

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (Hrsg.)

Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB)

- ein Standardwerk für alle mit der Planung und Berechnung von Baugrubenumschließungen betrauten Fachleute
- normenähnlicher Charakter, zahlreiche Verweise in der Norm
- umfassende Überarbeitung der Neuauflage gemäß DIN EN 1997-1, DIN EN 1997-1/NA und DIN 1054

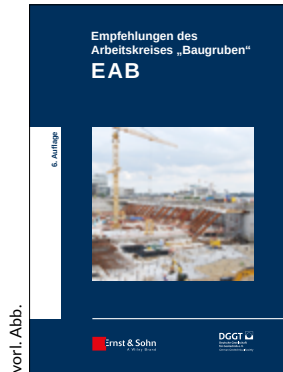
Für die vorliegende 6. Auflage wurden alle Empfehlungen gründlich überprüft, soweit erforderlich überarbeitet und an neue Erkenntnisse angepasst. Ein neues Kapitel für Unterfangungen als Baugrubensicherungen wurde ergänzt. Das Buch ersetzt und erweitert die 5. Auflage von 2012.

BESTELLEN

+49 (0)30 470 31-236

marketing@ernst-und-sohn.de

www.ernst-und-sohn.de/3332



vorl. Abb.

6. wesentlich überarb. u. erw. Auflage ·
4 / 2021 · ca. 298 Seiten ·
ca. 120 Abbildungen · ca. 25 Tabellen

Hardcover

ISBN 978-3-433-03332-6 ca. € 79*

eBundle (Print + PDF)

ISBN 978-3-433-03333-3 ca. € 99*

Bereits vorbestellbar.

ÜBER DAS BUCH

Mit der Herausgabe der Empfehlungen, die normenähnlichen Charakter haben, unterstützt der Arbeitskreis „Baugruben“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT) die Planungspraxis bei Entwurf und Berechnung von Baugrubenumschließungen. Alle Empfehlungen wurden gegenüber der vorherigen 5. Auflage gründlich überprüft, soweit erforderlich überarbeitet und an neue Erkenntnisse angepasst. Wesentlich geändert wurden die Erfahrungswerte für Mantelreibung und Spitzendruck von Spundwänden und Trägerbohlwänden. Das Kapitel „Baugruben in weichen Böden“ konnte erheblich gestrafft werden. Einem dringenden Bedürfnis der Praxis folgend wurde zudem ein völlig neues Kapitel „Unterfangungen“ als Baugrubensicherung erarbeitet.

Die Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ sollen helfen:

- Entwurf und Berechnung von Baugrubenumschließungen zu erleichtern,
- Lastansätze und Berechnungsverfahren zu vereinheitlichen,
- die Standsicherheit der Baugrubenkonstruktionen und ihrer Einzelteile sicherzustellen und
- die Wirtschaftlichkeit der Baugrubenkonstruktionen zu verbessern.

BESTELLUNG

Anzahl	ISBN /	Titel	Preis
	978-3-433-03332-6	Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB)	ca. € 79*
	978-3-433-03333-3	Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB) (Print + PDF)	ca. € 99*

Privat

Geschäftlich

Bitte richten Sie Ihre Bestellung an:

Tel. +49 (0)30 47031-236

Fax +49 (0)30 47031-240

marketing@ernst-und-sohn.de

108208 Free Shipping

Firma _____

UST-ID Nr. _____

Name Vorname _____

Telefon _____

Fax _____

Straße Nr. _____

PLZ/Ort/Land _____

E-Mail _____

www.ernst-und-sohn.de/3332

Datum/Unterschrift _____

Mitglieder des Arbeitskreises „Baugruben“

Zum Zeitpunkt der Herausgabe der vorliegenden Sammelveröffentlichung setzte sich der Arbeitskreis „Baugruben“ wie folgt zusammen:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. A. Hettler, Dortmund (Obmann)
Dipl.-Ing. U. Barth, Mannheim
Dr.-Ing. P. Becker, Hamburg
Prof. Dr.-Ing. K.-M. Borchert, Berlin
Dipl.-Ing. Th. Brand, Berlin
Dipl.-Ing. M. Braun, Mannheim
Dipl.-Ing. F. Friese, Berlin
Dipl.-Ing. W. Hackenbroch, Duisburg
Dipl.-Ing. R. Haussmann, Schrobenhausen
Dipl.-Ing. I. Hecht, Berlin
Dr.-Ing. M. Herten, Karlsruhe
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. R. Hofmann, Innsbruck
Dipl.-Ing. H.-U. Kalle, Hagen
Univ.-Prof. (em.) Dr.-Ing. H. G. Kempfert, Hamburg
Dr.-Ing. St. Kinzler, Hamburg (stv. Obmann)
Prof. Dr.-Ing. F. Könemann, Dortmund
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Ch. Moormann, Stuttgart
Univ.-Prof. Dr.-Ing. E. Perau

Weitere Mitglieder des Arbeitskreises waren:

o. Prof. em. Dr.-Ing. H. Breth, Darmstadt
Dipl.-Ing. R. Briske (†), Horrem
Dipl.-Ing. H. Bülow, Berlin
Dipl.-Ing. G. Ehl, Essen
Dipl.-Ing. E. Erler (†), Essen
Dipl.-Ing. I. Feddersen (†), Karlsruhe
Dipl.-Ing. H. Friesecke, Hamburg
Dipl.-Ing. F. Gantke, Dortmund
Dipl.-Ing. P. Gollub, Essen
Dipl.-Ing. E. Hanke, Eckental

