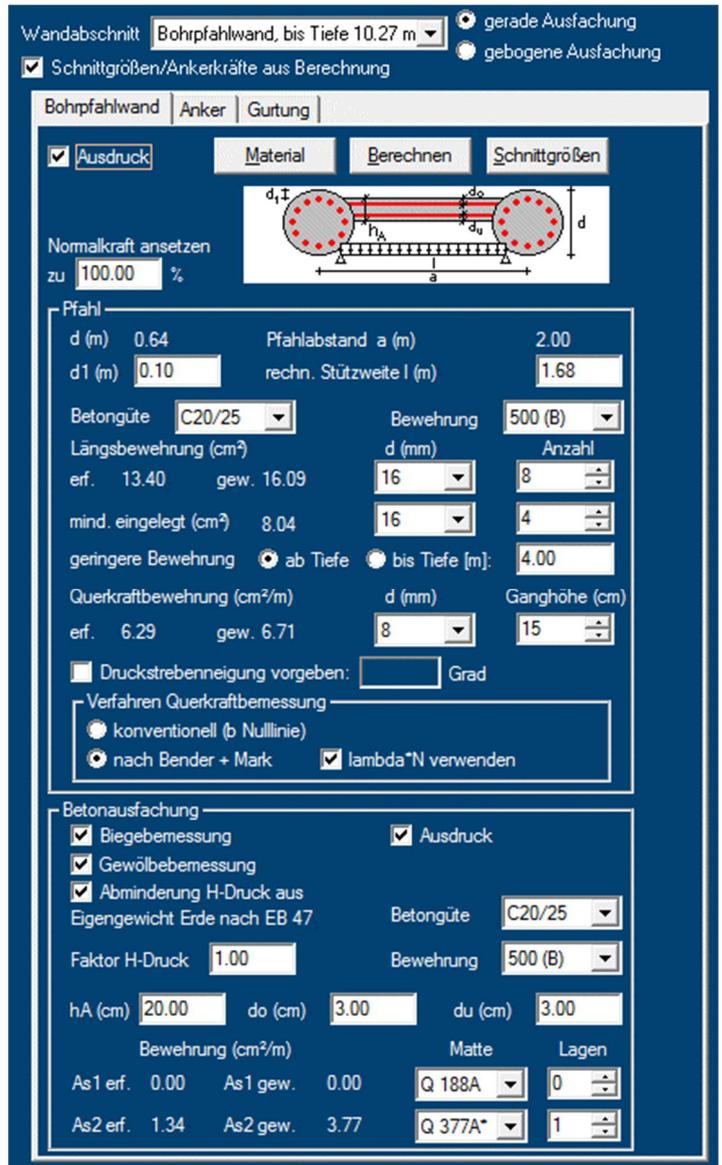
- **Betongüte:**
die Betongüte der unbewehrten Pfähle kann aus einer Liste ausgewählt werden
- **Gewölbestich f:**
der Gewölbestich wird standardmäßig mit der halben verfügbaren Höhe vorgegeben und kann verändert werden. Die Gewölbedicke wird dann automatisch so bestimmt, dass die verfügbare Höhe bis zu den Schnittpunkten zwischen den Bohrpfählen maximal ausgenutzt ist.

Aus den verfügbaren Maßen werden für das Gewölbe bestimmt:

- die verfügbare Gewölbedicke
- der Neigungswinkel φ des Gewölbes im Mittelpunkt der bewehrten Pfähle
- der Gewölberadius
- die Gewölbeschubkraft nach Weißenbach: Baugruben Teil III, Kap. 7.1 als $H = q \cdot l^2 / (8 \cdot f) = \max. M / f$
- die erforderliche Gewölbedicke bei Einhaltung von zul. σ
- die vorhandene Druckspannung im Gewölbe
- die Sicherheit gegen Herausgleiten ergibt sich zusätzlich zu $\tan(45^\circ) / \tan \varphi$

Bemessung Bohrpfahlwand aufgelöst, gerade Ausfächung

- Bei aufgelösten Bohrpfahlwänden kann im oberen Bereich des Eingabefensters angegeben werden, ob gerade oder gebogene Ausfächung berechnet werden soll. Bei tangierenden Bohrpfahlwänden (lichter Abstand = 0) entfällt die Ausfächung.
- Der für die Wand eingegebene Pfahldurchmesser d sowie der Achsabstand a der Pfähle werden angegeben.
- Die rechnerische Stützweite l für die Ausfächung wird mit $a - 2 \cdot d/4$ vorgeschlagen und kann verändert werden.
- Der Bewehrungsabstand d_1 im Pfahl kann angegeben werden.
- Betongüte und Stahlsorte können ausgewählt werden, indem die Liste durch Klick auf den rechts liegenden Pfeil aufgeklappt wird.
- die erforderliche Biegebewehrung und Schubbewehrung für den Pfahl werden ausgegeben
- die gewählten Bewehrungsdurchmesser sowie die Anzahl Stäbe für die Längsbewehrung und die Ganghöhe für die Schubbewehrung können ausgewählt werden. Ist mit den gewählten Werten die Bewehrung nicht ausreichend, wird jeweils der andere Wert (z.B. Durchmesser oder Anzahl) so angepasst, dass die erforderliche Bewehrung abgedeckt ist. Mehr Stäbe als erforderlich können konstruktiv gewählt werden, hier wird der Stabdurchmesser nicht verändert
- die "mind. eingelegte" Längsbewehrung wird für die [Querkraftbemessung nach Bender & Mark](#) benötigt, siehe die Beschreibung im gleichnamigen Kapitel.



Wandabschnitt Bohrpfahlwand, bis Tiefe 10.27 m

gerade Ausfächung
 gebogene Ausfächung

Schnittgrößen/Ankerkräfte aus Berechnung

Bohrpfahlwand | Anker | Gurtung

Ausdruck

Material | Berechnen | Schnittgrößen

Normalkraft ansetzen zu 100.00 %

Pfahl

d (m)	0.64	Pfahlabstand a (m)	2.00
d1 (m)	0.10	rechn. Stützweite l (m)	1.68

Betongüte C20/25 | Bewehrung 500 (B)

Längsbewehrung (cm ²)	d (mm)	Anzahl
erf. 13.40 gew. 16.09	16	8
mind. eingelegt (cm ²)	16	4

geringere Bewehrung ab Tiefe bis Tiefe [m]: 4.00

Querkraftbewehrung (cm ² /m)	d (mm)	Ganghöhe (cm)
erf. 6.29 gew. 6.71	8	15

Druckstrebenneigung vorgeben: [] Grad

Verfahren Querkraftbemessung

konventionell (b Nulllinie)
 nach Bender + Mark lambda * N verwenden

Betonausfächung

Biegebemessung Ausdruck

Gewölbebemessung

Abminderung H-Druck aus Eigengewicht Erde nach EB 47

Faktor H-Druck 1.00 | Betongüte C20/25 | Bewehrung 500 (B)

hA (cm)	do (cm)	du (cm)
20.00	3.00	3.00

Bewehrung (cm ² /m)	Matte	Lagen
As1 erf. 0.00 As1 gew. 0.00	Q 188A	0
As2 erf. 1.34 As2 gew. 3.77	Q 377A*	1

Hier kann zusätzlich eine Tiefe angegeben werden, ab oder bis zu der die geringere Bewehrung gilt. Wählt man in der Zeile "mind. eingelegt" den Stabdurchmesser neu aus der Liste aus, dann wird für die ab/bis zu dieser Tiefe erforderliche Bewehrung die erf. Anzahl Stäbe neu bestimmt.

- Für die Querkraftbemessung kann wahlweise die Druckstrebenneigung fest vorgegeben werden. Im Normalfall wird der günstigste Wert iteriert
- Zur Querkraftbemessung steht bei Bemessung nach Eurocode 2, SIA 262 oder DIN 1045-1 wahlweise das [konventionelle Verfahren](#) oder das nach [Bender & Mark](#) zur Verfügung. Der günstig wirkende Normalkrafteinfluss $\lambda \cdot N$ kann wahlweise ausgeschaltet werden.

Bemessung der Spritzbetonausfachung gerade

Es wird eine gerade Ausfachung als Stahlbeton-Einfeldträger berechnet.

Folgende Daten können eingegeben werden:

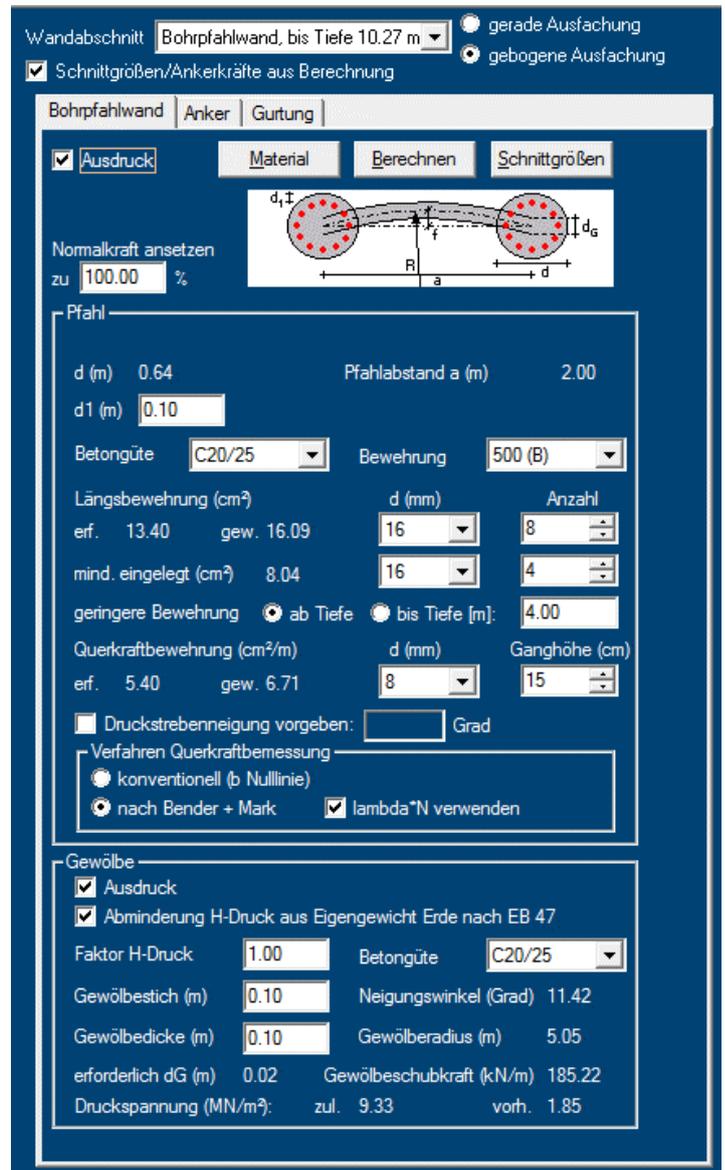
- Abminderung H-Druck aus Eigengewicht Erde nach EB 47:
nach EAB EB 47 kann der H-Druck aus Eigengewicht und unbegrenzten Auflasten (ohne den Erddruck aus Blocklasten) auf 2/3 abgemindert werden, falls der Erddruck nicht umgelagert oder falls er in ein Dreieck umgelagert wurde. Es wird hiermit die Spitze der Belastung abgeschnitten. Bei anderen Umlagerungsfiguren wird der Faktor grundsätzlich auf 1.0 gesetzt.
Das maximale Moment für die Bemessung ergibt sich bei einer Gesamtlast q dann zu $M = q \cdot l^2 / 8$ Ist die statische Höhe $h = d - d_u$ geringer als 10 cm, wird nach DIN 1045 das Moment um den Faktor $15 / (h + 5)$ erhöht.
Grundsätzlich wird in Bauzuständen eine Reduktion der Schnittgrößen auf 85% vorgenommen, um die nach DIN 4124 zulässige verminderte Sicherheit von 1.50 anstatt 1.75 anzusetzen. Ob es sich um einen Bauzustand handelt, kann bei der Bemessung angegeben werden.
- Faktor H-Druck:
die Belastung auf das System Einfeldträger kann über einen Faktor verändert werden
- Betongüte und Stahlsorte:
die Betongüte der Ausfachung und die Stahlsorte der Bewehrung können aus einer Liste ausgewählt werden
- Dicke und Überdeckungen die Dicke der Ausfachung d_A sowie die Bewehrungsabstände erdseitig d_o und luftseitig d_u werden eingegeben. $d_o + d_u$ müssen kleiner als d_A sein.
- Bewehrung:
es wird die erforderliche Bewehrung A_{s1} erdseitig und A_{s2} luftseitig bestimmt und standardmäßig die erforderlichen Matten eingestellt. Wenn möglich, wird die Mattenstärke so gewählt, dass eine Bewehrungslage ausreicht. Über den Pfeil neben der Mattengröße kann eine andere Matte ausgewählt werden. Die erforderliche Anzahl wird entsprechend angepasst. Wird über die Pfeile nach oben und unten die Anzahl der Matten verändert, dann wird automatisch aus der gleichen Art (Q-, R-, K- oder N-Matte) die Mattengröße ausgewählt, für die die gegebene Anzahl ausreicht, um erf. A_s zu erreichen. Ist dies nicht möglich, wird die Anzahl entsprechend erhöht.
Zusätzlich kann in der Mattenliste „keine“ ausgewählt werden. Dann kann der Wert A_s gewählt direkt eingetragen werden. Wird auch hier nichts eingegeben, dann wird in der Ausgabe eine Zeile „gewählt: _____“ vorgegeben, in der ein Eintrag von Hand erfolgen kann. Ist keine Bewehrung erforderlich, entfällt die Ausgabe „gewählt.“

Bitte beachten:

es kann von Hand eine größere Anzahl oder eine höhere Mattenstärke als erforderlich angegeben werden. Dieser Wert wird beibehalten, auch wenn sich bei Änderungen ein geringeres A_s ergeben würde, da möglicherweise eine bestimmte Mattengröße gewünscht ist. Eine Verminderung von Mattengröße oder -anzahl ist dann von Hand vorzunehmen. Nur wenn sich aus der Berechnung ein größeres als das gewählt A_s ergibt, werden Mattentyp und -anzahl automatisch neu auf einen ausreichenden Wert eingestellt.

Bemessung Bohrpfahlwand aufgelöst, gebogene Ausfachung

- Bei aufgelösten Bohrpfahlwänden kann im oberen Bereich des Eingabefensters angegeben werden, ob gerade oder gebogene Ausfachung berechnet werden soll. Bei tangierenden Bohrpfahlwänden (lichter Abstand = 0) entfällt die Ausfachung.
- Der für die Wand eingegebene Pfahldurchmesser d sowie der Achsabstand a der Pfähle werden angegeben.
- Der Bewehrungsabstand d_1 kann eingegeben werden.
- Betongüte und Stahlsorte können ausgewählt werden, indem die Liste durch Klick auf den rechts liegenden Pfeil aufgeklappt wird.
- die erforderliche Biegebewehrung und Schubbewehrung für den Pfahl werden ausgegeben
- die gewählten Bewehrungsdurchmesser sowie die Anzahl Stäbe für die Längsbewehrung und die Ganghöhe für die Schubbewehrung können ausgewählt werden. Ist mit den gewählten Werten die Bewehrung nicht ausreichend, wird jeweils der andere Wert (z.B. Durchmesser oder Anzahl) so angepasst, dass die erforderliche Bewehrung abgedeckt ist. Mehr Stäbe als erforderlich können konstruktiv gewählt werden, hier wird der Stabdurchmesser nicht verändert
- die "mind. eingelegte" Längsbewehrung wird für die [Querkraftbemessung nach Bender & Mark](#) benötigt, siehe die Beschreibung im gleichnamigen Kapitel. Hier kann zusätzlich eine Tiefe angegeben werden, ab oder bis zu der die geringere Bewehrung gilt. Wählt man in der Zeile "mind. eingelegt" den Stabdurchmesser neu aus der Liste aus, dann wird für die ab/bis zu dieser Tiefe erforderliche Bewehrung die erf. Anzahl Stäbe neu bestimmt.
- Für die Querkraftbemessung kann wahlweise die Druckstrebenneigung fest vorgegeben werden. Im Normalfall wird der günstigste Wert iteriert
- Zur Querkraftbemessung steht bei Bemessung nach Eurocode 2, SIA 262 oder DIN 1045-1 wahlweise das [konventionelle Verfahren](#) oder das nach [Bender & Mark](#) zur Verfügung. Der günstig wirkende Normalkrafteinfluss $\lambda * N$ kann wahlweise ausgeschaltet werden.



Wandabschnitt: Bohrpfahlwand, bis Tiefe 10.27 m

gerade Ausfachung
 gebogene Ausfachung

Schnittgrößen/Ankerkräfte aus Berechnung

Bohrpfahlwand | Anker | Gurtung

Ausdruck

Material | Berechnen | Schnittgrößen

Normalkraft ansetzen zu 100.00 %

Pfahl

d (m) 0.64 Pfahlabstand a (m) 2.00

d_1 (m) 0.10

Betongüte C20/25 Bewehrung 500 (B)

Längsbewehrung (cm ²)	d (mm)	Anzahl
erf. 13.40 gew. 16.09	16	8
mind. eingelegt (cm ²) 8.04	16	4

geringere Bewehrung ab Tiefe bis Tiefe [m]: 4.00

Querkraftbewehrung (cm ² /m)	d (mm)	Ganghöhe (cm)
erf. 5.40 gew. 6.71	8	15

Druckstrebenneigung vorgeben: Grad

Verfahren Querkraftbemessung

konventionell (b Nulllinie)
 nach Bender + Mark $\lambda * N$ verwenden

Gewölbe

Ausdruck

Abminderung H-Druck aus Eigengewicht Erde nach EB 47

Faktor H-Druck 1.00 Betongüte C20/25

Gewölbestich (m) 0.10 Neigungswinkel (Grad) 11.42

Gewölbedicke (m) 0.10 Gewölberadius (m) 5.05

erforderlich d_G (m) 0.02 Gewölbeschubkraft (kN/m) 185.22

Druckspannung (MN/m²): zul. 9.33 vorh. 1.85

Bemessung der Spritzbetonausfachung gebogen als Gewölbe

Es wird eine gebogene Ausfachung berechnet, die als Gewölbe trägt.

Folgende Daten können eingegeben werden:

- Abminderung H-Druck aus Eigengewicht Erde nach EB 47:
nach EAB EB 47 kann der H-Druck aus Eigengewicht und unbegrenzten Auflasten (ohne den Erddruck aus Blocklasten) auf 2/3 abgemindert werden, falls der Erddruck nicht umgelagert oder falls er in ein Dreieck umgelagert wurde. Es wird hiermit die Spitze der Belastung abgeschnitten. Bei anderen Umlagerungsfiguren wird der Faktor grundsätzlich auf 1.0 gesetzt.
- Faktor H-Druck:
die Belastung auf das System Einfeldträger kann über einen Faktor verändert werden
- Betongüte:
die Betongüte der Ausfachung kann aus einer Liste ausgewählt werden
- Gewölbestich f und Dicke des Gewölbes d_G :
Gewölbestich und Dicke können eingegeben werden.

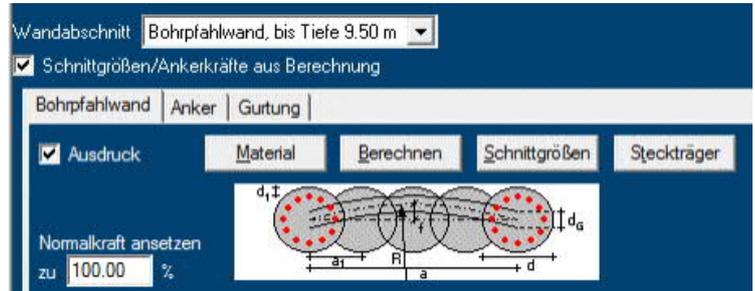
Aus den verfügbaren Maßen werden für das Gewölbe bestimmt:

- der Neigungswinkel φ des Gewölbes im Mittelpunkt der Pfähle
- der Gewölberadius
- die Gewölbeschubkraft nach Weißenbach: Baugruben Teil III, Kap. 7.1 als $H = q \cdot l^2 / (8 \cdot f) = \max. M / f$
- die erforderliche Gewölbedicke bei Einhaltung von zul. σ
- die vorhandene Druckspannung im Gewölbe
- die Sicherheit gegen Herausgleiten ergibt sich zusätzlich zu $\tan(45^\circ) / \tan \varphi$

Bemessung Steckträger

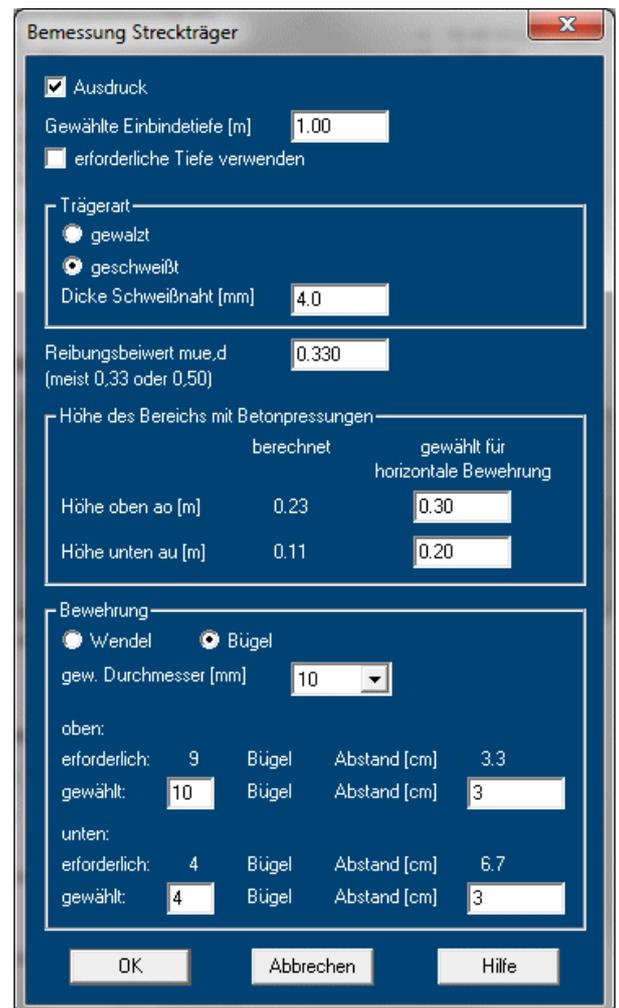
Falls oberhalb einer Bohrpfahlwand oder einer Schlitzwand ein Wandabschnitt Trägerbohlwand vorhanden ist, kann die Bemessung des Steckträgers durchgeführt werden.