Dipl.-Ing. Th. Jahnke (†), Köln
o. Prof. Dr.-Ing. H. L. Jessberger (†), Bochum
Dipl.-Ing. K. Kast (†), München
Dr.-Ing. H. Krimmer, Frankfurt
o. Prof. em. Dr.-Ing. E. h. E. Lackner (†), Bremen
Dr.-Ing. K. Langhagen, Dietzenbach
Dipl.-Ing. K. Martinek, München
Dipl.-Ing. H. Ch. Müller-Haude (†), Frankfurt/Main
o. Prof. Dr.-Ing. H. Nendza (†), Essen
Prof. Dr.-Ing. E. h. M. Nußbaumer, Stuttgart
Dipl.-Ing. E. Pirlet (†), Köln
Dipl.-Ing. Ch. Sängler, Stuttgart
Dr.-Ing. H. Schmidt-Schleicher, Bochum
Prof. Dr.-Ing. H. Schulz, Karlsruhe
Dipl.-Ing. E. Schultz, Bad Vilbel
o. Prof. Dr.-Ing. H. Simons (†), Braunschweig
Dipl.-Ing. H. H. Sonder, Berlin
Dr.-Ing. J. Spang (†), München
Dr.-Ing. D. Stroh (†), Essen
Prof. Dr.-Ing. K. R. Ulrichs (†), Essen
Dipl.-Ing. U. Timm, Mannheim
Dipl.-Ing. W. Vogel, München
Univ.-Prof. Dr.-Ing. B. Walz (†), Wuppertal
Dipl.-Ing. K. Wedekind, Stuttgart
Prof. Dipl.-Ing. H. Wind (†), Frankfurt/Main
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. A. Weißenbach, Norderstedt
(Obmann bis 2006)

Vorwort

Um einem erkennbar gewordenen dringenden Erfordernis Rechnung zu tragen, rief die Deutsche Gesellschaft für Erd- und Grundbau e. V. – heute Deutsche Gesellschaft für Geotechnik – im Jahr 1965 den Arbeitskreis „Tunnelbau“ ins Leben und übertrug dessen Leitung dem allseits geschätzten, allzu früh verstorbenen Prof. Dr.-Ing. J. Schmidbauer. Die umfangreichen Aufgaben dieses Arbeitskreises wurden auf die drei Arbeitsgruppen „Allgemeines“, „Offene Bauweise“ und „Geschlossene Bauweise“ aufgeteilt. Die Arbeitsgruppe „Offene Bauweise“ beschäftigte sich unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Anton Weißenbach zunächst nur mit den vordringlichen Fragen der Berechnung, Bemessung und Konstruktion von Baugrubenumschließungen. Als erstes Zwischenergebnis dieser Arbeitsgruppe veröffentlichte die Deutsche Gesellschaft für Erd- und Grundbau e. V. die „Empfehlungen zur Berechnung ausgesteifter oder verankerter, im Boden frei aufgelagerter Trägerbohlwände für Baugruben, Entwurf März 1968“.

Die Bearbeitung der Fragen, die mit der Berechnung, Bemessung und Konstruktion von Baugrubenumschließungen zusammenhängen, erwies sich im Laufe der Bearbeitungszeit als so umfangreich, dass sich die Deutsche Gesellschaft für Erd- und Grundbau e. V. entschloss, diesen Aufgabenbereich aus dem Arbeitsgebiet des Arbeitskreises „Tunnelbau“ herauszunehmen und einem eigenen Arbeitskreis „Baugruben“ zu übertragen, dessen personelle Besetzung mit derjenigen der früheren Arbeitsgruppe „Offene Bauweise“ weitgehend identisch war. Die erste Veröffentlichung mit dem Titel „Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben“ erschien in der Zeitschrift „Die Bautechnik“, Jahrgang 1970. Sie beruhte auf einer grundlegenden Umarbeitung, Neugliederung und Ergänzung der im Jahr 1968 veröffentlichten Vorschläge und umfasste 24 durchnummerierte Empfehlungen, die sich im Wesentlichen mit den Grundlagen der Berechnung von Baugrubenumschließungen, mit der Berechnung von Trägerbohlwänden, Baugrubenspundwänden und Ort betonwänden sowie mit dem Einfluss einer Bebauung neben der Baugrube beschäftigten.

In der Folgezeit veröffentlichte der Arbeitskreis „Baugruben“ in zweijährigen Abständen neue und überarbeitete Empfehlungen. Als sich ein Bearbeitungsstand abzeichnete, der vorerst weitere Änderungen nicht mehr erwarten ließ, entschloss sich die Deutsche Gesellschaft für Erd- und Grundbau e. V., die in den Jahrgängen

1970, 1972, 1974, 1976, 1978 und 1980 der Zeitschrift „Die Bautechnik“ verstreuten 57 Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ zusammenzufassen und im Jahr 1980 der Fachwelt in geschlossener Form zur Verfügung zu stellen.

In der im Jahr 1988 vorgelegten 2. Auflage sind diese Empfehlungen zum Teil überarbeitet und darüber hinaus um weitere neun Empfehlungen zum Thema „Baugruben im Wasser“ ergänzt worden, die in der „Bautechnik“, Jahrgang 1984 im Entwurf veröffentlicht wurden, und um weitere zwei Empfehlungen zum Thema „Lastfiguren für gestützte Baugrubenwände“, die in der „Bautechnik“, Jahrgang 1987 veröffentlicht wurden. Weitere vier Empfehlungen ergaben sich durch die teilweise Neugliederung und durch das Bemühen um bessere Verständlichkeit. Die vorgenommenen Änderungen und Ergänzungen wurden in einem Aufsatz in der „Bautechnik“, Jahrgang 1989, erläutert.