Es steht dann auf der Seite für die Bohrpfahlwand- oder Schlitzwandbemessung eine zusätzliche Schaltfläche "Steckträger" zur Verfügung, wenn der entsprechende Wandabschnitt ausgewählt ist.



Bei Wahl der Schaltfläche "Steckträger" erscheint ein Dialog, in dem die folgenden Daten eingegeben werden können:

- Ausdruck: der Nachweis des Steckträgers kann ein- oder ausgeschaltet werden
- Gewählte Einbindetiefe: es kann eine Einbindetiefe des Steckträgers in den Bohrpfahl vorgegeben werden, wenn
- "erforderliche Tiefe verwenden" ausgeschaltet ist, ansonsten wird die erforderliche Einbindetiefe dargestellt und verwendet
- Trägerart: bei gewalzten Trägern ist der Ausrundungsradius bei den Parametern der I-Träger definiert. Für geschweißte Träger wird die Dicke der Schweißnaht (in der Winkelhalbierenden zwischen Steg und Flansch) d eingegeben und daraus der Radius $r = d \cdot \sqrt{2}$ bestimmt.
- Reibungsbeiwert $\mu_{e,d}$ (Bemessungswert): es wird meist ein Wert von 0.33 oder 0.50 verwendet.
- Höhe des Bereichs mit Betonpressungen: die Höhen der Spannungsbereiche am Trägerflansch als Parabel-Reckteck-Diagramm (siehe grafische Darstellung der Bemessung) oben an der Einspannstelle (a_0) und unten am Ende der Einbindetiefe (a_u) werden berechnet und angegeben. Für die Verteilung der horizontalen Bewehrung kann eine andere gewählte Höhe eingegeben werden.
- Bewehrung als Wendel oder Bügel: wahlweise kann eine Wendel über die gesamte Einbindetiefe oder Bügel im oberen und unteren Bereich verwendet werden (Wendel nur bei Bohrpfahlwand).
- gew. Durchmesser: Stabdurchmesser der Wendel oder Bügel
- erforderliche und gewählte Anzahl: nur bei Bügeln wird die Anzahl, die für die Aufnahme der Druckkräfte oben D_0 und unten D_u erforderlich ist, angegeben und es kann wahlweise eine höhere Anzahl gewählt werden. Diese Angaben sind bei Wendelbewehrung nicht vorhanden.
- erforderlicher und gewählter Abstand (für Bügel) oder Ganghöhe (für Wendel): der zulässige Abstand im gewählten Bewehrungsbereich wird angegeben (bei Wendel nur ein Abstand, bei Bügeln der Abstand für den oberen und unteren Bereich) und es kann wahlweise ein geringerer Abstand bzw. Ganghöhe gewählt werden.



Durchführung der Bemessung der Steckträgereinspannung

Die Bemessung der Steckträgereinspannung erfolgt nach:

Laumann, Mainz: Direkte Ermittlung der erforderlichen Einspanntiefe von I-förmigen Stahlquerschnitten in Betonkonstruktionen. Stahlbau 81 Heft 11, Ernst & Sohn 2012.

auf der Basis des früheren Aufsatzes:

Kindmann, Laumann: Erforderliche Einspanntiefe von Stahlstützen in Betonfundamenten. Stahlbau 74 Heft 8, Ernst & Sohn 2005.

Es werden drei Bemessungen durchgeführt:

Bestimmung der erforderlichen Einbindetiefe mit zugehörigen Druckkräften

Aus den Schnittgrößen an der Einspannstelle und den sich einstellenden Druckkräften D_o (oben) und D_u (unten) am Träger wird auf Basis der Grenzpressungen $\text{grenz } \sigma_c$ und der effektiven Trägerbreite b_{eff} die Druckkraft D_u bestimmt, mit der sich die minimale Einbindetiefe f ergibt.

Für die Herleitung der umfangreichen Formeln wird auf die oben genannte Literatur verwiesen.

Nachweis der Querbewehrung im Einbindebereich

Die Druckkräfte D_o und D_u müssen durch Querbewehrung (Wendel oder Bügel) aufgenommen werden. Abhängig vom gewählten Bewehrungsdurchmesser wird der erforderliche Stahlquerschnitt und damit Ganghöhe der Wendel bzw. Abstand und Anzahl der Bügel bestimmt.

Nachweis des Stahlträgers

Für die Tragfähigkeit des Stahlprofils werden drei Stellen nachgewiesen:

1. an der Einspannstelle an Oberkante des Bohrpfahls
2. an der Stelle $\text{max. } M$ innerhalb des oberen Druckbereichs
3. an der Stelle $\text{max. } V$ an Unterkante des oberen Druckbereichs

Gemäß der umfangreichen Formeln in o.g. Aufsatz, Tabelle 1, wird überprüft, ob die Berücksichtigung der Interaktion mit oder ohne Querkrafteinfluss und Normalkrafteinfluss zu erfolgen hat. Ist hier der Nachweis des Stahlprofils nicht erbracht, ist entweder die Einbindetiefe zu vergrößern oder ein stärkeres Profil zu verwenden.

Die Nachweise werden jeweils in der Ausgabe aufgeführt und die Geometrie einschl. Druckspannungen und Bewehrung grafisch dargestellt.

Im Nachweis werden die Höhen der Bereiche mit Betonpressungen und die gewählte Bewehrung als Bügel (zwei Abschnitte) oder als Wendel (durchgehend) dargestellt.

Bemessung Schlitzwand

Aus der Berechnung werden - wenn nicht ausgeschaltet - die maßgebenden Schnittgrößen

- maßg. max. M, zug. N und Q
- maßg. min. M, zug. N und Q
- maßg. max. Q, zug. N und M

aus allen Aushubzuständen und allen Lastfällen bestimmt. Maßgebend heißt hier, dass nicht nur z.B. der maximale und minimale Wert der Momentes bemessen wird.

Vielmehr wird über die ganze Wand die Stelle gesucht, für die sich z.B. bei einer Stahlbetonwand die maximale Bewehrung ergibt. In Abhängigkeit von der Normalkraft (z.B. überdrückter Querschnitt) kann das eine andere Stelle als die mit dem maximalen Biegemoment sein.

Gemäß Weißenbach: Baugruben Teil III, Kap. 7.4, werden bei Schlitzwänden mit mindestens 2 Anker oder Steifen die Stützmomente auf 85% abgemindert. Gleichzeitig mit der ersten Reduktion der Stützmomente auf 85% werden die Feldmomente um ein zwischen den angrenzenden Stützen interpoliertes ΔM erhöht.

Grundsätzlich wird in Bauzuständen eine Reduktion auf 85% vorgenommen, um die nach DIN 4124 zulässige verminderte Sicherheit von 1.50 anstatt 1.75 anzusetzen. Ob es sich um einen Bauzustand handelt, kann bei der Bemessung angegeben werden.

Folgende Daten können eingegeben werden:

- Betongüte der Schlitzwand und Stahlsorte der Bewehrung durch Auswahl aus der Liste, die durch Klick auf den rechts stehenden Pfeil ausgeklappt wird
- Dicke der Schlitzwand d sowie Betondeckung erdseitig c_o und luftseitig c_u
 $c_o + c_u$ muss kleiner als d sein. Wird die Dicke der Wand verändert, wird dies für die Wand in das System übertragen.
- Für die Querkraftbemessung kann wahlweise die Druckstrebenneigung fest vorgegeben werden. Im Normalfall wird der günstigste Wert iteriert.

Die erforderliche Bewehrung wird bestimmt

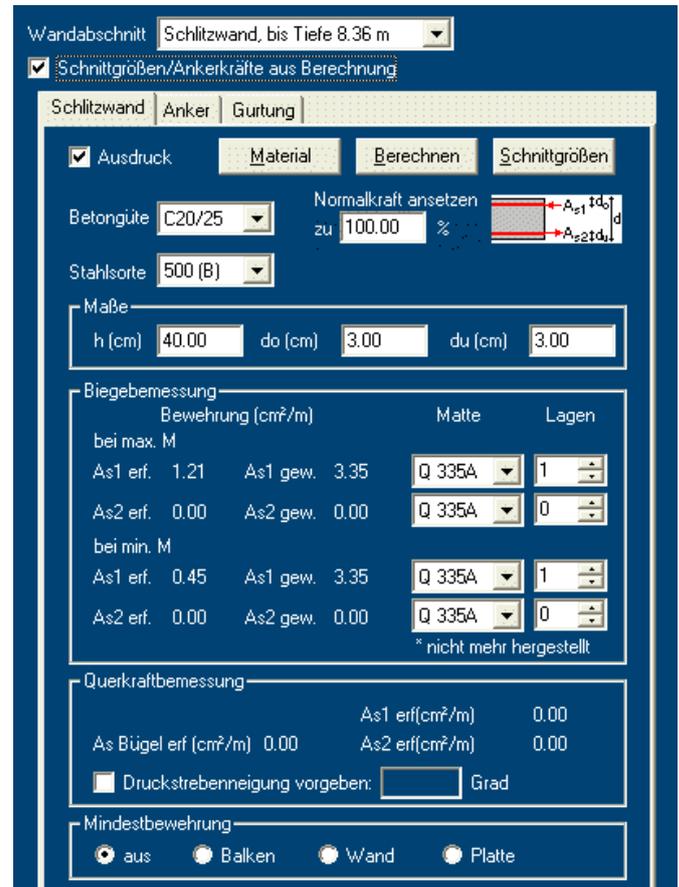
- für die Stellen maßg. max. M und min M mit zug. N die erforderliche Biegebewehrung A_{s1} (luftseitig) und A_{s2} (erdseitig). Betondehnung und Stahldehnung werden mit ausgegeben.
- für die Stelle maßg. max. Q mit zug. N und M die erforderliche Schubbewehrung $A_{sBügel}$ mit τ_{vorh} . Die zugehörige Biegebewehrung wird mit ausgegeben.

Zusätzlich wird eine abschnittsweise Bemessung über die Tiefe in einer Tabelle ausgegeben, so dass die Bewehrung gestaffelt werden kann.

Für die Stahlbetonbemessung kann eine negative Normalkraft (Druck) günstig wirken, bei sehr großem Druck jedoch ungünstig. Es wird deshalb zusätzlich untersucht, ob eine Bemessung mit 1.0-facher Normalkraft (ohne Sicherheitsbeiwert) zu einer höheren Bewehrung führt. Falls ja, wird dieser Fall als maßgebend ausgegeben und entsprechend markiert.

Bei der Biegebewehrung werden falls gewünscht die erforderlichen Matten eingestellt. Wenn möglich, wird die Mattenstärke so gewählt, dass eine Bewehrungslage ausreicht.

Über den Pfeil neben der Mattengröße kann eine andere Matte ausgewählt werden. Die erforderliche Anzahl wird entsprechend angepasst. Wird über die Pfeile nach oben und unten die Anzahl der Matten verändert, dann wird automatisch aus der gleichen Art (Q-, R-, K- oder N-Matte) die Mattengröße ausgewählt, für die die



Wandabschnitt: Schlitzwand, bis Tiefe 8.36 m

Schnittgrößen/Ankerkräfte aus Berechnung

Schlitzwand | Anker | Gurtung

Ausdruck Material Berechnen Schnittgrößen

Betongüte: C20/25 Normalkraft ansetzen zu: 100.00 %

Stahlsorte: 500 (B)

Maße: h (cm) 40.00 do (cm) 3.00 du (cm) 3.00

Biegebemessung		Matte		Lagen	
bei max. M					
As1 erf.	1.21	As1 gew.	3.35	Q 335A	1
As2 erf.	0.00	As2 gew.	0.00	Q 335A	0
bei min. M					
As1 erf.	0.45	As1 gew.	3.35	Q 335A	1
As2 erf.	0.00	As2 gew.	0.00	Q 335A	0

* nicht mehr hergestellt

Querkraftbemessung

As Bügel erf (cm ² /m)	0.00	As1 erf (cm ² /m)	0.00
		As2 erf (cm ² /m)	0.00

Druckstrebenneigung vorgeben: Grad

Mindestbewehrung

aus Balken Wand Platte

gegebene Anzahl ausreicht, um erf. A_s zu erreichen. Ist dies nicht möglich, wird die Anzahl entsprechend erhöht.

Zusätzlich kann in der Mattenliste „keine“ ausgewählt werden. Dann kann der Wert A_s gewählt direkt eingetragen werden. Wird auch hier nichts eingegeben, dann wird in der Ausgabe eine Zeile „gewählt: _____“ vorgegeben, in der ein Eintrag von Hand erfolgen kann. Ist keine Bewehrung erforderlich, entfällt die Ausgabe „gewählt:“.

Für die Mindestbewehrung kann gewählt werden, ob keine Mindestbewehrung angegeben werden soll (da evtl. für Bauwerke im Boden nicht erforderlich), oder ob die Schlitzwand für die Mindestbewehrung als Balken, als Wand oder als Platte angesehen werden soll. Es werden dann die entsprechenden Regelungen der eingestellten Bemessungsnorm verwendet.

Bitte beachten:

es kann von Hand eine größere Anzahl oder eine höhere Mattenstärke als erforderlich angegeben werden. Dieser Wert wird beibehalten, auch wenn sich bei Änderungen ein geringeres A_s ergeben würde, da möglicherweise eine bestimmte Mattengröße gewünscht ist. Eine Verminderung von Mattengröße oder -anzahl ist dann von Hand vorzunehmen. Nur wenn sich aus der Berechnung ein größeres als das gewählt A_s ergibt, werden Mattentyp und -anzahl automatisch neu auf einen ausreichenden Wert eingestellt.

Zur [Schubbemessung](#) nach DIN 1045-1 siehe das gleichnamige Kapitel.

Bemessung Spundwand

Für die Spundwand kann vorgegeben werden:

- **Stahlsorte:**

Die Stahlsorte der verwendeten Spundwandprofile kann ausgewählt werden, indem die Liste durch Klick auf den rechts stehenden Pfeil geöffnet wird.

- **Profil:**

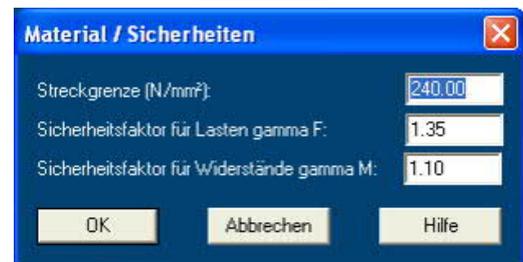
Aus allen für eine Spundwand zur Verfügung stehenden Profilen kann das gewünschte aus der Liste ausgewählt werden. Durch Klicken auf die Taste am rechten Rand des Feldes wird die Liste der Profile ausgeklappt. Die Eingabe zusätzlicher Profile oder die Veränderung der Querschnittswerte und Maße der vorhandenen Profile ist bei der [Wandeingabe](#) (z.B. durch Doppelklick auf die Baugrubenwand in der Systemeingabe) möglich, indem die Taste „Bearbeiten“ auf der Seite „Spundwand“ angeklickt wird.

- **Vorschlag:**

mit der Taste Vorschlag kann ein Profilvorschlag angefordert werden. Es wird das kleinste Spundwandprofil aus der momentan angewählten Gruppe (z.B. Larssen oder Arbed) eingestellt, bei dem die Nachweise alle erfüllt sind.



Für Sonderfälle kann über die Taste „Material“ die Streckgrenze des Stahls sowie die angesetzten Sicherheitsbeiwerte (siehe unten) verändert werden:



Bei Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten entfällt der Sicherheitsfaktor für Lasten, da er in den Schnittgrößen bereits enthalten ist.

Aus der Berechnung werden - wenn nicht ausgeschaltet - die maßgebenden Schnittgrößen

- maßg. max. M, zug. N und Q
- maßg. min. M, zug. N und Q
- maßg. max. Q, zug. N und M

aus allen Aushubzuständen und allen Lastfällen bestimmt. Maßgebend heißt hier, dass nicht nur z.B. der maximale und minimale Wert der Momentes bemessen wird. Vielmehr wird über die ganze Wand die Stelle gesucht, für die sich z.B. bei einer Stahlwand die maximale Ausnutzung ergibt. In Abhängigkeit von der Normalkraft (z.B. überdrückter Querschnitt) kann das eine andere Stelle als die mit dem maximalen Biegemoment sein.

Die Profilbemessung erfolgt mit dem Stahlnachweis nach DIN 18 800, Eurocode 3, SIA 263, BS 5950 oder IS 800. Zur Bemessung nach Eurocode 3 siehe Kapitel "[Stahl-Bemessung nach Eurocode 3](#)".

DC-Baugrube berechnet die Schnittgrößen für jeden Lastfall mit allen eingegebenen ständigen und Verkehrslasten. Es gelten daher bei Berechnung mit Globalsicherheit folgende Sicherheitsbeiwerte:

- für ständige Lasten: $\gamma_F = 1.35$
- für Verkehrslasten: $\psi \cdot \gamma_F = 1.35$
- für Widerstände: $\gamma_M = 1.10$

Die Bemessungsschnittgrößen, die um den Sicherheitsbeiwert erhöht wurden, werden in der Ausgabe angegeben. Bei der Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten sind die Sicherheiten bereits in den Schnittgrößen enthalten.

Wurde bei der Wanddefinition angegeben, dass die Spundwand als Doppelbohlen (d.h. mit verpresstem oder verschweißtem Schloss) eingebaut wird, dann werden die Steifigkeitswerte für den laufenden Meter Wand verwendet. Für Spundwände als Einzelbohlen werden die Werte für die Einzelbohle verwendet, umgerechnet auf einen Meter Wand, d.h. durch die Profilbreite dividiert.

Für das gewählte Profil werden die Querschnittswerte ausgegeben (Änderung bei der [Wandeingabe](#) unter „Bearbeiten“), die Streckgrenze der gewählten Stahlsorte, sowie die um den Sicherheitsbeiwert verminderten Widerstände.

Im Anschluss daran werden die Nachweise für Biegespannung, Schubspannung und Vergleichsspannung geführt, die Ausnutzung des Profils ($\sigma_{\text{vorh}}/\sigma_{\text{zul}}$) bestimmt und angegeben, ob der jeweilige Nachweis erfüllt ist.

Falls erforderlich (senkrechte Lasten auf die Wand oder vertikale Anteile von Ankerkräfte), wird zusätzlich der Knicknachweis geführt.

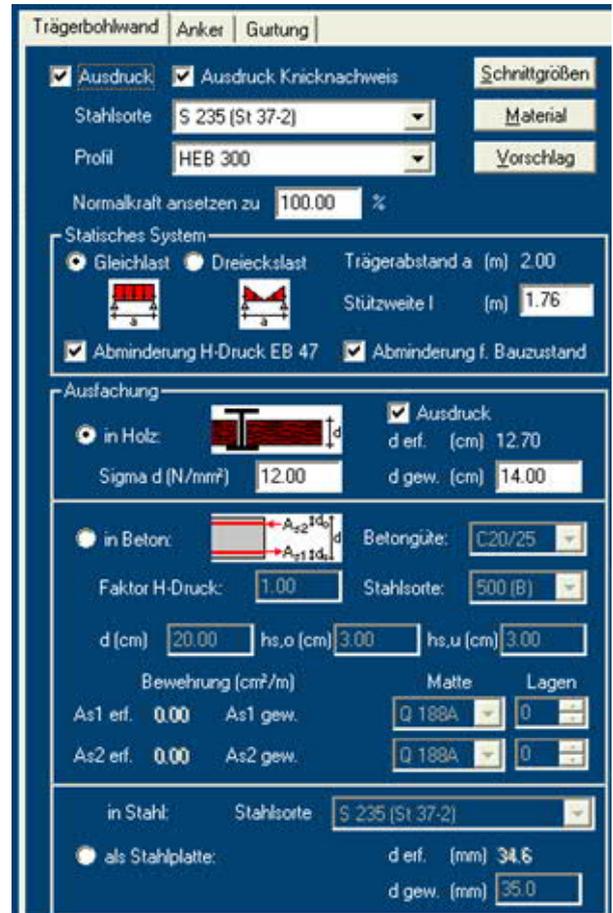
Bemessung Trägerbohlwand

Für eine Trägerbohlwand werden die Träger sowie wahlweise Holz- oder Betonausfachung bemessen:

Trägerbemessung

- **Stahlsorte:**
Die Stahlsorte der verwendeten Träger kann ausgewählt werden: St 37-2 oder St 52-3
- **Profil:**
Aus allen für eine Trägerbohlwand zur Verfügung stehenden Profilen kann das gewünschte aus der Liste ausgewählt werden. Durch Klicken auf die Taste am rechten Rand des Feldes wird die Liste der Profile ausgeklappt. Die Eingabe zusätzlicher Profile oder die Veränderung der Querschnittswerte der vorhandenen Profile ist bei der [Wandeingabe](#) (z.B. durch Doppelklick auf die Baugrubenwand in der Systemeingabe) möglich, indem die Taste „Bearbeiten“ auf der Seite „Trägerbohlwand“ angeklickt wird.
- **Vorschlag:**
mit der Taste Vorschlag kann ein Profilvertrag angefordert werden. Es wird das kleinste Profil aus der momentan angewählten Gruppe (z.B. HEB) eingestellt, bei dem die Nachweise alle erfüllt sind.