In der 3. Auflage aus dem Jahr 1994 sind einige Empfehlungen überarbeitet und drei neue Empfehlungen zum Thema „Baugruben mit besonderem Grundriss“ aufgenommen worden. Die Änderungen an den bereits bestehenden Empfehlungen sind in der „Bautechnik“, Jahrgang 1995, erläutert. Im gleichen Heft wurden auch die drei neuen Empfehlungen als Entwurf der Öffentlichkeit vorgestellt. Darüber hinaus ist in die 3. Auflage ein Anhang aufgenommen worden, in dem die wichtigsten Bestimmungen aus bauaufsichtlich eingeführten Normen enthalten sind, die für Standsicherheitsnachweise benötigt werden.

Gleichzeitig mit der Erarbeitung der 3. Auflage der EAB beteiligte sich der Arbeitskreis „Baugruben“ auch intensiv an der Umsetzung des neuen Teilsicherheitskonzeptes im Erd- und Grundbau. Dies lag zum einen daran, dass mehrere Mitglieder des Arbeitskreises „Baugruben“ auch im Arbeitsausschuss „Sicherheit im Erd- und Grundbau“, der die DIN V 1054-100 zu erarbeiten hatte, vertreten waren. Zum anderen wurde immer deutlicher erkennbar, dass die Baugrubenkonstruktionen weit mehr als andere Konstruktionen des Grundbaues von den neuen Regelungen betroffen waren. Insbesondere die Festlegung in dem europäischen Normentwurf EN 1997-1, wonach zwei Berechnungen durchzuführen waren – zum einen mit Anwendung der Teilsicherheitsbeiwerte auf die Scherfestigkeit, zum anderen mit Anwendung der Teilsicherheitsbeiwerte auf die Einwirkungen – war nicht hinnehmbar. Sie führte im Vergleich mit der bisherigen bewährten Praxis zu Ergebnissen, die teilweise deutlich größere Abmessungen zur Folge hatten, teilweise aber auch zu Ergebnissen, die auf der unsicheren Seite lagen. Demgegenüber stand als Gegenmodell der Entwurf der neuen DIN 1054, in dem die Teilsicherheitsbeiwerte in gleicher Weise auf die äußeren Einwirkungen sowie auf den Erddruck und auf die Bodenwiderstände anzuwenden waren, die mit der herkömmlichen Scherfestigkeit ermittelt worden sind. In der EAB-100, die ebenso wie die ENV 1997-1 und die DIN 1054-100 im Jahr 1996 erschienen ist, wurden die beiden Konzepte in der praktischen Anwendung vorgestellt und die Unterschiede deutlich gemacht. Damit sollte der Fachwelt die noch offenstehende Entscheidung zugunsten der deutschen Vorschläge erleichtert werden.

In der Folgezeit wurden zwei wichtige Entscheidungen getroffen: Zum einen wurde die EN 1997-1 in einer Form veröffentlicht, welche die Vorschläge der neuen DIN 1054 als eine von drei zulässigen Varianten enthält. Zum anderen wurde das Konzept der DIN 1054-100 insofern geändert, als die ursprünglich vorgesehene Überlagerung von Bemessungswerten des Erddruckes mit Bemessungswerten des Erdwiderstandes nicht mehr zugelassen wird, weil sich dieser Weg nicht mit dem Grundsatz der strikten Trennung von Einwirkungen und Widerständen vereinbaren lässt. Außerdem erhält man jetzt mit Ansatz von charakteristischen Einwirkungen am vorgegebenen System charakteristische Schnittgrößen und charakteristische Verformungen, mit der Folge, dass für den Nachweis der Tragfähigkeit und für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit in der Regel nur eine einzige Durchrechnung erforderlich ist. Die 4. Auflage der EAB aus dem Jahre 2009 stützte sich voll und ganz auf diese Festlegungen, erweiterte sie aber wie schon in der Vergangenheit um ergänzende Regelungen. Darüber hinaus wurden sämtliche Empfehlungen aus der 3. Auflage einer gründlichen Überarbeitung unterzogen. Neu hinzugefügt wurden Empfehlungen über die Anwendung des Bettungsmodulverfahrens und der Finite-Elemente-Methode (FEM) sowie ein neues Kapitel über Baugruben in weichen Böden. Diese waren bereits auf der Grundlage des Globalsicherheitskonzeptes in der „Bautechnik“, Jahrgang 2002 und 2003, der Fachwelt zur Stellungnahme vorgelegt worden. Mehrere, teils sehr umfangreiche Zuschriften wurden in der 4. Auflage berücksichtigt.

Nach Abschluss der 4. Auflage 2006 beendete Anton Weißenbach nach über 40 Jahren seine Tätigkeit als Obmann und schied zusammen mit weiteren langjährigen Mitgliedern aus dem Arbeitskreis aus.

In der Folgezeit war ein Schwerpunkt des Arbeitskreises Baugruben – nun unter Leitung des Unterzeichners – die Empfehlung EB 102 „Bettungsmodulverfahren“, die völlig überarbeitet 2011 in der Zeitschrift „Bautechnik“ der Fachöffentlichkeit als Entwurf vorgestellt wurde. Mit der sich abzeichnenden bauaufsichtlichen Einführung der Eurocodes wurde eine Anpassung der 4. Auflage der Empfehlungen an die Vorgaben der DIN EN 1997-1:2009 in Verbindung mit dem Nationalen Anhang DIN 1997-1/NA:2010-12 und den ergänzenden Regelungen der DIN 1054:2010-12 erforderlich. Die Änderungen in der 2012 veröffentlichten 5. Auflage waren verhältnismäßig gering. Die meisten der seit Jahren bewährten Regelungen konnten erhalten bleiben, weil sich die Sicherheitsphilosophie gegenüber der 4. Auflage vom Grundsatz her nicht geändert hatte. Wesentlich überarbeitet wurde dagegen Kap. 10 „Baugruben im Wasser“ mit Ergänzungen zu den Themen Risiken aus Erosionsvorgängen, Anisotropie in der Durchlässigkeit und hydraulischem Grundbruch. Aufgrund der fortgeschrittenen Entwicklung in der Messtechnik und den gestiegenen Anforderungen wurde Kap. 14 „Messtechnische Überprüfung und Überwachung von Baugrubenkonstruktionen“ völlig neu formuliert.