Für Sonderfälle kann über die Taste „Material“ die Streckgrenze des Stahls sowie die angesetzten Sicherheitsbeiwerte (siehe unten) verändert werden:



The screenshot shows the 'Trägerbohlwand' software interface with the following settings:

- Trägerbohlwand** | Anker | Gutung
- Ausdruck | Ausdruck: Knicknachweis | **Schnittgrößen**
- Stahlsorte: S 235 (St 37-2) | **Material**
- Profil: HEB 300 | **Vorschlag**
- Normalkraft ansetzen zu: 100.00 %
- Statisches System**
 - Gleichlast | Dreieckslast
 - Trägerabstand a (m): 2.00
 - Stützweite l (m): 1.76
 - Abminderung H-Druck EB 47 | Abminderung f. Bauzustand
- Ausfachung**
 - in Holz | Ausdruck
 - Sigma d (N/mm²): 12.00 | d erf. (cm): 12.70
 - d gew. (cm): 14.00
 - in Beton:
 - Betongüte: C20/25
 - Faktor H-Druck: 1.00
 - Stahlsorte: 500 (B)
 - d (cm): 20.00 | hs,o (cm): 3.00 | hs,u (cm): 3.00
 - Bewehrung (cm²/m):

	erf.	gew.	Matte	Lagen
As1	0.00		Q 188A	0
As2	0.00		Q 188A	0
 - in Stahl:
 - Stahlsorte: S 235 (St 37-2)
 - als Stahlplatte:
 - d erf. (mm): 34.6
 - d gew. (mm): 35.0

Bei Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten entfällt der Sicherheitsfaktor für Lasten, da er in den Schnittgrößen bereits enthalten ist.

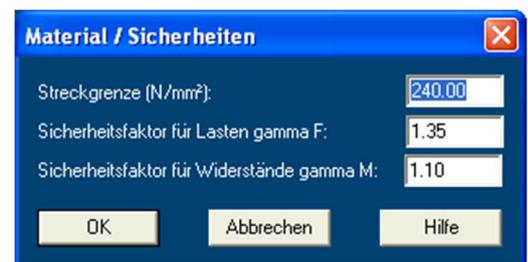
Aus der Berechnung werden - wenn nicht ausgeschaltet - die maßgebenden Schnittgrößen

- maßg. max. M, zug. N und Q
- maßg. min. M, zug. N und Q
- maßg. max. Q, zug. N und M

aus allen Aushubzuständen und allen Lastfällen bestimmt. Maßgebend heißt hier, dass nicht nur z.B. der maximale und minimale Wert der Momentes bemessen wird. Vielmehr wird über die ganze Wand die Stelle gesucht, für die sich z.B. bei einer Stahlwand die maximale Ausnutzung ergibt. In Abhängigkeit von der Normalkraft (z.B. überdrückter Querschnitt) kann das eine andere Stelle als die mit dem maximalen Biegemoment sein.

Bei Trägerbohlwänden mit mindestens einer Steife werden - ausser in Rückbauzuständen - die Querkräfte und Feldmomente gemäß EAB EB 13 wie folgt verändert, wenn Rechteckumlagerung angefordert wurde (H = Aushubtiefe, h = Höhe der ersten Steife über der Aushubsohle):

- bei einer Steife Erhöhung der Querkraft an der Stütze um H/h, Verminderung des Feldmomentes um h/H.
- bei zwei Steifen Erhöhung der Querkraft an der ersten Stütze um H/h, wenn die zweite Steife im unteren Drittel der Aushubtiefe liegt, Erhöhung der Querkraft an der zweiten Stütze um 30%, wenn die zweite Steife im mittleren Drittel der Aushubtiefe liegt
- bei drei oder mehr Steifen Erhöhung der Querkraft an den Stützen, die in der mittleren Hälfte der Aushubtiefe liegen, um 30%.



The 'Material / Sicherheiten' dialog box contains the following settings:

- Streckgrenze (N/mm²): 240.00
- Sicherheitsfaktor für Lasten gamma F: 1.35
- Sicherheitsfaktor für Widerstände gamma M: 1.10
- Buttons: OK, Abbrechen, Hilfe

Die Trägerbemessung erfolgt mit dem Stahlnachweis nach DIN 18 800, Eurocode 3, SIA 263, BS 5950 oder IS 800. Zur Bemessung nach Eurocode 3 siehe Kapitel "[Stahl-Bemessung nach Eurocode 3](#)".

DC-Baugrube berechnet die Schnittgrößen für jeden Lastfall mit allen eingegebenen ständigen und Verkehrslasten. Es gelten daher bei Berechnung mit Globalsicherheit folgende Sicherheitsbeiwerte:

- für ständige Lasten: $\gamma_F = 1.35$
- für Verkehrslasten: $\psi \cdot \gamma_F = 1.35$
- für Widerstände: $\gamma_M = 1.10$

Die Bemessungsschnittgrößen, die um den Sicherheitsbeiwert erhöht wurden, werden in der Ausgabe angegeben. Bei der Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten sind die Sicherheiten bereits in den Schnittgrößen enthalten.

Für das gewählte Profil werden die Querschnittswerte ausgegeben (Änderung bei der [Wandeingabe](#) unter „Bearbeiten“), die Streckgrenze der gewählten Stahlsorte, sowie die um den Sicherheitsbeiwert verminderten Widerstände.

Im Anschluss daran werden die Nachweise für Biegespannung, Schubspannung und Vergleichsspannung geführt, die Ausnutzung des Profils ($\sigma_{vorh}/\sigma_{zul}$) bestimmt und angegeben, ob der jeweilige Nachweis erfüllt ist.

Falls erforderlich (Senkrechte Lasten auf die Wand), wird zusätzlich der Knicknachweis geführt.

Zur Bemessung der Ausfachung siehe

Bemessung der Ausfachung – Allgemeines (unten)

[Bemessung der Ausfachung in Holz](#)

[Bemessung der Ausfachung in Beton](#)

[Bemessung der Ausfachung in Stahl](#)

Bemessung der Ausfachung - Allgemeines

- Gleichlast/Dreieckslast:
die Belastung der Ausfachung als Einfeldträger ist der maximale H-Druck aus Bodeneigengewicht, großflächigen Auflasten und begrenzten Auflasten, der bei der Wandberechnung angesetzt wird. Umlagerungen werden hierbei berücksichtigt. Die Last kann auf die Ausfachung entweder als konstante Streckenlast angesetzt werden oder - unter der Annahme, dass durch die Durchbiegung der Ausfachung mehr Last auf die Träger umgelagert wird - als Dreieckslast mit doppeltem Maximalwert am Auflager. Es ergeben sich damit um 1/3 günstigere Schnittgrößen
- Abminderung H-Druck aus Eigengewicht Erde nach EB 47:
nach EAB EB 47 kann der H-Druck aus Eigengewicht und unbegrenzten Auflasten (ohne den Erddruck aus Blocklasten) auf 2/3 abgemindert werden, falls der Erddruck nicht umgelagert oder falls er in ein Dreieck umgelagert wurde. Es wird hiermit die Spitze der Belastung abgeschnitten. Bei anderen Umlagerungsfiguren wird der Faktor grundsätzlich auf 1.0 gesetzt.
Bei Berechnung nach DIN 1054:2005 wird zusätzlich gemäß EAB, EB 47, das Biegemoment für die Bemessung der Ausfachung um 20% abgemindert, wenn der Erddruck nicht oder in ein Dreieck umgelagert wurde und wenn als Belastung auf die Ausfachung eine Gleichlast gewählt wurde, d.h. Lastumlagerungen nicht angesetzt werden.
- Trägerabstand a:
der Abstand der Bohlträger, der für die Berechnung angesetzt wurde, wird angegeben
- Stützweite l:
die Stützweite, die für das statische System Einfeldträger angesetzt wird, ist geringer als der Trägerabstand, da die Bohlen bzw. der Beton auf den Flanschen der Träger aufliegt.
Nach Weißenbach, Baugruben Teil III, Kap. 7.1 wird für die Stützweite standardmäßig $a - 4/5 \cdot b$ (a = Trägerabstand, b = Trägerbreite) verwendet. Die Stützweite kann von Hand verändert werden, muss jedoch $\leq a$ sein.

Bemessung der Ausfachung in Holz

- **Sigma d:**
der Bemessungswert des Materialwiderstands $\sigma_{m,d}$ für Holz wird abhängig von der gewählten Holzklasse, z.B. C 24, vorgeschlagen und kann verändert werden.
- **d erf.:**
aus dem Spannungsnachweis
 $\sigma = \max. M / W = \text{zul. } \sigma$
 $M = q \cdot l^2 / 8$ (Rechtecklast) bzw. $M = q \cdot l^2 / 24$ (Dreieckslast)
 $W = 1m \cdot d^2 / 6$
wird die erforderliche Dicke der Holzausfachung bestimmt.

Es wird berücksichtigt, dass gemäß DIN EN 1995-1-1, 6.1.5 (1) die wirksame Kontaktfläche b_t (gemäß Weissenbach: Baugruben III) um 30 mm, aber maximal auf den doppelten Wert erhöht werden kann. Zusätzlich wird der Bemessungswiderstand nach DIN EN 1995-1-1, 6.1.5 (4) mit dem Faktor $k_{c,90} = 1.5$ erhöht:

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}$$

Zusätzlich wird der Schubnachweis für Holz bestimmt mit

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

mit $\tau = 1.5 \cdot Q/A$ für einen Rechteckquerschnitt.

und geht in die erforderliche Dicke der Ausfachung mit ein.

- **d gew.:**
für die gewählte Dicke wird die erforderliche Dicke auf eine gerade Anzahl von cm aufgerundet (z.B. erforderlich 6.5 cm → gewählt 8.0 cm). Ein größerer Wert kann eingegeben werden und wird dann beibehalten, wenn nicht durch Änderung des Systems ein größerer als der gewählte Wert erforderlich wird.

Bemessung der Ausfachung in Beton

- **Belastung:**
das maximale Moment für die Bemessung ergibt sich bei einer Gesamtlast q zu
 $M = q \cdot l^2 / 8$
Ist die statische Höhe $h = d - c_u$ geringer als 10 cm, wird nach DIN 1045 das Moment um den Faktor $15 / (h + 5)$ erhöht.
Grundsätzlich wird in Bauzuständen eine Reduktion der Schnittgrößen auf 85% vorgenommen, um die nach DIN 4124 zulässige verminderte Sicherheit von 1.50 anstatt 1.75 anzusetzen. Ob es sich um einen Bauzustand handelt, kann bei der Bemessung angegeben werden.
- **Betongüte:**
die Betongüte der Ausfachung kann aus der Liste ausgewählt werden, die durch Klick auf die Taste neben der aktuellen Betongüte erscheint.
- **Stahlsorte:**
für den Bewehrungsstahl kann die Stahlsorte St 420 oder St 500 gewählt werden
- **Faktor H-Druck:**
die Belastung auf das System Einfeldträger kann über einen Faktor verändert werden
- **d, c_o , c_u :**
die Dicke der Ausfachung, die Betondeckung c_o erdseitig und c_u luftseitig werden eingegeben. d muss kleiner als die Trägerhöhe sein, $c_o + c_u$ kleiner als d .
- **Bewehrung:**
es wird die erforderliche Bewehrung A_{s1} erdseitig und A_{s2} luftseitig bestimmt und standardmäßig die erforderlichen Matten eingestellt. Wenn möglich, wird die Mattenstärke so gewählt, dass eine Bewehrungslage ausreicht.
Über den Pfeil neben der Mattengröße kann eine andere Matte ausgewählt werden.
Die erforderliche Anzahl wird entsprechend angepasst. Wird über die Pfeile nach oben und unten die Anzahl der Matten verändert, dann wird automatisch aus der gleichen Art (Q-, R-, K- oder N-Matte) die Mattengröße ausgewählt, für die die gegebene Anzahl ausreicht, um erf. A_s zu erreichen. Ist dies nicht möglich, wird die Anzahl entsprechend erhöht.
Zusätzlich kann in der Mattenliste „keine“ ausgewählt werden. Dann kann der Wert A_s gewählt direkt eingetragen werden. Wird auch hier nichts eingegeben, dann wird in der Ausgabe eine Zeile „gewählt: _____“ vorgegeben, in der ein Eintrag von Hand erfolgen kann. Ist keine Bewehrung erforderlich, entfällt die Ausgabe „gewählt:“.

Bitte beachten:

es kann von Hand eine größere Anzahl oder eine höhere Mattenstärke als erforderlich angegeben werden. Dieser Wert wird beibehalten, auch wenn sich bei Änderungen ein geringeres A_s ergeben würde, da möglicherweise eine bestimmte Mattengröße gewünscht ist. Eine Verminderung von Mattengröße oder -anzahl ist dann von Hand vorzunehmen. Nur wenn sich aus der Berechnung ein größeres als das gewählt A_s ergibt, werden Mattentyp und -anzahl automatisch neu auf einen ausreichenden Wert eingestellt.

Bemessung der Ausfachung in Stahl

Wird für die Ausfachung eine Stahlplatte gewählt, kann die gewünschte Stahlsorte ausgewählt werden.

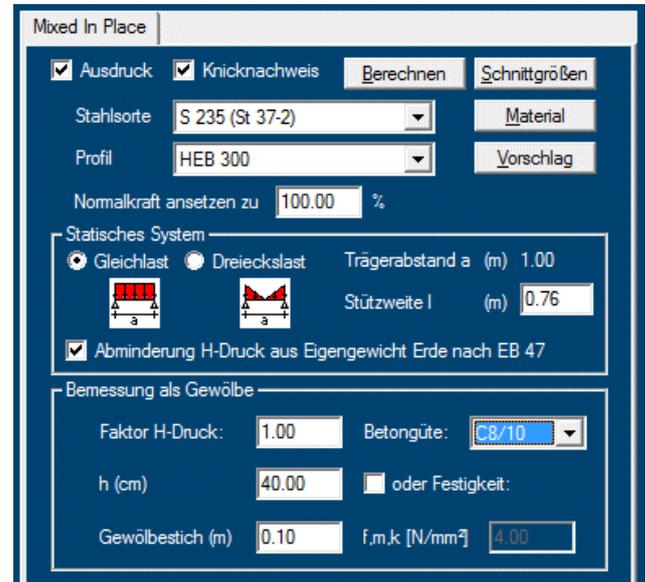
Daraus wird die erforderliche Dicke der Stahlplatte in mm bestimmt und angegeben. Die gewählte Dicke kann eingegeben werden und muss mindestens so groß wie die erforderliche Dicke sein.

Bemessung MIP (Mixed In Place)

Eine MIP-Wand wird in DC-Baugrube behandelt wie eine Trägerbohlwand mit Betonausfachung. Die Dicke des Betonkörpers ist bei MIP größer als die Trägerhöhe. Die Ausfachung stützt sich auf einer Seite (Luftseite) auf die Trägerflansche ab, kann auf der anderen Seite (Erdseite) aber die volle Stärke des Wandkörpers nutzen. Die verfügbare Dicke der Ausfachung ist deshalb $1/2 \cdot \text{Trägerhöhe} + 1/2 \cdot \text{Wanddicke}$.

Trägerbemessung

- **Stahlsorte:**
Die Stahlsorte der verwendeten Träger kann ausgewählt werden: St 37-2 oder St 52-3
- **Profil:**
Aus allen für eine MIP-Wand zur Verfügung stehenden Profilen kann das gewünschte aus der Liste ausgewählt werden. Durch Klicken auf die Taste am rechten Rand des Feldes wird die Liste der Profile ausgeklappt. Die Eingabe zusätzlicher Profile oder die Veränderung der Querschnittswerte der vorhandenen Profile ist bei der [Wandeingabe](#) (z.B. durch Doppelklick auf die Baugrubenwand in der Systemeingabe) möglich, indem die Taste „Bearbeiten“ auf der Seite „Mixed In Place“ angeklickt wird.
- **Vorschlag:**
mit der Taste Vorschlag kann ein Profilvorschlag angefordert werden. Es wird das kleinste Profil aus der momentan angewählten Gruppe (z.B. HEB) eingestellt, bei dem die Nachweise alle erfüllt sind.



Für Sonderfälle kann über die Taste „Material“ die Streckgrenze des Stahls sowie die angesetzten Sicherheitsbeiwerte (siehe unten) verändert werden:

Bei Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten entfällt der Sicherheitsfaktor für Lasten, da er in den Schnittgrößen bereits enthalten ist.

Aus der Berechnung werden - wenn nicht ausgeschaltet - die maßgebenden Schnittgrößen

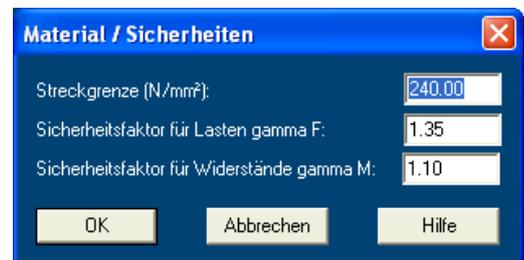
- maßg. max. M, zug. N und Q
- maßg. min. M, zug. N und Q
- maßg. max. Q, zug. N und M

aus allen Aushubzuständen und allen Lastfällen bestimmt. Maßgebend heißt hier, dass nicht nur z.B. der maximale und minimale Wert der Momentes bemessen wird. Vielmehr wird über die ganze Wand die Stelle gesucht, für die sich z.B. bei einer Stahlwand die maximale Ausnutzung ergibt. In Abhängigkeit von der Normalkraft (z.B. überdrückter Querschnitt) kann das eine andere Stelle als die mit dem maximalen Biegemoment sein.

Die Trägerbemessung erfolgt mit dem Stahlnachweis nach DIN 18 800.

DC-Baugrube berechnet die Schnittgrößen für jeden Lastfall mit allen eingegebenen ständigen und Verkehrslasten. Es gelten daher bei Berechnung mit Globalsicherheit folgende Sicherheitsbeiwerte:

- für ständige Lasten: $\gamma_F = 1.35$
- für Verkehrslasten: $\psi \cdot \gamma_F = 1.35$
- für Widerstände: $\gamma_M = 1.10$



Die Bemessungsschnittgrößen, die um den Sicherheitsbeiwert erhöht wurden, werden in der Ausgabe angegeben. Bei der Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten sind die Sicherheiten bereits in den Schnittgrößen enthalten.

Für das gewählte Profil werden die Querschnittswerte ausgegeben (Änderung bei der [Wandeingabe](#) unter „Bearbeiten“), die Streckgrenze der gewählten Stahlsorte, sowie die um den Sicherheitsbeiwert verminderten Widerstände.

Im Anschluss daran werden die Nachweise für Biegespannung, Schubspannung und Vergleichsspannung geführt, die Ausnutzung des Profils ($\sigma_{\text{vorh}}/\sigma_{\text{zul}}$) bestimmt und angegeben, ob der jeweilige Nachweis erfüllt ist.

Bemessung der Betonausfachung

Für die Ausfachung wird der Betonanteil innerhalb der Träger angesetzt. Die Ausfachung wird als Gewölbe mit unbewehrtem Beton bemessen. Im Unterschied zur Trägerbohlwand geht die „Ausfachung“ bis zum Wandende, d.h. als Belastung kann auch der passive Erddruck von der Baugrubenseite her angreifen. Folgende Daten können eingegeben werden:

- Gleichlast/Dreieckslast:
die Belastung der Ausfachung als Einfeldträger ist der maximale H-Druck aus Bodeneigengewicht, großflächigen Auflasten und begrenzten Auflasten, der bei der Wandberechnung angesetzt wird. Umlagerungen werden hierbei berücksichtigt. Die Last kann auf die Ausfachung entweder als konstante Streckenlast angesetzt werden oder - unter der Annahme, dass mehr Last auf die Träger umgelagert wird - als Dreieckslast mit doppeltem Maximalwert am Auflager. Es ergeben sich damit um 1/3 günstigere Schnittgrößen
- Abminderung H-Druck aus Eigengewicht Erde nach EB 47:
nach EAB EB 47 kann der H-Druck aus Eigengewicht und unbegrenzten Auflasten (ohne den Erddruck aus Blocklasten) auf 2/3 abgemindert werden, falls der Erddruck nicht umgelagert oder falls er in ein Dreieck umgelagert wurde. Es wird hiermit die Spitze der Belastung abgeschnitten. Bei anderen Umlagerungsfiguren wird der Faktor grundsätzlich auf 1.0 gesetzt.
- Trägerabstand a:
der Abstand der Bohlträger, der für die Berechnung angesetzt wurde, wird angegeben
- Stützweite l:
die Stützweite, die für das statische System Einfeldträger angesetzt wird, ist geringer als der Trägerabstand, da der Beton sich auf den Flanschen der Träger abstützt.
Analog Weißenbach, Baugruben Teil III, Kap. 7.1 wird für die Stützweite standardmäßig $a - 4/5 \cdot b$ (a = Trägerabstand, b = Trägerbreite) verwendet. Die Stützweite kann von Hand verändert werden, muss jedoch $\leq a$ sein.
- Belastung:
das maximale Moment für die Bemessung ergibt sich bei einer Gesamtlast q zu
 $M = q \cdot l^2 / 8$
Ist die statische Höhe $h = d - c_u$ geringer als 10 cm, wird nach DIN 1045 das Moment um den Faktor $15/(h+5)$ erhöht.
- Betongüte:
die Betongüte der Ausfachung kann aus der Liste ausgewählt werden, die durch Klick auf die Taste neben der aktuellen Betongüte erscheint.
- Wahlweise kann die charakteristische Festigkeit $f_{m,k}$ gemäß den aktuellen Zulassungen frei eingegeben werden. Es werden dann automatisch die dort angegebenen Sicherheitsbeiwerte und Faktoren (z.B. nur der 0.7-fache Wert) eingerechnet.
- Stahlsorte:
für den Bewehrungsstahl kann die Stahlsorte St 420 oder St 500 gewählt werden
- Faktor H-Druck:
die Belastung auf das System Einfeldträger kann über einen Faktor verändert werden

- Dicke der Betonwand h:
die Dicke der Betonwand wird eingegeben.
- Gewölbbestich:
die Höhe des Gewölbbestichs innerhalb der Dicke der Wand kann vorgegeben werden. Abhängig von diesem Wert wird die Bemessung des Gewölbes durchgeführt.

Querkraftbemessung nach DIN 1045-1 und EC 2

Die Querkraftbemessung nach DIN 1045-1 (Einstellung siehe Projekt – Parameter) wird nach Kap. 10.3.3 und 10.3.4 durchgeführt, analog mit leicht geänderten Parametern nach Eurocode 2 mit dem jeweiligen Nationalen Anhang.

Nach Kap. 10.3.3 ist keine Schubbewehrung erforderlich, wenn der Bemessungswert der Querkraft unterhalb von $V_{Rd,ct}$ liegt:

$$V_{Rd,ct} = \left[0.10 * \kappa * \eta_1 * (100 \rho_1 * f_{ck})^{1/3} - 0.12 * \sigma_{cd} \right] * b_w * d$$

$$\kappa = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0$$

$$\eta_1 = 1.0$$

f_{ck} = charakteristische Betonfestigkeit

σ_{cd} = Bemessungswert der Betonlängsspannung = $N^* \gamma_E / A_C$ (Druck negativ)

b_w = wirksame Breite aus der Biegebemessung in mm

d = statische Nutzhöhe der Biegebewehrung in mm

Andernfalls wird nach Kap. 10.3.4 die Druckstrebenneigung θ so iteriert, dass sich eine minimale Schubbewehrung ergibt.

Die Druckstrebenneigung muss im folgenden Bereich liegen:

$$0.58 \leq \cot \theta \leq \frac{1.2 - 1.4 * \sigma_{cd} / f_{cd}}{1 - V_{Rd,c} / V_{Ed}} \leq 3.0$$

f_{cd} = Bemessungswert der Betonfestigkeit = $0.85 * f_{ck} / \gamma_C$

V_{Ed} = Bemessungswert der Querkraft = $Q^* \gamma_E$

$$V_{Rd,c} = \beta_{ct} * 0.10 * \eta_1 * f_{ck}^{1/3} \left(1 + 1.2 \frac{\sigma_{cd}}{f_{cd}} \right) * b_w * z$$

$$\beta_{ct} = 2.4$$

z = Hebelarm der inneren Kräfte

Die Druckstrebenneigung wird so bestimmt, dass der Bemessungswert der maximalen Querkrafttragfähigkeit $V_{Rd,max}$ mindestens dem Bemessungswert der Querkraft V_{Ed} entspricht:

$$V_{Rd,max} = \frac{b_w * z * \alpha_c * f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta}$$

$$\alpha_c = 0.75 * \eta_1$$

Die Schubbewehrung bestimmt sich dann zu

$$a_{ss} = \frac{V_{Ed}}{f_{yd} * z * \cot \theta}$$

f_{yd} = Bemessungswert der Stahlfestigkeit = $f_{yk} * \gamma_s$

Bei Balken (d.h. hier bei Bohrpfählen, nicht bei Schlitzwänden) ist zusätzlich eine Mindest-Schubbewehrung nach Kap. 13.2.3 einzuhalten von

$$a_{ss, \min} = \min. \rho_w * b$$

min. $\rho_w = 1.0 * \rho$ nach Tab. 29

b = d bei Bohrpfählen

Die wirksame Breite beim einem Kreisquerschnitt (Bohrpfahl) ist die Breite der Nulllinie, falls diese im Querschnitt liegt. Andernfalls wird der Mindestwert aus der Querschnittsbreite auf Höhe der Druck- und der Zugkraft verwendet. Liegt keine Druckkraft vor, dann wird die Breite eines Quadrates mit gleicher Fläche wie der Kreis verwendet.

Der Hebelarm der inneren Kräfte z wird im Normalfall aus der Biegebemessung bestimmt (Abstand der resultierenden Betondruckkraft und der resultierenden Stahlzugkraft). Falls hier kein sinnvoller Wert vorhanden ist (z.B. Querschnitt voll überdrückt), wird ein flächengleiches Ersatzquadrat zu $D' = D - d_1$ (Durchmesser - Randabstand der Bewehrungsachse) bestimmt. Dessen Kantenlänge $a = 0.886 * D'$.

Daraus ergibt sich $z = 0.9 * a$.

Als Mindestwert von z wird $z_{Einb} = (D - 2 * d_1) / \sqrt{2}$ bestimmt. Ist $z_{Einb} > z$ aus den obigen Abschnitten, wird z_{Einb} verwendet.

Schließlich wird z begrenzt auf $0.89 * (D - 2 * d_1)$ bzw. $0.89 * (D - d_1 - 3 \text{ cm})$. Der größere Wert ist maßgebend. Dies entspricht der Grenze für z bei Schubbemessung aus DIN 1045-1, 10.3.4 (2) bzw. EC 2-NA-D. Der Wert 0.89 ergibt sich wieder aus der Ermittlung des Ersatzquadrats.

Mindest-Querkraftbewehrung für Schlitzwände

Schlitzwände sind Wände mit überwiegender Biegung senkrecht zu ihrer Ebene. Damit gelten nach Abschnitt DIN 1045-1, 13.7.1 die Regeln für Platten. Da eine Schlitzwand als „unendlich breiter“ Rechteckquerschnitt angesetzt wird, ist $b/h > 5$ und damit in Bereichen ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung ($V_{Ed} \leq V_{Rd,ct}$) nach Abschnitt 13.3.3 (2) auch keine Mindestbewehrung für Querkraft erforderlich. Ist rechnerisch eine Querkraftbewehrung erforderlich, dann kann für $b/h > 5$ ein Faktor 0.6 angesetzt werden. Die Mindestbewehrung ist dann

$$a_{sw} = 0.6 * \rho * b$$

mit ρ nach Tabelle 29 ($\rho = 0.16 * f_{ctm} / f_{yk}$) und $b = 1.0 \text{ m}$ (Bewehrung je m Wand).

Querkraftbemessung nach Bender & Mark

Für die Querkraftbemessung von Kreisquerschnitten wurde von Bender & Mark ein Verfahren entwickelt, das veröffentlicht wurde in:

- Bautechnik 2/2006
- Bautechnik 5/2006
- Betonkalender 2008
- Dissertation Michél Bender, Ruhr-Universität Bochum 2009
- Beton- und Stahlbetonbau 7/2010 [1]
- In EA-Pfähle, 2. Auflage 2012, wird in Kapitel 5.10.1 auf dieses Verfahren verwiesen

Das Verfahren nach Bender & Mark wird wie folgt angewandt:

- Es wird ein sogenannter Wirksamkeitsfaktor α_K eingeführt. Der untere Grenzwert beträgt $\alpha_K = 0.72$, sofern kein genauere Nachweis geführt wird. In DC-Baugrube wird der in [1] vorgeschlagene Mittelwert $\alpha_K = 0.75$ benutzt.
- Anstatt des z.B. von EC 2 oder DIN 1045-1 bekannten „Fachwerkmodells mit Rissreibung“ (siehe [1], Abschn. 3.1) wird das von Bender & Mark in [1], Abschn. 3.2 eingeführte „Fachwerkmodell mit additivem Betontraganteil“ verwendet.

- Die Druckstrebenneigung ϑ wird daher anders als üblich als „Schubrisswinkel β_R “ ermittelt:

$$\cot \vartheta = \cot \beta_R = 1.2 - 1.4 * \sigma_{td} / f_{td}$$

- Der max. Druckstrebenwiderstand (hier mit der aus DIN1045-1 bekannten Bezeichnung benannt) ergibt sich demnach zu:

$$V_{Rd,max} = \alpha_K * b_w * z * factor * f_{cd} * \cot \vartheta / [(\cot \vartheta + \cot \alpha)^2 + 1]$$

mit:

$b_w = D$ (Durchmesser des Betonquerschnitts)

$\cot \vartheta = \cot \beta_R$

factor = normabhängiger Faktor: DIN 1045-1 = α_c , EC2: $\alpha_c * \eta_1$, SIA: k_c

- Die Gesamttragfähigkeit der Zugstrebe setzt sich zusammen aus dem Widerstand der Querkraftbewehrung für $\vartheta = \beta_R$ und der Querkrafttragfähigkeit eines Bauteils ohne Querkraftbewehrung ($V_{Rd,ct}$). Falls Druck-Normalkräfte vorhanden sind, kann ggf. die Tragfähigkeit durch „Sprengwerkneigung“ V_N erhöht werden.

$$V_{Rd,y} = V_{Rd,y}(\vartheta = \beta_R) + V_{Rd,ct} + V_N$$

- Dabei ist

$$V_{Rd,ct} = \frac{0.216}{\gamma_c} * k * (100 * \rho_1)^{0.42} * f_{ct}^{1/3} * b_{eff} * z$$

mit: $b_{eff} = 0.9 * D$

$\rho_1 = 0.5 * A_{s,tot} / A_c$

Der Wert $V_{Rd,ct}$ ist von der Längsbewehrung $A_{s,tot}$ abhängig. Um eine Staffelungsmöglichkeit für die Längsbewehrung zu erlauben, gibt es daher in der Eingabe für die Bemessung eine Eingabemöglichkeit für „mind. eingelegte“ Längsbewehrung mit Angabe, ab oder bis zu welcher Tiefe diese geringere Bewehrung gilt. Der hier eingegebene Wert ist für das $A_{s,tot}$ in den o.g. Formeln maßgebend und beeinflusst somit die erforderliche Schubbewehrung nach Bender & Mark direkt.

- Bei der Bemessung nach Bender & Mark wird der maßgebende Bemessungswert der Querkraft (V_{Ed}) um den Wert $V_{Rd,ct}$ vermindert:

$$V_{Res} = V_{Ed} - V_{Rd,ct}$$

und aus dieser reduzierten Querkraft die erforderliche Schubbewehrung ermittelt:

$$A_{s,w} = \frac{V_{Res}}{z * f_{yd} * c_{tk} * \cot \vartheta}$$

- Die Mindestschubbewehrung wird wie üblich (je nach Norm) ermittelt, mit dem Unterschied, dass als maßgebende Breite der Wert $b_w = 0.9 * D$ verwendet wird.
- Sofern die Option „lambda*N verwenden“ (siehe Eingabefenster der Bemessung) aktiviert ist, wird (sofern an der für die Querkraftbemessung maßgebenden Stelle eine Drucknormalkraft vorhanden ist) die Erhöhung der Tragfähigkeit aus Sprengwerkneigung ermittelt:

$$V_N = \lambda * N$$

(Druckkraft positiv)

Die für die Ermittlung der Schubbewehrung maßgebende Kraft (V_{Res} , siehe oben) wird dann ggf. um diesen Wert weiter vermindert:

$$V_{Rd,t} \rightarrow V_{Rd,t} - V_N$$

- Die Grundlagen für die Ermittlung der Sprengwerkneigung λ sind in [1] für einfache Fälle beschrieben. In DC-Baugrube wird λ für die maßgebende Stelle der Querkraftbemessung ermittelt. Bei der abschnittswisen Bemessung wird die Verminderung der erforderlichen Schubbewehrung nur für den maßgebenden Bereich durchgeführt und entsprechend im Ausdruck markiert. Für die Normalkraft N wird hierbei der tatsächliche Bemessungswert der Normalkraft verwendet. Der Wert λ sollte immer auf Plausibilität geprüft werden und im Zweifelsfall die Option „lambda*N verwenden“ nicht gewählt werden. Bei Zug-Normalkräften im Querschnitt hat die Option „lambda*N verwenden“ keine Auswirkung.

Bemessung Anker

Die Seite „Anker“ erscheint nur, wenn im System Ankerlagen eingegeben wurden. Steifen werden hier nicht berücksichtigt.

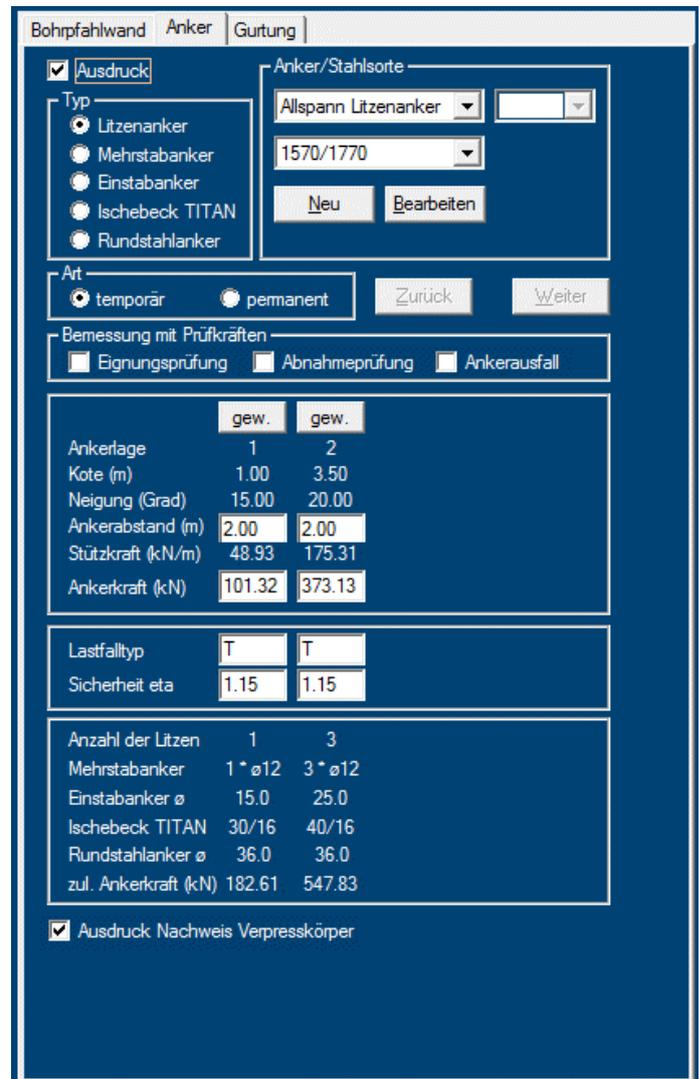
Falls nicht unter „Schnittgrößen/Ankerkräfte aus Berechnung“ ausgeschaltet, werden die maximalen Ankerkräfte aus allen Aushubzuständen und Lastfällen automatisch aus der Berechnung übernommen.

Zunächst kann vorgegeben werden:

- Der Typ der zu verwendenden Anker:
Litzenanker, Mehrstabanker, Einstabanker oder Ischebeck TITAN
- Der gewünschte Anker (Name) aus einer Liste der vorhandenen Anker. Zur Definition eigener Anker siehe Kapitel [Bemessung Ankerdefinition](#).
- Je nach ausgewähltem Anker werden die verfügbaren Stahlsorten in einer Liste angegeben, aus der die gewünschte Stahlsorte ausgewählt werden kann (eigene Definitionen siehe [Bemessung Ankerdefinition](#)).
- Bei Mehrstabankern zusätzlich der Ankerdurchmesser (zur Eingabe zusätzlicher Durchmesser siehe ebenfalls Kapitel [Bemessung Ankerdefinition](#)). Bei Einstabankern ist kein Durchmesser vorzugeben, da aus der Ankerkraft und den verfügbaren Durchmessern der erforderliche bestimmt wird. Bei Mehrstabankern ist das Bemessungsergebnis die Anzahl der Stäbe, so dass der Durchmesser des zu verwendenden Stabes anzugeben ist.
- Die Art der zu verwendenden Anker: Temporär- oder Permanentanker. In Abhängigkeit von der Ankerart bestimmt sich die erforderliche Sicherheit η (siehe unten).
- Wahlweise können die Anker mit Prüfkräften bemessen werden, für Abnahme- und/oder Eignungsprüfung. In diesem Fall ist eine Bemessungskraft von $1.1 \cdot A_d$ nachzuweisen. Zusätzlich ist eine Bemessung auf Ankerausfall möglich. Gemäß EAB, EB 86, ist hierfür eine Bemessungskraft von $1.5 \cdot A_k$ anzusetzen. Bei Litzenankern ist bei mindestens 4 Litzen der Nachweis gegen Ausfall mit reduzierten Sicherheiten erfüllt, bei einer oder zwei Litzen ist eine Litze mehr vorzusehen.

Es sind nach DIN 1054:2010 bzw. EAB EB 86 folgende Ankerkräfte nachzuweisen:

- reine Ankerkraft aus der Berechnung: $A_d \leq A_t \cdot f_{t,0.1,k} / \gamma_M$ bzw. $\leq A_t \cdot f_{t,0.2,k} / \gamma_M$
- Prüfkräfte: $1.1 \cdot A_d \leq 0.80 \cdot A_t \cdot f_{t,k}$ und $1.1 \cdot A_d \leq 0.95 \cdot A_t \cdot f_{t,0.1,k}$ bzw. $0.95 \cdot A_t \cdot f_{t,0.2,k}$
- Ankerausfall: $1.5 \cdot A_k \leq 0.80 \cdot A_t \cdot f_{t,k}$ bzw. $\leq 0.95 \cdot A_t \cdot f_{t,0.1,k}$ bzw. $0.95 \cdot A_t \cdot f_{t,0.2,k}$ (hier Vergleich mit den Prüfkräften, da sich die Regelung nach EAB, EB 86 auf die Abnahmeprüfung bezieht)



	gew.	gew.
Ankerlage	1	2
Kote (m)	1.00	3.50
Neigung (Grad)	15.00	20.00
Ankerabstand (m)	2.00	2.00
Stützkraft (kN/m)	48.93	175.31
Ankerkraft (kN)	101.32	373.13

Lastfalltyp	T	T
Sicherheit eta	1.15	1.15

Anzahl der Litzen	1	3
Mehrstabanker	1 * \varnothing 12	3 * \varnothing 12
Einstabanker \varnothing	15.0	25.0
Ischebeck TITAN	30/16	40/16
Rundstahlanker \varnothing	36.0	36.0
zul. Ankerkraft (kN)	182.61	547.83

mit

A_k = charakteristische Ankerkraft aus der Berechnung

A_d = Bemessungswert der Ankerkraft aus der Berechnung

A_t = Querschnitt des Ankerstahls

$f_{t,0.1,k}$ = für Spannstahl die char. Spannung bei 0.1% bleibender Dehnung

$f_{t,0.2,k}$ = für Betonstahl die char. Spannung bei 0.2% bleibender Dehnung

$f_{t,k}$ = char. Zugfestigkeit des Ankerstahls

γ_M = Material-Sicherheitsbeiwert für den Ankerstahl

Anschließend werden je Ankerlage die verfügbaren Daten angegeben. Die Anzahl der Spalten wird nach der Anzahl der maximal pro Aushub vorhandenen Ankerlagen (keine Steifen) eingestellt. Bei mehr als vier Ankerlagen kann über die Tasten „Weiter“ und „Zurück“ zwischen Gruppen von jeweils vier Ankern geblättert werden.