Für die vorliegende 6. Auflage wurden alle Empfehlungen gründlich überprüft, soweit erforderlich überarbeitet und an neue Erkenntnisse angepasst. Wesentlich

geändert wurden die Erfahrungswerte für Mantelreibung und Spitzendruck von Spundwänden und Trägerbohlwänden. Das Kap. 12 „Baugruben in weichen Böden“ konnte erheblich gestrafft werden, weil seit der Veröffentlichung erster Empfehlungen im Jahre 2002 viele Erläuterungen inzwischen als bekannt vorausgesetzt werden können. Einem dringenden Bedürfnis der Praxis folgend wurde ein neues Kapitel „Unterfangungen“ erarbeitet, das als Entwurf im Jahresbericht 2019 in der „Bautechnik“ erstmals vorgestellt und nach mehreren Zuschriften in überarbeiteter Form in die 6. Auflage aufgenommen wurde.

Ziel des Arbeitskreises „Baugruben“ ist es weiterhin, durch Bearbeitung vorliegender und durch Herausgabe weiterer Empfehlungen

- a) Entwurf und Berechnung von Baugrubenumschließungen zu erleichtern,
- b) Lastansätze und Berechnungsverfahren zu vereinheitlichen,
- c) die Standsicherheit der Baugrubenkonstruktionen und ihrer Einzelteile sicherzustellen und
- d) die Wirtschaftlichkeit der Baugrubenkonstruktionen zu verbessern.

Der Arbeitskreis „Baugruben“ dankt allen, die in der Vergangenheit durch Zuschriften oder auf andere Weise die Ausschussarbeit gefördert haben, und bittet auch für die Zukunft um diese Unterstützung.

Achim Hettler

Inhaltsverzeichnis

Mitglieder des Arbeitskreises „Baugruben“ V

Vorwort VII

Benutzerhinweise XI

- 1 Allgemeines** 1
 - 1.1 Bautechnische Voraussetzungen für die Anwendung der Empfehlungen (EB 1) 1
 - 1.2 Maßgebende Vorschriften (EB 76) 2
 - 1.3 Sicherheitskonzept (EB 77) 3
 - 1.4 Grenzzustände (EB 78) 5
 - 1.5 Stützung von Baugrubenwänden (EB 67) 8
 - 1.6 Planung und Prüfung von Baugruben (EB 106) 9

- 2 Grundlagen für die Berechnung** 11
 - 2.1 Einwirkungen (EB 24) 11
 - 2.2 Bodenkenngrößen (EB 2) 13
 - 2.3 Erddruckneigungswinkel (EB 89) 15
 - 2.4 Teilsicherheitsbeiwerte (EB 79) 17
 - 2.5 Allgemeine Festlegungen für den Ansatz von Nutzlasten (EB 3) 18
 - 2.6 Nutzlasten aus Straßen- und Schienenverkehr (EB 55) 20
 - 2.7 Nutzlasten aus Baustellenverkehr und Baubetrieb (EB 56) 22
 - 2.8 Nutzlasten aus Baggern und Hebezeugen (EB 57) 24

- 3 Größe und Verteilung des Erddrucks** 27
 - 3.1 Abhängigkeit der Erddrucklast von der gewählten Bauweise (EB 8) 27
 - 3.2 Größe des aktiven Erddrucks bei unbelasteter Geländeoberfläche (EB 4) 28
 - 3.3 Verteilung des aktiven Erddrucks bei unbelasteter Geländeoberfläche (EB 5) 31
 - 3.4 Größe des aktiven Erddrucks aus Nutzlasten (EB 6) 35
 - 3.5 Verteilung des aktiven Erddrucks aus Nutzlasten (EB 7) 37

- 3.6 Überlagerung von Erddruckanteilen bei belasteter Geländeoberfläche (EB 71) 39
- 3.7 Ermittlung des Erdruhedrucks (EB 18) 42
- 3.8 Erddruckansatz in Rückbauzuständen (EB 68) 44

- 4 Allgemeine Festlegungen für die Berechnung 47**
- 4.1 Nachweis der Standsicherheit (EB 81) 47
- 4.2 Allgemeines zu den Berechnungsverfahren (EB 11) 49
- 4.3 Ermittlung und Nachweis der Einbindetiefe (EB 80) 53
- 4.4 Ermittlung der Schnittgrößen (EB 82) 56
- 4.5 Anwendung des Bettungsmodulverfahrens (EB 102) 58
- 4.6 Anwendung der Finite-Elemente-Methode (EB 103) 64
- 4.7 Nachweis der Vertikalkomponente des mobilisierten Erdwiderstands (EB 9) 69
- 4.8 Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EB 84) 71
- 4.9 Standsicherheitsnachweise für ausgesteifte Baugruben in Sonderfällen (EB 10) 73
- 4.10 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (EB 83) 75
- 4.11 Zulässige Vereinfachungen im Grenzzustand GEO-2 bzw. STR (EB 104) 79

- 5 Berechnungsansätze für Trägerbohlwände 81**
- 5.1 Lastbildermittlung für Trägerbohlwände (EB 12) 81
- 5.2 Lastfiguren für gestützte Trägerbohlwände (EB 69) 83
- 5.3 Bodenreaktionen und Erdwiderstand bei im Boden frei aufgelagerten Trägerbohlwänden (EB 14) 85
- 5.4 Fußeinspannung bei Trägerbohlwänden (EB 25) 87
- 5.5 Gleichgewicht der Horizontalkräfte bei Trägerbohlwänden (EB 15) 90