- Nummer der Ankerlage 1 bis n
- Kote (Tiefe) der Ankerlage
- Neigung der Anker
- Horizontaler Ankerabstand a_h
- Stützkraft A-H aus der Wandberechnung in kN/m Wand
- Ankerkraft je Anker = $A \cdot H \cdot a_h / \cos(\alpha_A - \alpha_W)$
(α_A = Ankerneigung, α_W = Wandneigung)

Für die Berechnung der erforderlichen Ankerquerschnitte bei Berechnung mit Globalsicherheit ist zunächst der Lastfall nach DIN 4125 bzw. die Bemessungssituation nach EC 7 / DIN 1054:2010 anzugeben. Nach Tabelle 1 sind folgende Sicherheiten anzusetzen (für Berechnung mit globaler Sicherheit):

- Bei Permanentankern grundsätzlich die Sicherheiten des Regelfalls (für Globalsicherheit):
 $\eta = 1.75, 1.50$ oder 1.33 für Lastfall 1, 2 oder 3
- Bei Temporärankern sind die Werte des Regelfalls für aktiven Erddruck anzusetzen, für Erdruhedruck gilt $\eta = 1.33, 1.25$ oder 1.20 für Lastfall 1, 2 oder 3. Für erhöhten aktiven Erddruck wird nach dem angegebenen Prozentwert unter [Projekt - Parameter](#) zwischen den beiden Grenzwerten Regelfall und Erdruhedruck interpoliert.

Bei Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten ist die unterschiedliche Sicherheit bereits in den Lastsicherheiten nach LF1, LF2 oder LF3 enthalten. Es ist daher nur noch der Material-Sicherheitsbeiwert für den Ankerstahl anzusetzen.

Darunter wird für jeden Ankertyp der erforderliche Querschnitt angegeben. Zu beachten ist, dass für den gewählten Ankertyp die Stahlsorte ausgewählt wurde. Für unterschiedliche Stahlsorten können je nach [Definition](#) auch verschiedene Durchmesser von Ankern zur Verfügung stehen. Für die anderen (nicht aktiven) Ankertypen wird dann der erste verfügbare Anker dieses Typs mit seiner Stahlsorte für die Berechnung verwendet.

- Litzenanker: es wird die erforderliche Anzahl Litzen angegeben
- Mehrstabanker: es wird die Anzahl und der gewählte Durchmesser angegeben, mit dem die erforderliche Ankerkraft erreicht wird
- Einstabanker: es wird der minimale für die gewählte Stahlsorte verfügbare Durchmesser angegeben, der für die erforderliche Ankerkraft benötigt wird
- Ischebeck TITAN: es wird der kleinste Ankertyp angegeben, der die erforderliche Ankerkraft mit der angegebenen Sicherheit aufnehmen kann
- zul. Ankerkraft: für den gewählten Ankertyp wird aus der Anzahl der Litzen, Anzahl und Durchmesser der Stäbe bzw. aus dem Anker (Ischebeck) die zulässige Ankerkraft bestimmt. Bei Ischebeck TITAN-Ankern wird die zulässige Kraft gemäß der Zulassung 2019 in Abhängigkeit von der Überdeckung berücksichtigt, wenn die aktuelle Parameterdatei [dcpa-u.dyx](#) mit den Ankerdaten im Konfigurationsverzeichnis vorhanden

ist. Die Überdeckung wird bestimmt als $0.5 \cdot (\text{Durchmesser Verpresskörper aus der Ankereingabe} - \text{Durchmesser des TITAN-Ankers als erste Zahl im Namen des Ankertyps})$.
Ist kein Durchmesser eines Verpresskörpers angegeben, dann wird die zweite Zeile der Tabelle aus der Zulassung (in etwa die früheren Werte, die jetzt für ca. 40 mm Überdeckung gelten) verwendet.

Unten kann der Nachweis des Verpresskörpers wahlweise ausgeschaltet werden, falls nicht benötigt. Der Nachweis des Verpresskörpers kann auch ausgeschaltet werden, indem beim Anker der Durchmesser des Verpresskörpers zu 0 eingegeben wird.

In der Ausgabe wird eine Tabelle angegeben, in der die Parameter für den gewählten Ankertyp zusammengestellt sind.

Für die Ankerlänge wird hier die benötigte Gesamtlänge angegeben, d.h.

- erforderliche Ankerlänge aus den Nachweis der tiefen Gleitfuge
- + halbe Länge der Verpressstrecke (einzugeben im System für den [Anker](#))
- + Überstand ab der Wandachse (einzugeben im System für den [Anker](#) ,
Vorschlag ist hier $0.5 \cdot \text{Wanddicke} / \cos(\alpha) + 1.0 \text{ m}$)

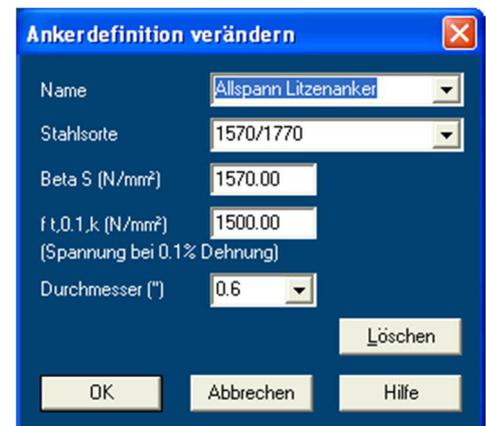
Bemessung Ankerdefinition

Für die Bemessung der Anker sind eine große Anzahl von Ankertypen bereits vorgegeben (gespeichert in der Datei DCPARA.DYX im Konfigurationsverzeichnis). Es können beliebig Anker verändert oder eigene Anker ergänzt werden. Hierfür stehen die Tasten „Neu“ zur Definition neuer Anker und „Bearbeiten“ zur Änderung vorhandener Anker zur Verfügung.

Jeder definierte Anker besitzt einen Namen (z.B. Allspann Litzenanker), eine Stahlorte (z.B. 1570/1770), eine zugehörige Streckgrenze (z.B. 1570 N/mm²), eine Spannung bei 0.1% Dehnung (nur bei Litzenankern anders als die Streckgrenze, hier 1500 N/mm²) sowie einen Durchmesser in Zoll bei Litzenankern (z.B. 0.6") bzw. in mm bei Mehrstabankern und Einstabankern. Eine Ausnahme bilden die Anker Ischebeck TITAN, für die eine zulässige Kraft vorgegeben wird.

Die Spannung $f_{t,0.1,k}$ wird bei Berechnung nach DIN 1054:2005 nach Kapitel 9.4.2 anstatt der Streckgrenze (dividiert durch den Material Sicherheitsbeiwert) für die Ankerbemessung verwendet.

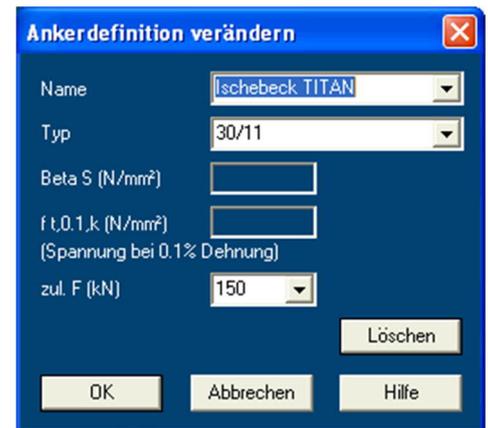
(Abb.: Definition Litzenanker – Funktion Bearbeiten)



(Abb.: Definition Ischebeck TITAN – Funktion Neu)

Vorgehensweise:

- Es können beliebig viele Namen definiert werden
- Zu jedem Namen können beliebig viele Stahlsorten (bzw. bei Ischebeck TITAN Typen) eingegeben werden
- Bei Eingabe einer Stahlsorte wird automatisch die erste Zahl als Streckgrenze beta S vorgeschlagen und kann verändert werden
- Zu jeder Stahlsorte sind beliebig viele Durchmesser möglich. Bei Ischebeck TITAN ist zu dem Typ die zulässige Kraft in kN anzugeben. Der Durchmesser wird bei Einstab- und Mehrstabankern in mm angegeben, bei Litzenankern der Durchmesser eines Litzenbündels in Zoll. Bei 0.6" beträgt der Querschnitt 140 mm², ansonsten wird die Querschnittsfläche mit dem Faktor $(d/0.6)^2$ berechnet.



Bei NEUeingabe und bei BEARBEITEN ist die Vorgehensweise unterschiedlich:

- Bei NEU wird EIN neuer Anker definiert, wenn dieser mit „Speichern“ bestätigt wird. Vorher kann z.B. ein vorhandener Name und eine vorhandene Stahlsorte ausgewählt werden und das Feld Durchmesser mit einem neuen Durchmesser überschrieben werden. Es wird dann zu dem vorhandenen Namen und Stahlsorte ein zusätzlicher Anker mit einem neuen Durchmesser gespeichert. Wahlweise kann auch der Name oder die Stahlsorte direkt überschrieben werden. Es wird dann ein Anker mit neuem Namen mit der angegebenen Stahlsorte und Durchmesser (bzw. Kraft) oder unter dem vorhandenen Namen ein Anker mit einer neuen Stahlsorte gespeichert. Aufgrund der Auswahlmöglichkeiten wird erst durch Anklicken der Taste „Speichern“ der neue Anker mit den gegebenen Daten abgespeichert.
- Bei BEARBEITEN können vorhandene Anker verändert werden. Wird z.B. der Name überschrieben, so erhalten alle vorhandenen Anker mit diesem Namen einen neuen Namen. Wird die Stahlsorte verändert, dann wird für alle Anker (verschiedener Durchmesser) mit dem ausgewählten Namen und der zuvor gewählten Stahlsorte die Stahlsorte neu eingetragen. Ebenso kann der Durchmesser oder die zul. Kraft eines bestimmten Ankers mit dem ausgewählten Namen und der gewählten Stahlsorte verändert werden.

Bei der Auswahl von Litzenankern und bei Mehrstabankern wird bei der Bemessung für einen bestimmten Anker (mit gegebenem Durchmesser) die erforderliche Anzahl bestimmt.

Anders bei Einstabankern und Ischebeck TITAN: hier muss aus einer Liste von Ankern verschiedener Durchmesser bzw. verschiedener Typen derjenige gefunden werden, der die erforderliche Ankerkraft aufnehmen kann. Deshalb sollten i.A. bei Einstabankern für jeden Namen und jede Stahlsorte mehrere Anker verschiedener Durchmesser bzw. bei Ischebeck mehrere Typen mit verschiedener zul. Kraft definiert sein.

Bei Litzenankern und Mehrstabankern kann immer eine Anzahl Litzen bzw. Stäbe angegeben werden, mit denen die erforderliche Ankerkraft aufgenommen werden kann. Bei Mehrstabankern oder Ischebeck ist evtl. die Ankerkraft mit den definierten Typen nicht aufnehmbar. Dies wird in der Ausgabe entsprechend angegeben.

Bemessung des Anker-Verpresskörpers

Wenn bei den [Bodenschichten](#) eine Grenzkraft oder Mantelreibung aus den Diagrammen nach [Ostermayer](#) oder wahlweise ein fester Wert für die Mantelreibung am Verpresskörper gewählt wurde sowie zusätzlich der Durchmesser des Verpresskörpers bei den [Ankern](#), kann die Tragfähigkeit des Anker-Verpresskörpers nachgewiesen werden. Wird der Durchmesser des Verpresskörpers beim Anker mit 0 eingegeben, dann wird kein Nachweis der Verpresskörperlänge durchgeführt.

Gemäß Ostermayer kann abhängig von der Bodenart entweder eine Grenzlast für den Verpresskörper (für nichtbindige Böden) oder eine Mantelreibung (für bindige Böden) aus den veröffentlichten Diagrammen entnommen werden, siehe z.B. Grundbau-Taschenbuch 3. Auflage Teil 2. Die Werte von Grenzlast oder Mantelreibung sind dabei nicht linear von der Verpresskörperlänge abhängig, sondern werden entlang

gekrümmter Kurven bestimmt. Es sind Bereiche von Werten gegeben, so dass eine gewünschte Kurve zwischen der unteren und der oberen Begrenzung gewählt werden kann.

Aus dieser Kurve wird dann die benötigte Verpresskörperlänge für die vorhandene Bemessungslast bestimmt, indem die Grenzlast durch den Sicherheitsbeiwert für den [Herausziehwiderstand](#) dividiert wird. Ist aus den Diagrammen von Ostermayer eine Kurve für die Grenzlast als Kraft gewählt, wird in der Kurve zwischen den Bemessungswerten mit der vorhandenen Bemessungskraft des Ankers interpoliert. Ist eine Kurve für die Mantelreibung gewählt, werden die Werte zunächst mit dem Umfang $(d/2)^2 \cdot \pi$ aus dem Durchmesser des Verpresskörpers multipliziert (siehe [Ankereingabe](#)). Es wird in der Ausgabe die rechnerisch erforderliche Länge des Verpresskörpers angegeben, allerdings erfolgt keine Extrapolation in den Diagrammen nach Ostermayer: kleinere oder größere Längen als im Diagramm abgedeckt sollten nicht verwendet werden.

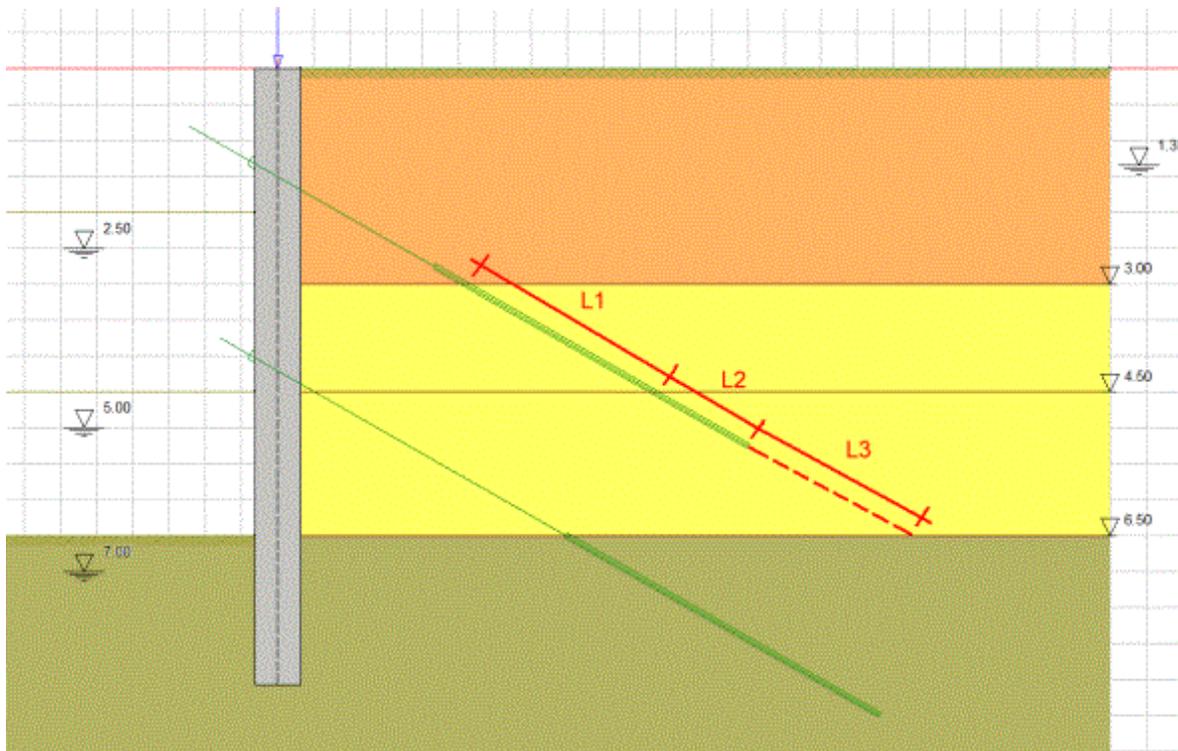
Die Verankerungslänge eines Verpressankers sollte sich innerhalb einer Schicht befinden. Verläuft ein eingegebener Verpresskörper durch mehrere Schichten mit unterschiedlicher Grenzlast oder Mantelreibung, dann wird die Schicht maßgebend, in der sich die größte Verankerungskraft ergibt. Ist eine Verlängerung des Verpresskörpers erforderlich, kann diese maximal bis zur nächsten Schichtgrenze verlaufen. Eine Verlängerung erfolgt immer so, dass sich die rechnerische Ankerlänge bis Mitte Verpresskörper für den Nachweis der Tiefen Gleitfuge nicht verringert. Eine Verlängerung des Verpresskörpers erfolgt daher entweder zentrisch zum Mittelpunkt des eingegebenen Verpresskörpers, falls von den Schichtgrenzen her möglich, oder nach hinten, so dass die rechnerische Ankerlänge größer wird.

Siehe folgendes Bild:

L1 = Verpresslänge in der zweiten Schicht mit maximaler Verankerungskraft, falls ausreichend

L3 = mögliche Verlängerung des Verpresskörpers in der dritten Schicht, wenn L1 nicht ausreicht und bis zu L2+L3 benötigt wird.

Wenn L1 und L2+L3 nicht ausreichend sind, wäre eine Verlängerung in die vierte Schicht erforderlich.



Aus der Bemessung des Verpresskörpers kann sich eine größere Gesamt-Ankerlänge ergeben als im vorher durchgeführten Nachweis in der Tiefen Gleitfuge zur Bestimmung der erforderlichen rechnerischen Ankerlänge. Die maximale Gesamtlänge wird dann je Aushub in der Geometrie grafik bzw. über alle Aushubzustände und Lastfälle im Übersichtsbild dargestellt.

Es wird zusätzlich geprüft, ob die minimale Überdeckung des Verpresskörpers zur Geländeoberfläche (unter Berücksichtigung der Ankerneigung und von Böschungen) mindestens gleich dem empfohlenen Wert von 4.0 m beträgt, ansonsten erfolgt eine Warnung. Im oberen Bild hätte der Beginn von L1 nur eine Überdeckung von 3.00 m, die Überdeckung wäre daher nicht ausreichend.

Bemessung Gurtung

Für jede Anker- oder Steifenlage wird die Gurtung als symmetrischer Einfeldträger mit zwei Kragarmen bemessen.

- Ankerlage: zur Bearbeitung kann aus einer Liste die gewünschte Ankerlage ausgewählt werden.
- Geometrie: Länge Kragarm l_k und Stützweite l_s :
Aus der [Systemeingabe](#) ist der horizontale Ankerabstand a_h bekannt. Dieser wird als Stützweite und die Hälfte des Abstandes als Länge des Kragarmes vorgeschlagen. Die Werte können verändert werden
- die Ankerkraft A je Anker wird aus der Berechnung übernommen, falls dies nicht ausgeschaltet wurde.

NUR bei Berechnung nach DIN 1054:1976 mit Globalsicherheit gelten die folgenden Regeln (EB 13 und EB 17 sind ab der 4. Auflage der EAB entfallen):

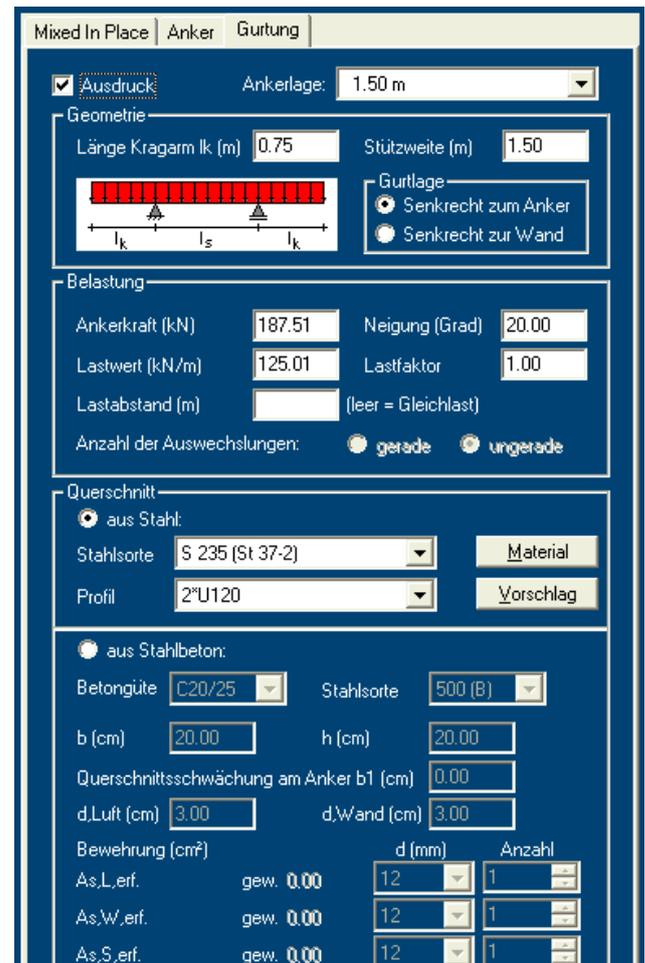
Bei Trägerbohlwänden, Spundwänden, Schlitzwänden und Bohrpfehlwänden mit mindestens einer Steife werden dabei - ausser in Rückbauzuständen - die Steifenkräfte gemäß EAB EB 13 bzw. EB 17 wie folgt verändert, wenn Rechteckumlagerung angefordert wurde (bei Spund-, Schlitz- und Bohrpfehlwänden nur bei Rechteckumlagerung bis zum Lastnullpunkt) (H = Aushubtiefe, h = Höhe der ersten Steife über der Aushubsohle, H' = Tiefe des Lastnullpunktes, h' = Höhe der ersten Steife über dem Lastnullpunkt):

- bei einer Steife Erhöhung der Steifenkraft um H/h (TBW) bzw. um $\sqrt{H'/h'}$
- bei zwei Steifen Erhöhung der Steifenkraft an der ersten Stütze um H/h (TBW) bzw. um $\sqrt{H'/h'}$
- Erhöhung der Steifenkraft an der zweiten Stütze um 30% (TBW) bzw. um 15% wenn die zweite Steife im unteren Drittel der Aushubtiefe liegt
- bei drei oder mehr Steifen Erhöhung der Steifenkraft an den Stützen, die in der mittleren Hälfte der Aushubtiefe liegen, um 30% (TBW) bzw. um 15% wenn die zweite Steife im mittleren Drittel der Aushubtiefe liegt

- die Ankerneigung wird ebenfalls aus der Systemeingabe übernommen
- der Lastwert für den Einfeldträger bestimmt sich in Abhängigkeit des Lastansatzes:
- Lastabstand: wird dieses Feld leer gelassen, so wird die Belastung auf den Gurt als Gleichlast angesetzt. Der Lastwert in kN/m bestimmt sich dann zu
 $q = 2 \cdot A / (l_s + 2 \cdot l_k)$

Wird ein Lastabstand in m eingegeben, kann eine gerade oder ungerade Anzahl von Auswechslungen angefordert werden, die die Lastübertragung auf den Gurt bewirken.

Es wird ausgehend von der Mitte des Trägers eine ungerade (Start in der Mitte) bzw. eine gerade (Start um Lastabstand/2 versetzt) Anzahl von Einzellasten n angesetzt. n bestimmt sich aus der möglichen Anzahl



Bewehrung (cm²)		d (mm)	Anzahl
As,L,erf.	gew. 0.00	12	1
As,W,erf.	gew. 0.00	12	1
As,S,erf.	gew. 0.00	12	1

von Lasten bis zum Trägerende. Der Lastwert in kN wird dann berechnet zu $P = 2 \cdot A / n$
 Falls die erste bzw. letzte Einzellast auf dem Kragarm näher am freien Ende des Kragarms liegt als der Abstand zwischen den Lasten, dann wird diese Einzellast mit einem reduzierten Wert angesetzt, da sich ein Teil der Last auf den nächsten Gurtabschnitt umlagert. Bei einer Einzellast genau am Ende des Kragarms wird diese zur Hälfte angesetzt. Für Lastabstand l_A zum Ende des Kragarms $<$ Abstand l_L zwischen den Einzellasten wird der Lastwert P_1 mit dem Faktor $0.5 \cdot (1 + l_A / l_L)$ interpoliert. Die Gesamtzahl der Lasten n reduziert sich damit, so dass der Standard-Lastwert P sich vergrößert.

- Über einen Lastfaktor kann zusätzlich die Belastung des Gurtes verändert werden.

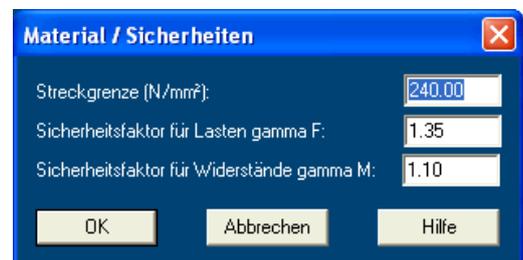
Je nach Belastung (Gleichlast oder Einzellasten) werden die Schnittkräfte im Gurt bestimmt: Querkraft an den Auflagern sowie maximales Moment in Feldmitte. Mit diesen Schnittkräften wird der Gurt bemessen.

Gurt als Stahlprofil

Bemessung des gewählten Profils nach DIN 18 800, Eurocode 3, SIA 263, BS 5950 oder IS 800. Zur Bemessung nach Eurocode 3 siehe Kapitel "[Stahl-Bemessung nach Eurocode 3](#)":

- **Stahlsorte:**
Die Stahlsorte der verwendeten Träger kann ausgewählt werden: je nach Profilart (HEB, 2*U, etc. oder Spundwandprofile) werden die zugehörigen Stahlsorten angeboten.
- **Profil:**
Aus allen zur Verfügung stehenden Profilen kann das gewünschte aus der Liste ausgewählt werden. Durch Klicken auf die Taste am rechten Rand des Feldes wird die Liste der Profile ausgeklappt. Die Eingabe zusätzlicher Profile oder die Veränderung der Querschnittswerte der vorhandenen Profile ist bei der [Wandeingabe](#) (z.B. durch Doppelklick auf die Baugrubenwand in der Systemeingabe) möglich, indem die Taste „Bearbeiten“ z.B. auf der Seite „Trägerbohlwand“ oder „Spundwand“ angeklickt wird.
Wichtig:
im Gegensatz zur Bemessung der Spundwand selbst werden für die Bemessung der Gurtung - wenn ein Spundwandprofil für den Gurt ausgewählt wurde - die Querschnittswerte je Einzelbohle verwendet! Diese Werte können ebenfalls bei einer Spundwand unter Bearbeiten angegeben oder verändert werden.
Bei Verwendung von Spundwandprofilen für die Gurtung wird für das automatisch ein Lochabzug von $d = 150$ mm aus den Querschnittswerten berechnet und $W_{y,netto}$ angesetzt. Aus manchen Profiltabellen ergeben sich Ungereimtheiten aus den Maßen und Querschnittswerten, so dass $W_{y,netto}$ rechnerisch größer als W_y wäre. In diesem Fall wird ein Abzug von pauschal 10% vorgenommen.
- **Vorschlag:**
mit der Taste Vorschlag kann ein Profilvertrag angefordert werden. Es wird das kleinste Profil aus der momentan angewählten Gruppe (z.B. 2*U) eingestellt, bei dem die Nachweise alle erfüllt sind

Für Sonderfälle kann über die Taste „Material“ die Streckgrenze des Stahls sowie die angesetzten Sicherheitsbeiwerte (siehe unten) verändert werden:



Bei Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten entfällt der Sicherheitsfaktor für Lasten, da er in den Schnittgrößen bereits enthalten ist.

DC-Baugrube berechnet die Schnittgrößen für jeden Lastfall mit allen eingegebenen ständigen und Verkehrslasten. Es gelten daher bei Berechnung mit Globalsicherheit folgende Sicherheitsbeiwerte:

- für ständige Lasten: $\gamma_F = 1.35$
- für Verkehrslasten: $\psi \cdot \gamma_F = 1.35$
- für Widerstände: $\gamma_M = 1.10$

Die Bemessungsschnittgrößen, die um den Sicherheitsbeiwert erhöht wurden, werden in der Ausgabe angegeben. Bei der Berechnung mit Teilsicherheitsbeiwerten sind die Sicherheiten bereits in den Schnittgrößen enthalten.

Für das gewählte Profil werden die Querschnittswerte ausgegeben (Änderung bei der [Wandeingabe](#) unter „Bearbeiten“), die Streckgrenze der gewählten Stahlsorte, sowie die um den Sicherheitsbeiwert verminderten Widerstände.

Im Anschluss daran werden die Nachweise für Biegespannung, Schubspannung und Vergleichsspannung geführt, die Ausnutzung des Profils ($\sigma_{vorh}/\sigma_{zul}$) bestimmt und angegeben, ob der jeweilige Nachweis erfüllt ist.

Gurt als Stahlbetonbalken (z.B. auch Kopfbalken)

- Betongüte und Stahlsorte für die Bewehrung können aus jeweils einer Liste ausgewählt werden
- die Breite b (in Richtung der Belastung) und Höhe h (quer zur Belastung) können vorgegeben werden, zusätzlich eine eventuelle Querschnittsschwächung b_1 , falls die Ankerplatte versenkt eingebaut wird
- die Betondeckung d auf der Luft- und Wandseite wird in cm definiert
- die erforderliche Bewehrung als Biegebewehrung auf der Luft- und Erdseite sowie Schubbewehrung wird angegeben
- die gewählte Bewehrung mit Durchmesser und Anzahl der Stäbe kann gewählt werden. Ist die Bewehrung nicht ausreichend, wird der Durchmesser oder die Anzahl Stäbe automatisch angepasst.

Stahl-Bemessung nach Eurocode 3

1. Bemessung der Wand

1.1 Schnittgrößenkombinationen

Der Stahlquerschnitt der Baugrubenwand wird für 3 Schnittgrößenkombinationen bemessen:
 $\max M$, $\min M$ und $\max |V|$ (Querkraft)

1.2 Querschnittsklassifizierung

Zunächst wird die Querschnittsklasse (1 bis 4) nach EN 1993-1-1, Tab. 5.2, bzw. für Spundwandprofile nach EN 1993-5, Tab. 5.1 ermittelt.

Für Rohrquerschnitte ist sie vom Verhältnis D/t (Rohrdurchmesser / Wandstärke) abhängig, für Spundwandprofile vom Verhältnis Breite Rücken / Wandstärke Rücken, d.h. sie ist für alle Schnittgrößenkombinationen gleich.

Für Walzprofile (wie I oder U-Profile) ist sie außerdem von der Querschnittsbeanspruchung abhängig, d.h. die Querschnittsklasse kann für jede Schnittgrößenkombination unterschiedlich sein. Es ist hierbei die Querschnittsklasse von Steg(en) und Flansch(en) getrennt zu ermitteln. Die ungünstigere ist maßgebend.

Da wir nur einachsige Biegung betrachten, ist für den Flansch nur der Fall „auf Druck beanspruchter“ Querschnittsteil zu behandeln, für den Steg kann je nach Beanspruchung der Fall „Druck“, „Biegung“ oder „Druck und Biegung“ vorkommen.

1.3 Effektive Querschnittswerte

Für Querschnitte der Klasse 4 werden die effektiven Querschnittswerte (A_{eff} , W_{eff}) ermittelt. Dies gilt derzeit für I-, U-Profile und Rohre.

Für Spundwandprofile der Klasse 4 erfolgt derzeit keine Berücksichtigung von effektiven Querschnittswerten. Sofern vom Benutzer Spundwandprofile der Klasse 4 definiert werden, erfolgt in der Bemessungsausgabe ein entsprechender Hinweis.

Die Ermittlung der „wirksamen Querschnittsfläche“ A_{eff} erfolgt entsprechend EN 1993 1-5, 4.3 (3) („Die wirksame Querschnittsfläche A_{eff} wird in der Regel unter der Annahme reiner Druckspannungen infolge der Druckkraft N_{Ed} berechnet.“)

Somit kann für diesen Fall der Flansch von I- und U-Profilen nach EN 1993-1-5, Tab. 4.2 als „einseitig gestützter Querschnittsteil“ mit $\psi=1.0$ behandelt werden, der Steg nach Tab. 4.1 als „zweiseitig gestützter Querschnittsteil“, ebenfalls mit $\psi=1.0$.

Die effektiven Querschnittswerte für Rundrohrprofile werden über die Analogie eines äquivalenten Quadratrohrs ermittelt, so dass wiederum „Flansche“ (in diesem Fall zweiseitig gestützt) und „Stege“ wie bei den o.g. Profilen behandelt werden können.

Die Ermittlung des „wirksamen Widerstandsmoments“ W_{eff} erfolgt entsprechend EN 1993 1-5, 4.3 (4) („Das wirksame Widerstandsmoment W_{eff} ist in der Regel unter der Annahme reiner Biegelängsspannungen infolge M_{Ed} zu bestimmen“).

Im Flansch wirken (da einachsige Biegung) wiederum konstante Druckspannungen, also $\psi=1.0$, im Steg dagegen (reine Biegung) $\psi=-1.0$ (Druck= -Zugspannung).

Damit können die Abminderungsfaktoren ρ nach EN 1993-1-5, 4.4 für Steg und Flansch und daraus die reduzierten Widerstandsgrößen A_{eff} und W_{eff} bestimmt werden.

1.4 Abminderung der Stahlstreckgrenze für Spundbohlen infolge Wasserdruckunterschied

Nach EN 1993-5, 5.2.4 ist für Spundbohlen unter bestimmten Voraussetzungen in den folgenden Nachweisen eine Abminderung der Streckgrenze f_y erforderlich. Damit sollen die Auswirkungen des Wasserdrucks auf die lokale Plattenquerbiegung berücksichtigt werden.

Eine Abminderung ist erforderlich, im Fall von Z-Einzelbohlen bei Wasserdruckunterschieden von mehr als 5m.

Hierzu wird für den Aushub, der für die jeweilige Schnittgrößenkombination maßgebend ist, der Wasserdruckunterschied zwischen Baugruben- und Erdseite festgestellt. Sofern dieser 5m überschreitet, wird der ρ_p -Wert gemäß EN1993-5, Tab. 5-2 interpoliert.

Mit diesem Wert wird in den folgenden Nachweisen die Streckgrenze f_y abgemindert.

Eine Abminderung wäre auch erforderlich, im Fall von U-Einzelbohlen mit einem Wasserdruckunterschied von mehr als 20m. Hierfür sind jedoch keine Werte angegeben. Das Programm führt daher in diesem Fall keine Abminderung durch, sondern gibt nur einen entsprechenden Hinweis aus.

1.5 Nachweise

Zunächst erfolgen die Einzel-Nachweise für die Schnittgrößen V, N und M.

1.5.1 Einzel-Nachweise

1.5.1.1 Querkraft

Für den Querkraft-Nachweis muss der Bemessungswert der Querkraftbeanspruchbarkeit V_{Rd} ermittelt werden. Dies geschieht nach EN 1993-1-1, Gl. 6.18 bzw. für Spundwände nach EN 1993-5, Gl. 5.5.

Die dazu erforderliche Schubfläche A_v ergibt sich nach EN 1993-1-1, 6.2.6(3), und zwar für I-Profile nach (3a), für U-Profile nach (3b) und für Rundrohre nach (3g). Für Spundwandprofile gilt EN 1993-5, Gl. 5.6.

Damit ergibt sich $V_{Rd} = A_v \cdot (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$

(mit: f_y =char. Wert der Streckgrenze und γ_{M0} = Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Querschnitten = 1.0 nach EN 1993-1-1, 6.1 (1) Anmerkung 2B, bzw. DIN EN 1993-1-1/NA, für Spundwände nach EN 1993-5, 5.1.1 (4) Anmerkung bzw. DIN EN 1993-5/NA)

Die Querschnittsausnutzung (zulässiger Wert 1,0) ergibt sich aus V_{Ed} / V_{Rd} wobei V_{Ed} der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft ist.

1.5.1.2 Normalkraft

Für die Normalkraft-Beanspruchbarkeit N_{Rd} ist im allgemeinen die Querschnittsfläche A maßgebend:

$$N_{Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0}$$

Im Falle einer wirkenden Druckkraft ist für Querschnitte der Klasse 4 nach EN 1993-1-1, Gl. 6.11 die wirksame Querschnittsfläche A_{eff} maßgebend:

$$N_{c,Rd} = A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M0}$$

Die Querschnittsausnutzung (zulässiger Wert 1,0) ergibt sich aus N_{Ed} / N_{Rd} wobei N_{Ed} der Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft ist.

1.5.1.3 Biegemoment

Das für die Biege-Beanspruchbarkeit M_{Rd} maßgebende Widerstandsmoment hängt von der Querschnittsklasse ab:

Nach EN 1993-1-1, 6.2.5(2) darf

für Querschnitte der Klasse 1 und 2 das plastische Widerstandsmoment W_{pl} verwendet werden,

für Querschnitte der Klasse 3 das elastische Widerstandsmoment W_{el} ,

für Querschnitte der Klasse 4 ist das wirksame Widerstandsmoment W_{eff} zu verwenden.

Mit dem jeweiligen Widerstandsmoment W ergibt sich dann

$$M_{Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M0}$$

Im Falle von Spundwänden gilt EN 1993-5, 5.2.2. Danach ist M_{Rd} mit dem Faktor β_B abzumindern, um die mögliche Verminderung der Schubkraftübertragung in den Schlössern zu berücksichtigen.

Nach EN 1993-5 ist

$\beta_B = 1.0$ für Z-Bohlen und Dreifach-U-Bohlen und

$\beta_B < 1.0$ für Einzel- und Doppelbohlen

Genauere Werte für Einzel- und Doppelbohlen sind dort nicht genannt.

Diese finden sich jedoch in DIN EN 1993-5/NA, Tab. NA.1 in Abhängigkeit von der Anzahl der Anker/Steifen und der Bodenart. Die Werte bewegen sich zwischen 0,6 und 1,0.

Sie sind im Dialog „Abminderungsfaktoren betaB/D gemäß Eurocode 3“ (der im Eigenschaften Dialog der Spundwand aufgerufen werden kann) voreingestellt und können bei Bedarf auch verändert werden.

Welcher der 3 Werte für die Bemessung benutzt wird, wird vom Programm anhand der Anzahl Anker/Steifen im Endaushub bestimmt, wobei auch eine eventuelle Kopffesthaltung mitberücksichtigt wird.

Die Querschnittsausnutzung (zulässiger Wert 1,0) ergibt sich aus M_{Ed} / M_{Rd} wobei M_{Ed} der Bemessungswert des einwirkenden Biegemoments ist.

1.5.2 Interaktionsnachweise

Sofern alle 3 Einzel-Nachweise erfolgreich waren (d.h. die Ausnutzungsgrade aller 3 Nachweise überschreiten nicht den zulässigen Wert von 1,0), werden ggf. weitere Interaktionsnachweise durchgeführt, die Beeinflussung des Biege widerstandes durch die Normalkraft bzw. die Querkraft berücksichtigen.

1.5.2.1 Interaktion infolge Querkraft V

Es gilt EN 1993-1-1, 6.2.8 bzw. für Spundwände EN 1993-5, 5.2.2. Demnach ist der Einfluss der Querkraft auf die Momentenbeanspruchbarkeit zu berücksichtigen, sofern der Ausnutzungsgrad des Querkraftnachweises den Wert 0,5 übersteigt.

Im Prinzip ist die Streckgrenze der schubbeanspruchten Querschnittsteile entsprechend der Querkraftbeanspruchung für die Ermittlung einer reduzierten Momenten tragfähigkeit abzumindern.

Dazu ist nach EN 1993-1-1, Gl. 6.29 ein Ausnutzungsfaktor ρ zu bestimmen:

$$\rho = (2 * V_{Ed} / V_{Rd} - 1)^2$$

und daraus die abgeminderte Streckgrenze: $f_{y,red} = f_y * (1 - \rho)$

Die praktische Umsetzung ist abhängig vom Querschnittstyp. Für I- und U-Querschnitte wird die in EN 1993-1-1, Gl. 6.30 angegebene Formel zur direkten Ermittlung der abgeminderten Biegetragfähigkeit M_{VRd} verwendet. Rundrohre werden wieder mittels eines äquivalenten Ersatz-Quadratrohr-Querschnitts behandelt. Die o.g. abgeminderte Streckgrenze wird auf den Steg-Querschnitt des Ersatzquerschnitts angewendet.

Für Spundwände gilt EN 1993-5, Gl. 5.9. Diese ist ähnlich der o.g. Formel für I-Querschnitte. Damit kann ebenfalls direkt die abgeminderte Biegetragfähigkeit M_{VRd} für das Spundwandprofil ermittelt werden. Zu beachten ist dabei, dass die Formel in Gl. 5.9 für eine Spundbohle gilt. Auf 1m Wandbreite bezogene Werte müssen daher zunächst auf die Bohlenbreite umgerechnet werden, um die Formel in Gl. 5.9 anwenden zu können. Das so für eine Bohle ermittelte M_{VRd} muss dann mittels der Bohlenbreite wieder auf 1m Wandbreite bezogen werden.

In allen Fällen wird vom Programm geprüft, dass das ermittelte M_{VRd} nicht die normale Biegetragfähigkeit M_{Rd} übersteigt.

1.5.2.2 Interaktion infolge Normalkraft N

Auch der Einfluss der Normalkraft auf die Biegetragfähigkeit muss ggf. geprüft werden.

Es gilt EN 1993-1-1, 6.2.9 bzw. für Spundwände EN 1993-5, 5.2.3. Die Grenze, ab der der Einfluss berücksichtigt werden muss, ist abhängig vom Querschnittstyp.

Die Berücksichtigung des gleichzeitigen Einflusses der Querkraft erfolgt ggf. dadurch, dass in die Berechnung von M_{NRd} als Ausgangswert nicht die Momententragfähigkeit M_{Rd} eingeht, sondern bereits die reduzierte Momententragfähigkeit unter Berücksichtigung der Querkraft M_{VRd} . Beim gleichzeitigen Auftreten von M , N und V beinhaltet der Interaktionsnachweis infolge V also den Nachweis der Tragfähigkeit unter Berücksichtigung aller 3 Schnittgrößen.

I- und U-Profile der Querschnittsklassen 1 und 2

Für I- und U-Profile gilt EN 1993-1-1, 6.2.9.1(4). Daraus ergeben sich mit Gl. 6.33 und 6.34 zwei Grenzen. Sobald eine von beiden überschritten ist, muss die Interaktion untersucht werden. Die Grenze nach Gl. 6.33 heißt: $N_{Ed} \leq 0,25 \cdot N_{Rd}$ D.h. ab einem Ausnutzungsgrad höher als 0,25 beim Normalkraft-Nachweis ist der Interaktionsnachweis erforderlich.