- 6 Berechnungsansätze für Spundwände und Ortbetonwände 95**
- 6.1 Lastbildermittlung für Spundwände und Ortbetonwände (EB 16) 95
- 6.2 Lastfiguren für gestützte Spundwände und Ortbetonwände (EB 70) 97
- 6.3 Bodenreaktionen und Erdwiderstand bei im Boden frei aufgelagerten Spundwänden und Ortbetonwänden (EB 19) 99
- 6.4 Fußeinspannung bei Spundwänden und Ortbetonwänden (EB 26) 101

- 7 Verankerte Baugrubenwände 107**
- 7.1 Verankerungen (EB 107) 107
- 7.2 Größe und Verteilung des Erddrucks bei verankerten Baugrubenwänden (EB 42) 107
- 7.3 Nachweis der Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge (EB 44) 109
- 7.4 Nachweis der Geländebruchsicherheit (EB 45) 115
- 7.5 Maßnahmen gegen mögliche Bewegungen von verankerten Baugrubenwänden (EB 46) 118

- 8 Baugruben mit besonderem Grundriss 121**
 - 8.1 Baugruben mit kreisförmigem Grundriss (EB 73) 121
 - 8.2 Baugruben mit ovalem Grundriss (EB 74) 126
 - 8.3 Baugruben mit rechteckigem Grundriss (EB 75) 132

- 9 Baugruben neben Bauwerken 139**
 - 9.1 Bautechnische Voraussetzungen und Maßnahmen (EB 20) 139
 - 9.2 Berechnung der Baugrubenwand mit aktivem Erddruck bei Baugruben neben Bauwerken (EB 21) 141
 - 9.3 Ansatz des aktiven Erddrucks bei großem Abstand der Baugrubenwand zum Bauwerk (EB 28) 143
 - 9.4 Ansatz des aktiven Erddrucks bei kleinem Abstand der Baugrubenwand zum Bauwerk (EB 29) 145
 - 9.5 Berechnung der Baugrubenwand mit erhöhtem aktivem Erddruck (EB 22) 147
 - 9.6 Berechnung der Baugrubenwand mit Erdruhedruck (EB 23) 151
 - 9.7 Gegenseitige Beeinflussung gegeneinander ausgesteifter Baugrubenwände bei Baugruben neben Bauwerken (EB 30) 155

- 10 Baugruben im Wasser 159**
 - 10.1 Allgemeines zu Baugruben im Wasser (EB 58) 159
 - 10.2 Strömungskräfte (EB 59) 161
 - 10.3 Baugruben mit abgesenktem Grundwasser (EB 60) 162
 - 10.4 Nachweis der Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch (EB 61) 164
 - 10.5 Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen (EB 62) 168
 - 10.6 Standsicherheitsnachweis für Baugrubenwände im Wasser (EB 63) 175
 - 10.7 Konstruktion und Bauausführung bei Baugruben im Wasser (EB 64) 179
 - 10.8 Wasserhaltung (EB 65) 182
 - 10.9 Überwachungsmaßnahmen bei Baugruben im Wasser (EB 66) 184

- 11 Baugruben in nicht standfestem Gebirge 185**
 - 11.1 Allgemeine Festlegungen für Baugruben in nicht standfestem Gebirge (EB 38) 185
 - 11.2 Größe des Gebirgsdrucks (EB 39) 188
 - 11.3 Verteilung des Gebirgsdrucks (EB 40) 191
 - 11.4 Belastbarkeit des Gebirges durch Auflagerkräfte am Wandfuß (EB 41) 191

- 12 Baugruben in weichen Böden 193**
 - 12.1 Anwendungsbereich der Empfehlungen EB 91 bis EB 101 (EB 90) 193
 - 12.2 Baugrunduntersuchungen bei weichen Böden (EB 94) 194
 - 12.3 Böschungen in weichen Böden (EB 91) 194
 - 12.4 Verbaukonstruktionen in weichen Böden (EB 92) 195
 - 12.5 Bauvorgang bei weichen Böden (EB 93) 196

- 12.6 Erddruck auf Baugrubenwände in weichen Böden (EB 95) 199
- 12.7 Bodenreaktionen bei Baugrubenwänden in weichen Böden (EB 96) 201
- 12.8 Berücksichtigung des Wasserdrucks bei weichen Böden (EB 97) 205
- 12.9 Berücksichtigung der Bauzustände bei Baugruben in weichen Böden (EB 98) 206
- 12.10 Weitere Standsicherheitsnachweise bei Baugruben in weichen Böden (EB 99) 206
- 12.11 Wasserabsenkungen bei Baugruben in weichen Böden (EB 100) 209
- 12.12 Gebrauchstauglichkeit von Baugrubenkonstruktionen in weichen Böden (EB 101) 210

- 13 Unterfangungen 213**
- 13.1 Bautechnische Voraussetzungen und Maßnahmen bei Unterfangungen (EB 108) 213
- 13.2 Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit von Unterfangungen (EB 109) 214
- 13.3 Erddruck bei Unterfangungen (EB 110) 217
- 13.4 Hinweise zur Bauausführung bei Unterfangungen (EB 111) 218