Die zweite Grenze nach Gl. 6.34 heißt: $N_{Ed} \leq 0,50 \cdot h_{Steg} \cdot t_{Steg} \cdot f_y / \gamma_{Mo}$ D.h. vereinfacht gesagt, wenn die Normalkraft 50% der Normalkraft-Beanspruchbarkeit der Stegfläche überschreitet, ist ebenfalls der Interaktionsnachweis erforderlich.

Der Wert der Momentenbeanspruchbarkeit unter Berücksichtigung der Normalkraft wird nach EN 1993-1-1, Gl. 6.36 ermittelt:

$$M_{NRd} = M_{Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5 \cdot a_{Steg})$$

(wobei n = Ausnutzungsgrad des Normalkraft-Nachweises und a_{Steg} = Flächenanteil des Steges an der Gesamtfläche, wobei der Flächenanteil auf max. 50% des Gesamtquerschnitts beschränkt ist)

Rundrohrprofile der Querschnittsklassen 1 und 2

Für Rundrohrprofile wird wiederum ein äquivalentes Quadratrohr-Profil betrachtet und EN 1993-1-1, Gl. 6.39 angewendet. Diese liefert im Prinzip die gleiche Formel wie oben.

Für Quadratrohre ergibt sich unter der Annahme, dass die Wandstärke konstant ist bzw. der Steganteil gleich dem Flanschanteil gleich 50% ist, der Nenner zu 0,75. Wenn man von A_v ausgeht, wäre beim Rundrohr der Steganteil = 64 %. Da jedoch der Flächenanteil a_{Steg} gemäß der Formel immer auf 50% zu begrenzen ist, ergibt sich der Nenner auch in diesem Fall zu 0,75, also:

$$M_{NRd} = M_{Rd} \cdot (1 - n) / 0,75$$

Eine explizite Grenze für die Erfordernis der Interaktion ist für diese Profile nicht angegeben. Da auch hier wie bei der Querkraft-Interaktion zu prüfen ist, dass M_{NRd} nicht die normale Biegetragfähigkeit M_{Rd} übersteigt und die o.g. Formel ab Ausnutzungsgraden $n > 0,25$ Werte < 1 liefert, ergibt sich mit der o.g. Formel implizit die gleiche Grenzausnutzung wie für die I- und U-Profile.

Spundwandprofile

Für Spundwandprofile ist wiederum EN 1993-5 anzuwenden. Die Grenzen für die Erfordernis des Interaktionsnachweises sind abhängig von der Art der Spundbohlen und der Querschnittsklasse

Für Querschnittsklassen 1 und 2 gilt folgende Grenze, ab der die Interaktion zu prüfen ist:

- im Falle von Z-Bohlen nach Gl. 5.17: ab $n > 0,1$
- im Falle von U-Bohlen nach Gl. 5.18: ab $n > 0,25$

Für höhere Querschnittsklassen für alle Bohlen: ab $n > 0,1$

Die Werte von M_{NRd} sind ebenfalls abhängig von der Bohlenart und der Querschnittsklasse:

Für Querschnittsklassen 1 und 2:

- im Falle von Z-Bohlen nach Gl. 5.20: $M_{NRd} = 1,11 \cdot M_{Rd} \cdot (1 - n)$
- im Falle von U-Bohlen nach Gl. 5.18: $M_{NRd} = 1,33 \cdot M_{Rd} \cdot (1 - n)$

Für höhere Querschnittsklassen für alle Bohlen: $M_{NRd} = 1,0 \cdot M_{Rd} \cdot (1 - n)$

I-, U- und Rundrohrprofile der Querschnittsklassen 3 und 4

Für I-, U und Rohrprofile ab Querschnittsklasse 3 darf der Einfluss der Normalkraft nicht wie oben über den Interaktionsnachweis berücksichtigt werden. Stattdessen müssen Spannungsnachweise nach EN 1993-1-1, 6.2.9.2 f. geführt werden. Dabei sind 2 Nachweise erforderlich.

Der erste Nachweis ergibt sich aus Gl. (6.42) bzw. (6.43) und entspricht einem normalen Nachweis der maximalen (elastischen) Normalspannungen an der Randfaser des Gesamtquerschnitts (infolge Biegemoment und Normalkraft):

$$N_{Ed} / A + M_{Ed} / W \leq f_y / \gamma_{M0}$$

Diese werden für Querschnittsklasse 3 mit den Querschnittswerten A bzw. W_{el} ermittelt bzw. für Querschnittsklasse 4 mit den wirksamen Querschnittswerten A_{eff} bzw. W_{eff} .

Der zweite Nachweis ist an der Randfaser des von der Querkraft beanspruchten Querschnitts erforderlich, bei I- und U-Profilen also z.B. in Flanschmitte. Hier ist ebenfalls nachzuweisen, dass die Normalspannungen (aus M und N) die ggf. infolge der Querkraftwirkung (siehe Interaktion infolge Querkraft) reduzierte Streckgrenze $f_{y,red}$ nicht überschreiten.

$$N_{Ed} / A + M_{Ed} / I * (h - t_{Fl}) / 2 \leq f_{y,red} / \gamma_{M0}$$

1.5.3 Knicknachweis

Der Knicknachweis wird mittels eines Ersatzstabverfahrens durchgeführt. Es ist EN 1993-1-1, 6.3.3 maßgebend.

Hierzu wird über alle Aushübe und Lastfälle für jeden Wandabschnitt die maßgebende Knicklänge s_k bestimmt. Es wird der Nachweis für den Abschnitt ausgegeben, der zur geringsten Sicherheit bzw. zum größten Ausnutzungsgrad führt.

Der Nachweis erfolgt nach EN 1993-1-1, Gl. 6.61, wobei der dritte Term entfällt, da M_z hier = 0 ist:

$$N_{Ed} / (\kappa * N_{Rk} / \gamma_{M1}) + k_{yy} * M_{Ed} / (M_{Rk} / \gamma_{M1}) \leq 1$$

mit $\gamma_{M1} = 1,1$, $N_{Rk} = A * f_y$, $M_{Rk} = W * f_y$.

Der Beiwert κ wird nach EN 1993-1-1, Gl. 6.49 ermittelt, mit dem Imperfektionsbeiwert α nach EN 1993-1-1, Tab. 6.1.

Der Interaktionsbeiwert k_{yy} wird nach EN 1993-1-1, Anhang B, Tab. B.1 ermittelt. C_m wird hierbei = 1.0 angesetzt.

2 Bemessung der Gurtung

Abweichend von der Bemessung der Wand tritt hier keine Normalkraft auf.

Es werden im wesentlichen die Stellen „Feld“ und „Auflager“ bemessen. Im „Feld“ tritt aus Symmetriegründen keine Querkraft auf. Insofern findet hier nur der reine Momentennachweis statt.

Am „Auflager“ tritt Querkraft und Biegemoment auf. Es werden die entsprechenden Einzelnachweise durchgeführt. Außerdem kann der Interaktionsnachweis infolge Querkraft erforderlich werden.

Außerdem werden im Falle von Einzellasten die entsprechenden Stellen bemessen. Hier können die gleichen Nachweise wie am „Auflager“ auftreten.

Die Besonderheiten der Wandbemessung (wie z.B. β_B -Werte oder ρ_P -Werte) entfallen hier. Der Knicknachweis entfällt ebenso, da es keine Normalkraftbeanspruchung gibt. Ansonsten gilt das Gleiche wie für die Wandbemessung.

Ermittlung der Querschnittsklasse für Spundbohlen bei der Gurtbemessung

Bei der Bemessung von Spundwänden erfolgt die Querschnittsklassifizierung im allgemeinen nach EN 1993-5, Tab. 5-1. Diese Betrachtung geht jedoch von durchgehenden Spundwänden aus, wobei die einzelnen Profile an den Schlössern verbunden sind, so dass die einzelnen Querschnittsteile immer „beidseitig“ gestützt sind. Bei der Verwendung von einzelnen Spundbohlen als Gurt-Profile ist dies nicht der Fall. Es können somit auch einseitig gestützte Querschnittsteile auftreten. Dies muss in der Querschnittsklassifizierung berücksichtigt werden. Diese erfolgt deshalb je nach Profil und Querschnittsteil ggf. auch nach EN 1993-1-1, Tab. 5.2.

Folgende Fälle werden unterschieden:

U-Bohle:



Steg:

nach EN 1993-1-1, Tab.5.2 auf Biegung beansprucht, einseitig gestützt.

Bedingung für QK 1|2|3:

$c/t < 9|10|21 \cdot \epsilon \cdot \text{faktor}$

mit:

c = schräge Länge Steg

t = Wandstärke Steg

positives Moment (Feld)

freier Rand im Zugbereich:

QK 1/2: faktor = $1 / \alpha$

QK 3: faktor = $\sqrt{k\sigma}$

(mit $k\sigma = 23.8$ <- reine Biegung)

negatives Moment (Auflager)

freier Rand im Druckbereich:

QK 1/2: faktor = $1 / (\alpha \cdot \sqrt{\alpha})$

QK 3: faktor = $\sqrt{k\sigma}$

(mit $k\sigma = 0.85$ <- reine Biegung)

Bohlen mit „Schloss oben“



Flansch:

einseitig gestützt

positives Moment (Feld)

freier Rand im Zugbereich:

Flansch also ohne Druckbeanspruchung -> QK 2

negatives Moment (Auflager)

freier Rand im Druckbereich:

nach EN 1993-1-1, Tab.5.2 auf Druck beansprucht, einseitig gestützt

Bedingung für QK 1|2|3:

$$c/t < 9|10|14 * \varepsilon$$

mit:

c = Breite freier Flansch

t = Wandstärke Flansch

Steg:

nach EN 1993-1-1, Tab.5.2 auf Biegung beansprucht, beidseitig gestützt

Bedingung für QK 1|2|3:

$$c/t < 72|83|124 * \varepsilon$$

c/t wie oben

Bemessung mit Schöck ComBAR

In allen Bauteilen, bei denen Stahlbeton verwendet wird, kann als Bewehrungsart Schöck ComBAR ausgewählt werden, wenn als Bemessungsnorm Eurocode 2 eingestellt ist.

Die Glasfaserbewehrung Schöck ComBAR hat folgende Materialeigenschaften im Vergleich zu Bewehrungsstahl (siehe auch Zulassung Schöck):

Für Biegebewehrung mit Lebensdauer 100 Jahren

- charakteristische Dauerzugfestigkeit $f_{tk} = 580 \text{ N/mm}^2$
- E-Modul = 60.000 N/mm^2
- Grenzdehnung 7.4 ‰
- Material-Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_f = 1.30$
- Für Betongütern < C20/25 und bei statisch unbestimmten Systemen gilt allerdings ein höherer Sicherheitsbeiwert und geringere Grenzdehnung, siehe Zulassung Schöck ComBAR. Diese geänderten Werte gemäß der Zulassung werden automatisch angesetzt
- Die Mindestbewehrung für duktilen Bauteilverhalten ist mit einer um den Faktor 0.83 reduzierten Spannung ($0.83 * 580 \text{ N/mm}^2$) zu bestimmen

Für den temporären Einsatz mit Lebensdauer 5 Jahren gilt:

- charakteristische Zugfestigkeit $f_{tk} = 680 \text{ N/mm}^2$

Für Querkraftbewehrung gilt ein E-Modul von 50.000 N/mm^2 und bei Lebensdauer 100 Jahren:

- charakteristische Dauerzugfestigkeit $f_{tk} = 250 \text{ N/mm}^2$

und für den temporären Einsatz mit Lebensdauer 5 Jahren:

- charakteristische Zugfestigkeit $f_{tk} = 330 \text{ N/mm}^2$

Mit welcher Lebensdauer gerechnet wird, ergibt sich aus der eingestellten Bemessungssituation:

- für BS-P werden die Werte für eine Lebensdauer von 100 Jahren angesetzt
- für BS-T die Werte für eine Lebensdauer von 5 Jahren.

Für die Querkraftbemessung und analog die Durchstanzbemessung wird das Verfahren nach Kurth, Hegger:
Zur Querkrafttragfähigkeit von Betonbauteilen mit Faserverbundkunststoff-Bewehrung – Ableitung eines
Bemessungsansatzes (Bauingenieur 10/2013) verwendet.

Für die Tragfähigkeit ohne Querkraftbewehrung gilt:

$$V_{Rd,c} = \beta * \frac{1}{424 * \gamma_c} * \kappa * (100 * \rho_l * E_{fl} * f_{ck})^{1/3} * b_w * d$$

Für die maximale Querkrafttragfähigkeit:

$$V_{Rd,max} = V_{Rd,c} + \frac{1.1 * b_w * z * f_{cm}^{2/3}}{\gamma_c * (\cot\vartheta + \tan\vartheta)}$$

Die erforderliche Querkraftbewehrung ergibt sich zu a_{fw} aus:

$$V_{Rd} = V_{Rd,c} + V_{Rd,f}$$

$$V_{Rd,f} = a_{fw} * f_{fd,w} * z * \cot\vartheta$$

mit

Bemessungswert der Zugfestigkeit:

$$f_{fd,w} \leq \varepsilon_{fd,w} * E_{fw}$$

Bemessungswert der maximalen Dehnungen:

$$\varepsilon_{fd,w} = 2.3 + \frac{2 * EI^*}{30} \leq 7.0\text{‰}$$

Vereinfachte Bauteilbiegesteifigkeit:

$$EI^* = E_{fl} * A_{fl} * (0.8 * d)^2$$

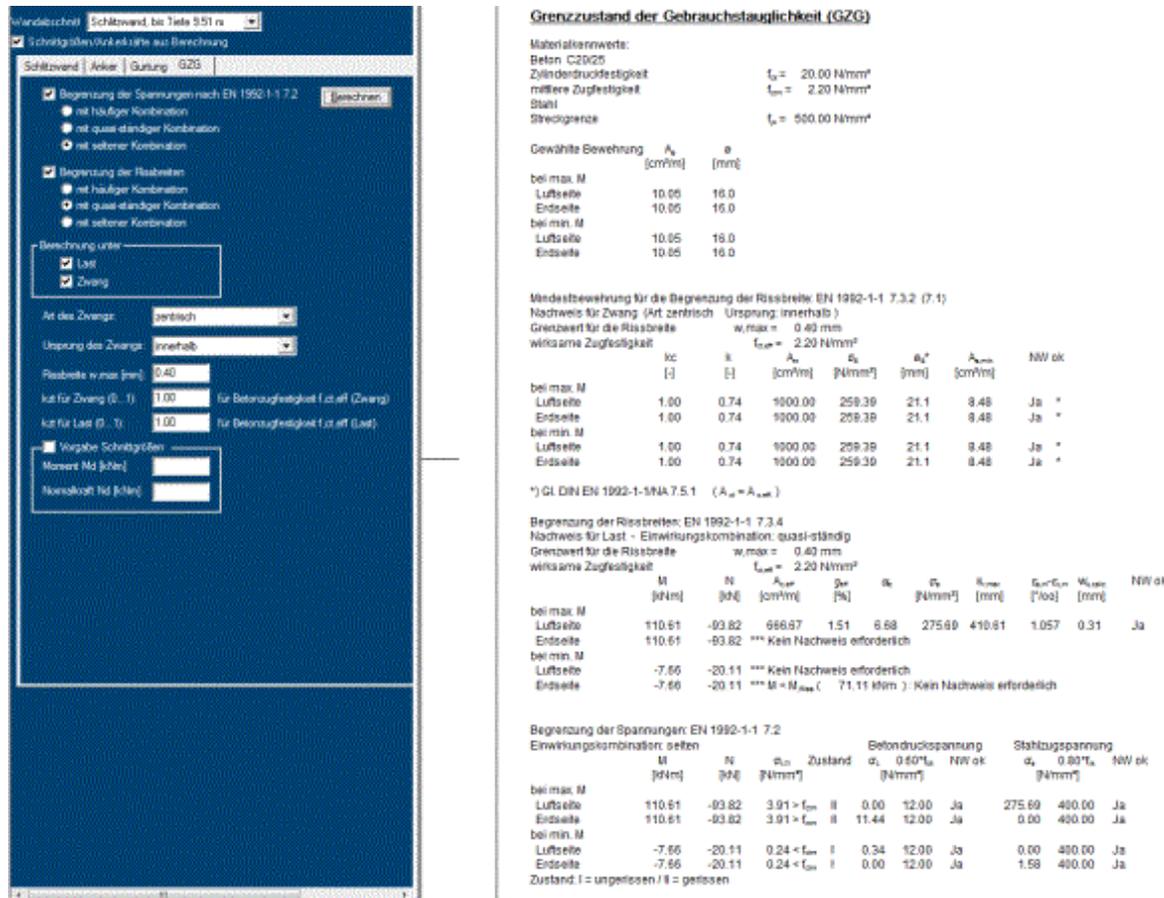
und ϑ = Neigungswinkel der Druckstreben:

$$\vartheta = \arctan \left[\sqrt{\frac{\frac{M}{V} * a_{fw} * E_{fw}}{A_{fl} * E_{fl}}} \right]$$

$$\vartheta \geq 20^\circ, \quad \vartheta \leq 50^\circ$$

Bemessung der Gebrauchstauglichkeit

Für die Nachweise für die Gebrauchstauglichkeit (GZG) steht in der Bemessung eine eigene Eingabeseite zur Verfügung, wenn die [Zusatzoption](#) DC-RISS vorhanden ist:



Grenzstate der Gebrauchstauglichkeit (GZG)

Materialeigenschaften:
 Beton C20/25
 Zylinderdruckfestigkeit $f_{cm} = 20.00 \text{ N/mm}^2$
 mittlere Zugfestigkeit $f_{tm} = 2.20 \text{ N/mm}^2$
 Stahl
 Streckgrenze $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$

Gewählte Bewehrung

	A_s [cm ² /m]	a [mm]
bei max. M	10.05	16.0
Luftseite	10.05	16.0
bei min. M	10.05	16.0
Luftseite	10.05	16.0
Erdsseite	10.05	16.0

Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite: EN 1992-1-1 7.3.2 (7.1)
 Nachweis für Zwang (Art: zentrisch, Ursprung: innerhalb)
 Grenzwert für die Rissbreite $w_{max} = 0.40 \text{ mm}$
 wirksame Zugfestigkeit $f_{ct,eff} = 2.20 \text{ N/mm}^2$

	lc	k	$A_{s,req}$ [cm ² /m]	$C_{s,req}$ [N/mm ²]	σ_s [mm]	$A_{s,max}$ [cm ² /m]	NW ok
bei max. M	1.00	0.74	1000.00	259.39	21.1	8.48	Ja *
Luftseite	1.00	0.74	1000.00	259.39	21.1	8.48	Ja *
Erdsseite	1.00	0.74	1000.00	259.39	21.1	8.48	Ja *
bei min. M	1.00	0.74	1000.00	259.39	21.1	8.48	Ja *
Luftseite	1.00	0.74	1000.00	259.39	21.1	8.48	Ja *
Erdsseite	1.00	0.74	1000.00	259.39	21.1	8.48	Ja *

*) Gl. DIN EN 1992-1-1NA 7.5.1 ($A_{s,req} = A_{s,max}$)

Begrenzung der Rissbreiten: EN 1992-1-1 7.3.4
 Nachweis für Last - Einwirkungskombination: quasi-ständig
 Grenzwert für die Rissbreite $w_{max} = 0.40 \text{ mm}$
 wirksame Zugfestigkeit $f_{ct,eff} = 2.20 \text{ N/mm}^2$

	M [kNm]	N [kN]	$A_{s,req}$ [cm ² /m]	β_{wp} [%]	σ_s [mm]	f_{yk} [N/mm ²]	$R_{s,max}$ [mm]	$C_{s,req} \cdot C_{s,max}$ [°/oo]	$w_{s,req}$ [mm]	NW ok
bei max. M	110.61	-93.82	666.67	1.51	6.68	275.69	410.61	1.057	0.31	Ja
Luftseite	110.61	-93.82	666.67	1.51	6.68	275.69	410.61	1.057	0.31	Ja
Erdsseite	110.61	-93.82	666.67	1.51	6.68	275.69	410.61	1.057	0.31	Ja
bei min. M	-7.66	-20.11	20.11	1.51	6.68	275.69	410.61	1.057	0.31	Kein Nachweis erforderlich
Luftseite	-7.66	-20.11	20.11	1.51	6.68	275.69	410.61	1.057	0.31	Kein Nachweis erforderlich
Erdsseite	-7.66	-20.11	20.11	1.51	6.68	275.69	410.61	1.057	0.31	Kein Nachweis erforderlich

Begrenzung der Spannungen: EN 1992-1-1 7.2
 Einwirkungskombination: selten

	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_{s,0}$ [N/mm ²]	Zustand	α_s	$0.60 \cdot f_{yk}$ [N/mm ²]	NW ok	Betondruckspannung σ_c [N/mm ²]	Stahlgzugspannung σ_s [N/mm ²]	$0.80 \cdot f_{yk}$ [N/mm ²]	NW ok
bei max. M	110.61	-93.82	3.91	< f_{cm}	II	0.00	12.00	Ja	275.69	400.00	Ja
Luftseite	110.61	-93.82	3.91	< f_{cm}	II	11.44	12.00	Ja	0.00	400.00	Ja
Erdsseite	110.61	-93.82	3.91	< f_{cm}	II	11.44	12.00	Ja	0.00	400.00	Ja
bei min. M	-7.66	-20.11	0.24	< f_{cm}	I	0.34	12.00	Ja	0.00	400.00	Ja
Luftseite	-7.66	-20.11	0.24	< f_{cm}	I	0.34	12.00	Ja	0.00	400.00	Ja
Erdsseite	-7.66	-20.11	0.24	< f_{cm}	I	0.34	12.00	Ja	1.58	400.00	Ja

Zustand: I = ungelöst / II = gelöst

Es können wahlweise die Nachweise

- Begrenzung der Spannungen und
- Begrenzung der Rissbreiten

gewählt werden. Wahlweise kann die Berechnung unter Last und/oder unter Zwang angefordert werden, wobei für den Zwang die Art und der Ursprung gewählt werden können. Die maximale Rissbreite w_{max} sowie die Faktoren k_{zt} für Zwang und Last können vorgegeben werden, wahlweise auch die Schnittgrößen für den Nachweis, wenn nicht die Schnittgrößen aus der Wandbemessung verwendet werden sollen.