- 14 Nachweis der Tragfähigkeit der Einzelteile 221**
- 14.1 Materialkenngrößen und Teilsicherheitsbeiwerte für Bauteilwiderstände (EB 88) 221
- 14.2 Tragfähigkeit der Ausfachung von Trägerbohlwänden (EB 47) 222
- 14.3 Tragfähigkeit von Bohlträgern (EB 48) 225
- 14.4 Tragfähigkeit von Spundbohlen (EB 49) 228
- 14.5 Tragfähigkeit von Ortbetonwänden (EB 50) 230
- 14.6 Tragfähigkeit von Gurten (EB 51) 231
- 14.7 Tragfähigkeit von Steifen (EB 52) 233
- 14.8 Tragfähigkeit des Grabenverbaus (EB 53) 235
- 14.9 Tragfähigkeit von Hilfsbrücken und Baugrubenabdeckungen (EB 54) 236
- 14.10 Äußere Tragfähigkeit von Bohlträgern, Spundwänden und Ortbetonwänden (EB 85) 238
- 14.11 Tragfähigkeit von Zugpfählen und Verpressankern (EB 86) 239
- 14.12 Nachweis der Kraftübertragung von der Verankerung auf das Erdreich (EB 43) 241
- 14.13 Bemessung von Bodenverfestigungen für Unterfangungskörper (EB 112) 242

- 15 Messtechnische Überprüfung und Überwachung von Baugrubenkonstruktionen 245**
- 15.1 Erfordernis und Zweck von Messungen und Überprüfungen (EB 31) 245
- 15.2 Messgrößen und Messverfahren (EB 32) 246
- 15.3 Planung von Messungen (EB 33) 248
- 15.4 Anordnung der Messstellen (EB 34) 250

- 15.5 Durchführung der Messungen und Weitergabe der Mess-
ergebnisse (EB 35) 251
- 15.6 Auswertung und Dokumentation der Messergebnisse (EB 36) 252

- Anhang 255**
- A 1 Lagerungsdichte nichtbindiger Böden 255
- A 2 Konsistenz bindiger Böden 256
- A 3 Bodenkenngrößen nichtbindiger Böden 258
- A 4 Bodenkenngrößen bindiger Böden 260
- A 5 Geotechnische Kategorien für Baugruben 262
- A 6 Teilsicherheitsbeiwerte für geotechnische Größen 263
- A 7 Materialkennwerte und Teilsicherheitsbeiwerte für Bauteile aus Beton
und Stahlbeton 265
- A 8 Materialkennwerte und Teilsicherheitsbeiwerte für Bauteile
aus Stahl 267
- A 9 Materialkennwerte und Teilsicherheitsbeiwerte für Bauteile
aus Holz 268
- A 10 Erfahrungswerte für Mantelreibung und Spitzendruck von Spundwänden
und Bohlträgern 269
- A 11 Verankerungen 271
- A 12 Scherfestigkeit weicher Böden 272

Literatur 277**Kurzzeichen und Benennungen 289**

- Geometrische Größen 289
- Baugrund- und Bodenparameter 289
- Erddruck 290
- Sonstige Lasten, Kräfte und Schnittgrößen 290
- Nachweise nach dem Teilsicherheitskonzept 291
- Verschiedenes 291

Empfehlungen nach Nummern geordnet 293**Inserentenverzeichnis 297**

2. Es werden folgende Grenzzustände unterschieden:
 - a) Der Grenzzustand der Tragfähigkeit ist ein Zustand des Tragwerks, dessen Überschreitung unmittelbar zu einem rechnerischen Einsturz oder anderen Formen des Versagens führt. Er wird im Handbuch Eurocode 7, Band 1 als ULS (Ultimate Limit State) bezeichnet. Beim Grenzzustand ULS werden fünf Fälle unterschieden, siehe Absätze 3, 4 und 5.
 - b) Der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist ein Zustand des Tragwerks, bei dessen Überschreitung die für die Nutzung festgelegten Bedingungen nicht mehr erfüllt sind. Er wird im Handbuch Eurocode 7, Band 1 als SLS (Serviceability Limit State) bezeichnet.
3. Eurocode 7-1 definiert folgende Grenzzustände:
 - a) EQU: Gleichgewichtsverlust des als starrer Körper angesehenen Tragwerkes ohne Mitwirkung von Bodenwiderständen. Die Bezeichnung ist abgeleitet von „equilibrium“.
 - b) STR: Inneres Versagen oder sehr große Verformung des Tragwerkes oder seiner Bauteile, wobei die Festigkeit der Baustoffe für den Widerstand entscheidend ist. Die Bezeichnung ist abgeleitet von „structure“.
 - c) GEO: Versagen oder sehr große Verformung des Baugrunds, wobei die Festigkeit des Bodens oder des Felses für den Widerstand entscheidend ist. Die Bezeichnung ist abgeleitet von „geotechnics“.
 - d) UPL: Gleichgewichtsverlust des Bauwerkes oder Baugrundes infolge von Auftrieb oder Wasserdruck. Die Bezeichnung ist abgeleitet von „uplift“.
 - e) HYD: Hydraulischer Grundbruch, innere Erosion oder Piping im Boden, verursacht durch Strömungsgradienten. Die Bezeichnung ist abgeleitet von „hydraulic“.
4. Für die Übertragung auf die Vorgaben der DIN 1054 muss der Grenzzustand GEO aufgeteilt werden in GEO-2 und GEO-3:
 - a) GEO-2: Versagen oder sehr große Verformung des Baugrunds im Zusammenhang mit der Ermittlung der Schnittgrößen und der Abmessungen, d. h. bei der Inanspruchnahme der Scherfestigkeit beim Erdwiderstand, beim Gleitwiderstand, beim Grundbruchwiderstand und beim Nachweis der Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge.
 - b) GEO-3: Versagen oder sehr große Verformung des Baugrunds im Zusammenhang mit dem Nachweis der Gesamtstandfestigkeit, d. h. bei der Inanspruchnahme der Scherfestigkeit beim Nachweis der Sicherheit gegen Böschungsbruch und Geländebruch sowie, in der Regel, beim Nachweis der Standsicherheit von konstruktiven Böschungssicherungen.
5. Der Nachweis der Standsicherheit von konstruktiven Böschungssicherungen kann je nach konstruktiver Ausbildung und Funktion entweder nach den Regeln des Grenzzustands GEO-2 oder nach den Regeln des Grenzzustands GEO-3 behandelt werden.

6. Die Grenzzustände EQU, UPL und HYD umfassen:

- Nachweis der Sicherheit gegen Kippen EQU,
- Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen UPL,
- Nachweis der Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch HYD.

Bei diesen Grenzzuständen gibt es nur Einwirkungen, keine Widerstände. Maßgebend ist die Grenzzustandsbedingung

$$E_{\text{dst;d}} = E_{\text{dst;k}} \cdot \gamma_{\text{dst}} \leq E_{\text{stb;k}} \cdot \gamma_{\text{stb}} = E_{\text{stb;d}}$$

d. h. die destabilisierende Einwirkung $E_{\text{dst;k}}$, multipliziert mit dem Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{\text{dst}} \geq 1$, darf höchstens so groß werden wie die stabilisierende Einwirkung $E_{\text{stb;k}}$, multipliziert mit dem Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{\text{stb}} < 1$.

7. Die Grenzzustände STR und GEO-2 beschreiben das Versagen von Bauwerken und Bauteilen bzw. das Versagen des Baugrundes. Dazu gehören:

- der Nachweis der Tragfähigkeit von Bauwerken und Bauteilen, die durch den Baugrund belastet bzw. durch den Baugrund gestützt werden,
- der Nachweis, dass die Tragfähigkeit des Baugrundes, z. B. in Form von Erdwiderstand, Grundbruchwiderstand oder Gleitwiderstand, nicht überschritten wird.

Dabei wird der Nachweis, dass die Tragfähigkeit des Baugrundes nicht überschritten wird, genauso geführt wie bei jedem anderen Baumaterial. Maßgebend ist immer die Grenzzustandsbedingung

$$E_{\text{d}} = E_{\text{k}} \cdot \gamma_{\text{F}} \leq R_{\text{k}} / \gamma_{\text{R}} = R_{\text{d}}$$

d. h. die charakteristische Schnittgröße E_{k} , multipliziert mit dem Teilsicherheitsbeiwert γ_{F} für Einwirkungen bzw. γ_{E} für Beanspruchungen, darf höchstens so groß werden wie der charakteristische Widerstand R_{k} , dividiert durch den Teilsicherheitsbeiwert γ_{R} .

8. Der Grenzzustand GEO-3 ist eine Besonderheit des Erd- und Grundbaus. Er beschreibt den Verlust der Gesamtstandsicherheit. Dazu gehören:

- Nachweis der Sicherheit gegen Böschungsbruch,
- der Nachweis der Sicherheit gegen Geländebruch.

Maßgebend ist immer die Grenzzustandsbedingung

$$E_{\text{d}} \leq R_{\text{d}}$$

d. h. der Bemessungswert E_{d} der Beanspruchungen darf höchstens so groß werden wie der Bemessungswert R_{d} des Widerstands. Hierbei werden die geotechnischen Einwirkungen und Widerstände mit den Bemessungswerten

$$\begin{aligned} \tan \varphi'_{\text{d}} &= \tan \varphi'_{\text{k}} / \gamma_{\varphi} & \text{und} & & c'_{\text{d}} &= c'_{\text{k}} / \gamma_{\text{c}} & \text{bzw.} \\ \tan \varphi_{\text{u,d}} &= \tan \varphi_{\text{u,k}} / \gamma_{\varphi_{\text{u}}} & \text{und} & & c_{\text{u,d}} &= c_{\text{u,k}} / \gamma_{\text{c}_{\text{u}}} \end{aligned}$$

der Scherfestigkeiten ermittelt, d. h. der Tangens des Winkels der inneren Reibung φ und die Kohäsion c werden mit den Teilsicherheitsbeiwerten γ_φ und γ_c bzw. $\gamma_{\varphi u}$ und γ_{cu} abgemindert.

9. Der Grenzzustand SLS beschreibt den Zustand des Bauwerks, bei dem die für die Nutzung festgelegten Bedingungen nicht mehr erfüllt sind, ohne dass seine Tragfähigkeit verloren geht. Er liegt dem Nachweis zugrunde, dass die zu erwartenden Verschiebungen und Verformungen mit dem Zweck des Bauwerks vereinbar sind. Bei Baugruben schließt der Grenzzustand SLS auch die Gebrauchstauglichkeit benachbarter Bauwerke und baulicher Anlagen mit ein.

1.5 Stützung von Baugrubenwänden (EB 67)

1. Als nicht gestützt werden Baugrubenwände bezeichnet, die weder ausgesteift noch verankert sind und deren Standsicherheit nur auf ihrer Einspannung im Boden beruht.
2. Als nachgiebig gestützt werden Baugrubenwände bezeichnet, wenn die Auflagerpunkte der Wand stark nachgeben können, z. B. bei stark geneigter Abstützung zur Baugrubensohle hin und bei nicht oder nur gering vorgespannten Anker.
3. Als wenig nachgiebig gestützt werden Baugrubenwände in folgenden Fällen bezeichnet:
 - a) Die Steifen werden zumindest kraftschlüssig verkeilt.
 - b) Verpressanker bei Baugrubenwände werden i. d. R. auf 80 % der errechneten charakteristischen Beanspruchung vorgespannt und festgelegt, siehe Kap. 7.
 - c) Es wird eine kraftschlüssige Verbindung mit Pfählen hergestellt, die nachweislich unter Belastung nur eine geringe Kopfbewegung erleiden.
4. Als annähernd unnachgiebig gestützt werden Baugrubenwände bezeichnet, wenn der Bemessung entsprechend EB 22, Absatz 1 (Abschn. 9.5) ein erhöhter aktiver Erddruck zugrunde gelegt wird und die Steifen bzw. Anker entsprechend EB 22, Absatz 10 vorgespannt und festgelegt werden.
5. Als unnachgiebig gestützt werden Baugrubenwände nur dann bezeichnet, wenn sie nach EB 23 (Abschn. 9.6) für einen abgeminderten oder für den vollen Erdruchdruck bemessen und die Stützungen entsprechend vorgespannt werden. Bei verankerten Baugrubenwänden müssen die Anker darüber hinaus in einer unnachgiebigen Felsschicht verankert oder wesentlich länger sein als rechnerisch erforderlich.