Die Nachweise werden jeweils für die Stelle des maßgebenden maximalen Biegemoments (max. M) bzw. des maßgebenden minimalen Biegemoments (min. M) geführt. Bei Schlitzwänden werden die Nachweise getrennt für Erd- und Luftseite geführt, bei Bohrpfahlwänden für den gesamten Pfahlquerschnitt.

Der Nachweis der Begrenzung der Spannungen sowie der Nachweis der Begrenzung der Rissbreite unter Lastbeanspruchung wird geführt für die Schnittgrößen der gewählten Einwirkungskombination (häufig, quasi-ständig, selten).

Sofern im GZG-Dialog das Häkchen bei der Option „Vorgabe Schnittgrößen“ gesetzt ist, werden die Schnittgrößen M_d , N_d in den zugehörigen Eingabefeldern verwendet anstatt der Schnittgrößen aus der gewählten Einwirkungskombination. Im Ausdruck wird dies durch „Einwirkungskombination: Vorgabe“ kenntlich gemacht.

Die nachfolgenden Erläuterungen sind im allgemeinen für einen Betonrechteckquerschnitt (z.B. Schlitzwand mit erd- und luftseitiger Bewehrung) formuliert. Im Falle eines Betonkreisquerschnitts (z.B. Bohrpfahlwand) wird, wo sinnvoll, ein flächengleicher quadratischer Ersatzquerschnitt verwendet.

Es ist jedoch zu beachten, dass beim Kreisquerschnitt eine ringförmig eingelegte Bewehrung (also $A_s = A_{s,gesamt}$) vorhanden ist. Bewehrungsgehalte oder auch Betonquerschnittsflächen können sich hier im Gegensatz zum Rechteckquerschnitt (A_s bzw. A_c je Seite, also ggf. bezogen auf 1/2 Querschnitt) auf den Gesamt(Kreis)querschnitt beziehen.

Einzelne Regelungen sind meist auch nur auf den Fall des Rechteckquerschnitts bezogen. Geeignete Regelungen für den Kreisquerschnitt fehlen dagegen häufig und müssen sinngemäß ergänzt werden. Bei gewähltem österreichischem NA (ÖNORM B 1992) wird für den Rissbreitennachweis auf die Veröffentlichung „Rissbreitennachweis bei Bohrpfählen... nach der österr. Richtlinie RVS09.01.41“ zurückgegriffen, in der spezielle Regelungen für Kreisquerschnitte getroffen wurden.

Begrenzung der Spannungen nach EN 1992-1-1 7.2

Der Nachweis wird geführt, sofern im GZG-Dialog das Häkchen bei der Option „Begrenzung der Spannungen“ gesetzt ist. Es wird der Nachweis der Begrenzung der Stahlzugspannung sowie der Nachweis der Begrenzung der Betondruckspannung geführt.

Bei der Spannungsermittlung wird unterschieden, ob der Gesamtquerschnitt elastisch bleibt (Zustand I: $\sigma_t (I) < f_{ctm}$) oder ob der Querschnitt aufreißt (Zustand II).

Der Grenzwert für die Betondruckspannung σ_c ist $k_1 \cdot f_{ck}$, wobei für k_1 generell der Wert 0,6 gilt. Eventuelle Abweichungen hiervon (z.B. NA Italien für $d < 5\text{cm}$: $k_1 \cdot 0,8$) werden aktuell nicht berücksichtigt.

Der Grenzwert für die Stahlzugspannung σ_s ist $k_3 \cdot f_{yk}$, wobei für k_3 generell der Wert 0,8 gilt.

Dieser Nachweis wird auch optional geführt, falls SIA 262 als Bemessungsnorm gewählt ist, da es nach SIA 262 keine speziellen Anforderungen an die Begrenzung der Spannungen gibt.

Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite für Zwangsbeanspruchungen nach EN 1992-1-1 7.3.2 (7.1)

Der Nachweis wird geführt, sofern im GZG-Dialog sowohl das Häkchen bei der Option „Begrenzung der Rissbreiten“ gesetzt ist als auch bei der Option „Berechnung unter Zwang“.

Es kann die Art der Zwangsbeanspruchung (zentrischer Zwang, Biegezwang beidseits bzw. Biegezwang Erd- oder Luftseite) gewählt werden, außerdem der Ursprung des Zwangs (innerer Zwang oder äußerer Zwang). Je nach eingestellter Bemessungsnorm bzw. Nationalem Anhang (NA) hat diese Auswahl unterschiedliche Auswirkungen auf die einzelnen Nachweisparameter. Außerdem kann die Anforderung an die maximale Rissbreite ($w_{,max}$) eingegeben werden. Zusätzlich kann mittels des Faktors k_{zt} (zwischen 0 und 1) entsprechend der zum Zeitpunkt des Nachweises erreichten Festigkeit die wirksame Betonzugfestigkeit $f_{ct,eff}$ abgemindert werden.

Der Nachweis wird geführt, indem die erforderliche Mindestbewehrung $A_{s,min}$ ermittelt wird und mit der jeweils gewählten Bewehrung A_s verglichen wird. Der Wert der Mindestbewehrung $A_{s,min}$ ergibt sich aus der Formel $k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma$. Die einzelnen Parameter können je nach gewähltem nationalem Anhang unterschiedliche Werte haben. Der Beiwert k_c ist abhängig von der Art des Zwangs und liegt i.a. zwischen 0.4 (Biegezwang) und 1.0 (zentrischer Zwang).

Der Beiwert k ist abhängig von der Querschnittsdicke h und liegt im allgemeinen zwischen 0.65 und 1.0. Bei gewähltem deutschem NA ist anstelle von h das Minimum aus Querschnittsbreite und Querschnittsdicke zu verwenden, außerdem darf hier bei innerem Zwang k mit 0.8 abgemindert werden. A_{ct} entspricht der Fläche der Betonzugzone und $f_{ct,eff}$ ist die wirksame Betonzugfestigkeit (siehe oben).

Für die Berechnung der relevanten Stahlzugspannung σ wird zunächst der Grenzdurchmesser \varnothing_s^* entsprechend Gl. 7.6N/7.7N bzw. bei gewähltem deutschem NA Gl. NA7.6/7.7 in Abhängigkeit von der gewählten maximalen Rissbreite ($w_{,max}$) bestimmt. Mit dem so ermittelten Wert wird dann nach Tab. 7.2N bzw. NA7.2 der Wert der zugehörigen Stahlzugspannung bestimmt.

Die ermittelten Werte können sich je nach gewähltem NA unterscheiden. Sofern der deutsche NA gewählt ist, kann auch die Formel NA 7.5.1 (sofern sie einen günstigeren Wert für $A_{S,min}$ ergibt) maßgebend werden. Dies wird dann im Ausdruck entsprechend gekennzeichnet. Der Nachweis ist erfüllt, sofern die jeweils gewählte Bewehrung A_S größer oder gleich dem Wert $A_{S,min}$ ist.

Begrenzung der Rissbreiten für Lastbeanspruchungen nach EN 1992-1-1 7.3.4

Der Nachweis wird geführt, sofern im GZG-Dialog sowohl das Häkchen bei der Option „Begrenzung der Rissbreiten“ gesetzt ist als auch bei der Option „Berechnung unter Last“.

Es wird zunächst geprüft, ob die maßg. Schnittgrößen M, N überhaupt zu einer Rissbildung führen. Sofern die maximale Betonzugspannung im Zustand I unterhalb der vorhandenen Betonzugfestigkeit $f_{ct,eff}$ bleibt, erübrigt sich der Nachweis.

Sofern die maßgebenden Schnittgrößen größer sind und der Zustand II erreicht wird, wird ausgehend von der gewählten Bewehrung A_S und dem gewählten Stabdurchmesser nach den Gl. (7.8) ff. die Rissbreite w_k ermittelt. Die Berechnung kann je nach gewähltem nationalem Anhang variieren. Der Nachweis ist erfüllt, sofern die rechnerische Rissbreite $w_{k,calc}$ kleiner ist als der Sollwert $w_{,max}$.

Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite nach SIA 262:2013 mit Korrigenda C1:2017

Der Nachweis wird geführt, sofern im GZG-Dialog sowohl das Häkchen bei der Option „Begrenzung der Rissbreiten“ gesetzt ist als auch bei der Option „Berechnung unter Zwang“.

Hierzu kann die Art der Anforderung (normal, erhöht, hoch) entsprechend SIA 262-C1:2017, Tab. 17 gewählt werden.

Unter dieser Überschrift sind zwei Nachweisziele zusammengefasst, die formal gleich ablaufen. „Verhindern spröden Versagens“ nach Zeile 1 der Tab. 17 sowie der eigentliche Nachweis „Begrenzung der Rissbreite unter aufgezwungenen oder behinderten Verformungen für quasi-ständige Lastfälle...“ nach Zeile 3 der Tab.17.

Beide Nachweise werden geführt, indem eine erforderliche Mindestbewehrung $A_{S,min}$ ermittelt wird und mit der jeweils gewählten Bewehrung A_S verglichen wird. Für die Ermittlung von $A_{S,min}$ wird die zulässige Stahlspannung $\sigma_{s,adm}$ benötigt.

Für das „Verhindern spröden Versagens“ ist $\sigma_{s,adm} = f_{sd}$, also gleich dem Bemessungswert der Stahlstreckgrenze. Für den Nachweis „Begrenzung der Rissbreite...“ ist $\sigma_{s,adm}$ abhängig von der „Art der Anforderung“.

Bei „normaler“ Anforderung ist wiederum $\sigma_{s,adm} = f_{sd}$. Bei „erhöhter“ oder „hoher“ Anforderung ist $\sigma_{s,adm}$ nach Gl. 100a zu ermitteln:

$$\sigma_{s,adm} = \text{Wurzel}(9 * E_s * f_{ctm} * w_{nom} * / \varnothing_s),$$

wobei w_{nom} bei erhöhter Anforderung = 0,5 mm, bei hoher Anforderung = 0,2 mm zu setzen ist.

Der erforderliche Mindestbewehrungsgrad ρ_{min} ergibt sich aus $f_{ctd} / \sigma_{s,adm}$.

Der Wert f_{ctd} ergibt sich aus $k_t * f_{ct,eff}$.

$f_{ct,eff}$ entspricht der mittleren Betonzugfestigkeit f_{ctm} , ggf. reduziert um einen Faktor k_{zt} (falls die Festigkeitsentwicklung des Betons zum Zeitpunkt des Nachweises noch nicht abgeschlossen ist).

Der Beiwert k_t berücksichtigt den Einfluss der Abmessung:

$$k_t = 1 / (1 + 0,5 * t)$$

Der Wert t entspricht beim Rechteckquerschnitt dem Minimum aus Höhe und Breite des Querschnitts, bei einem wandartigen Querschnitt der Wanddicke (in [m]).

Im Fall von Biegezwang gilt: $t = \text{Querschnittsdicke} / 3$.

Für den Nachweis „Begrenzung der Rissbreite...“ muss anstatt f_{ctm} der Wert $f_{ctk 0.95}$ verwendet werden. Damit ergibt sich ein um den Faktor 1.3 höherer Wert für f_{ctd} und somit auch für ρ_{min} .

Die Mindestbewehrung $A_{s,min}$ ergibt sich aus $\rho_{min} \cdot A_{ct}$.

A_{ct} ist hierbei die relevante Betonfläche unter Zugspannungen (bei Schlitzwand = halbe Wanddicke, bei Bohrpfahl(wand) = gesamter Kreisquerschnitt).

Begrenzung der Rissbreite nach SIA 262:C1-2017

Der Nachweis wird geführt, sofern im GZG-Dialog sowohl das Häkchen bei der Option „Begrenzung der Rissbreiten“ gesetzt ist als auch bei der Option „Berechnung unter Last“.

Auch hier kann die Art der Anforderung (normal, erhöht, hoch) entsprechend SIA 262-C1:2017, Tab. 17 gewählt werden.

Auch unter dieser Überschrift sind zwei Nachweisziele zusammengefasst, die formal gleich ablaufen. „Verhindern eines Fliessens der Bewehrung für häufige Lastfälle“ nach Zeile 2 der Tab. 17 (Dieser Nachweis ist nur bei Anforderung „erhöht“ bzw. „hoch“ relevant. Die zulässige Stahlspannung $\sigma_{s,adm}$ entspricht in diesem Fall dem Wert $f_{sd} - 80$ [MN/m²])

und „Begrenzen der Rissbreiten für quasi-ständige Lastfälle...“ nach Zeile 3 der Tab. 17. Die Ermittlung von $\sigma_{s,adm}$ erfolgt für diesen Fall genau wie beim Nachweis „Begrenzung der Rissbreite (Zwang)...“ in Abhängigkeit von der Anforderung.

Bei diesen Nachweisen wird die sich aus den maßgebenden Schnittgrößen der relevanten Lastkombination ergebende Stahlspannung direkt mit dem Wert $\sigma_{s,adm}$ verglichen.

Bemessung - Bewehrung

Auf der Seite "Bewehrung" können, falls die [Zusatzoption](#) DC-Bewehrung vorhanden ist, Staffellungen für die Bewehrung eingegeben werden, die dann in der Ausgabe über die Zugkraftdeckungsline dargestellt werden:

Wandabschnitt

Schnittgrößen/Ankerkräfte aus Berechnung

Schlitzwand | Anker | Gurtung | **Bewehrung** | GZG

Ausdruck Versatzmaß (m) Darstellung Wand/Pfahl

Sichtbar

Biegebemessung Luftseite Erdseite Sichtbar

Von	bis	As,L erf.	As1 gew.	oder Durchmesser:	alle	cm
0.00	7.00	13.45	15.71	keine	0	
7.00	10.00	8.79	10.47	20	4	cm
		0.00	0.00	20	30	cm
		0.00	0.00	keine	4	cm
		0.00	0.00	keine	0	cm
		0.00	0.00	6	0	cm
		0.00	0.00	6	0	cm

Querkraftbemessung Sichtbar

Von	bis	As,Q erf.	AsQ gew.	d (mm)	Ganghöhe (alle cm)
0.00	10.00	3.84	4.02	8	25
10.00		0.00		keine	1
		0.00		6	0
		0.00		6	0
		0.00		6	0

Es stehen die beiden Arten Biegebemessung für die Biegebewehrung und Querkraftbemessung für die Querkraftbewehrung zur Verfügung. Bei Schlitzwänden kann zusätzlich unterschieden werden zwischen Luftseite und Erdseite.

Das Versatzmaß gibt an, um welches Maß die Längsbewehrung länger sein muss als der durch die erforderliche Bewehrung bestimmte rechnerische Bewehrungsbereich.

Die Bewehrungsseite insgesamt kann über Entfernen des Hakens bei "Ausdruck" ausgeschaltet werden, wahlweise auch nur die Linie der Bewehrung mit Versatzmaß, die reine Biegebewehrung oder die Querkraftbewehrung über die Schalter "Sichtbar". Zusätzlich kann die Darstellung der Wand bzw. des Pfahls in der rechten Hälfte der Ausgabe ausgeschaltet werden.

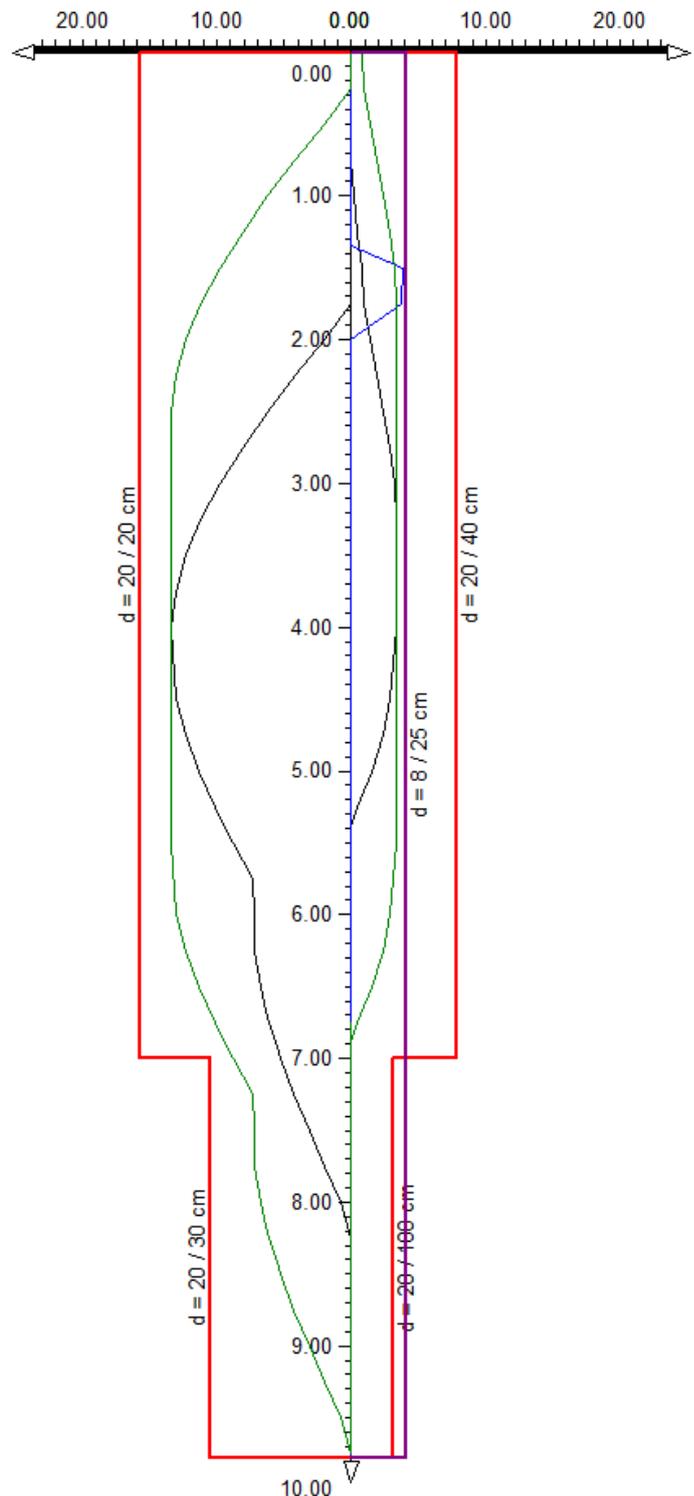
Es können Tiefen für einzelne Bereiche der Bewehrung eingegeben werden, wobei die Tiefe "bis" immer gleich der nächsten Tiefe "von" ist. Für den jeweiligen Tiefenbereich ("von" - "bis") wird dann die maximal erforderliche Bewehrung automatisch bestimmt. Für den gewählten Durchmesser wird dann die erforderliche Anzahl (Bohrpfahlwand) bzw. der erforderliche Abstand oder die Anzahl bei Matten (Schlitzwand) berechnet und eingetragen.

Danach kann eine größere Anzahl oder ein kleinerer Abstand als gewählte Bewehrung eingetragen werden und wird in der Grafik entsprechend dargestellt.

Die gewünschten Farben können im Eingabefenster unter Einstellungen - Farben eingestellt werden: es stehen getrennte Farben zur Verfügung für die erforderliche Längs- und Querkraftbewehrung, die Längsbewehrung mit Versatzmaß sowie die gewählte Längs- und Querkraftbewehrung.

Über die Schaltfläche "Übernehmen aus Wandbem." kann die bei der Wand eingestellte gewählte Bewehrung wieder auf die Seite "Bewehrung" übertragen werden.

Speziell bei Schlitzwänden kann berücksichtigt werden, dass die Breite eines Bewehrungskorbes normalerweise kleiner ist als die Einflussbreite eines Lamellenabschnitts. Hierfür kann die Einflussbreite und die Lamellenbreite angegeben werden und die erforderliche Bewehrung wird dann mit dem Faktor Einflussbreite/Korbbreite multipliziert. Der verwendete Faktor wird dann unter dem Bewehrungsdiagramm angegeben.



Dateien für DC-Software

Die Dateien werden allgemein in den [DC-Bedienungsgrundlagen](#) beschrieben.

- Speziell DC-Baugrube besitzt noch dcltb.dyw für die Bemessung.