Wenn die Anforderungen nach Absatz 4 oder Absatz 5 erfüllt werden und darüber hinaus

- eine biegesteife Baugrubenwand angeordnet wird und
- unzutragliche Fußverschiebungen verhindert werden,

3

Größe und Verteilung des Erddrucks

3.1 Abhängigkeit der Erddrucklast von der gewählten Bauweise (EB 8)

1. Die Größe der Erddrucklast hängt in starkem Maße davon ab, inwieweit sich eine Baugrubenwand im Zuge des Baugrubenaushubs bewegen und verformen kann. Maßgebend dafür sind
 - die Nachgiebigkeit der Stützung, hierzu siehe EB 67 (Abschn. 1.5),
 - die Nachgiebigkeit des Erdauflagers, hierzu siehe EB 14 (Abschn. 5.3) und EB 19 (Abschn. 6.3),
 - der Abstand der Stützungspunkte und die Biegesteifigkeit der Baugrubenwand.

Im Hinblick auf die Biegesteifigkeit können in der Regel Ortbetonwände, insbesondere Schlitzwände und Pfahlwände, als biegesteif bzw. verformungsarm, Spundwände und Trägerbohlwände als biegeweich angesehen werden.

2. Geht man von dem theoretischen Fall aus, dass sowohl beim Einbringen von Spundwänden oder Ortbetonwänden als auch beim Aushub der Baugrube jegliche Bewegung und Entspannung des Erdreichs vermieden wird, dann ist damit zu rechnen, dass die Wand durch den Erdruheindruck belastet wird. Da es jedoch in der Praxis nicht möglich ist, Baugrubenwände völlig verformungs- und bewegungsfrei zu halten, ist in der Regel die wirksame Erddrucklast aus Bodeneigengewicht kleiner als die Erdruhedrucklast E_{0g} .
3. Bei mehrfach ausgesteiften Spundwänden mit verhältnismäßig geringem Abstand der Stützungspunkte sowie allgemein bei ausgesteiften Ortbetonwänden ist damit zu rechnen, dass ein Erddruck auftritt, der zwischen dem Erdruheindruck und dem aktiven Erddruck liegt, wenn die Steifen mit mehr als 30 % der für den Vollaushubzustand errechneten charakteristischen Kraft vorgespannt werden. Für mehrfach ausgesteifte Trägerbohlwände gilt dies ebenfalls, sofern die Steifen auf mehr als 60 % der für den Vollaushubzustand errechneten charakteristischen Kraft vorgespannt werden.

4. Werden die Steifen bei geringeren als den im Absatz 3 genannten Kräften festgelegt, so darf bei Baugruben in mitteldicht oder dicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. mindestens steifen bindigen Böden angenommen werden, dass beim Freilegen der Wand Verformungen und Bewegungen in der Größenordnung von 1‰ der Wandhöhe auftreten. Diese reichen in der Regel aus, um den Erddruck vom Erdruhedruck auf den aktiven Erddruck absinken zu lassen. Bei nicht gestützten, im Boden eingespannten Baugrubenwänden ist dies im Allgemeinen unabhängig von den anstehenden Bodenarten der Fall.
5. Bei verankerten Baugrubenwänden richtet sich die Größe der zu erwartenden Erddrucklast in erster Linie danach, bei welcher Kraft die Anker festgelegt werden. Hierzu siehe EB 42 (Abschn. 7.2).
6. Zum Ansatz des Erddrucks in den Rückbauzuständen siehe EB 68 (Abschn. 3.8).

3.2 Größe des aktiven Erddrucks bei unbelasteter Geländeoberfläche (EB 4)

1. Der charakteristische Wert der Erddrucklast E_a aus Bodeneigengewicht und gegebenenfalls aus Kohäsion darf nach der klassischen Erddrucktheorie mit ebenen Gleitflächen ermittelt werden, sofern die in DIN 4085 angegebenen Grenzen für die Erddruckneigung eingehalten sind.
2. Die Wahl des charakteristischen Erddruckneigungswinkels $\delta_{a,k}$ richtet sich nach EB 89 (Abschn. 2.3). Er darf bei Trägerbohlwänden, Spundwänden und Ortbetonwänden mit positivem Vorzeichen angesetzt werden, wenn die daraus resultierenden Vertikalkräfte sicher in den Untergrund abgeleitet werden können. Anderenfalls ist nach EB 84 (Abschn. 4.8) ein kleinerer oder ein negativer Erddruckneigungswinkel in die Berechnung einzuführen. Dies kann erforderlich werden, wenn große Vertikalkräfte in die Baugrubenwand eingeleitet werden, z. B. bei Hilfsbrücken oder bei geneigten Verankerungen.
3. Bei nicht oder nachgiebig gestützten Baugrubenwänden, die sich um den Fußpunkt oder um einen tiefer gelegenen Punkt drehen, ist die horizontale Erddrucklast aus Bodeneigengewicht und Kohäsion bei durchgehend bindigem Boden auf zwei Wegen zu ermitteln:
 - a) mit den charakteristischen Scherfestigkeiten entsprechend EB 2 (Abschn. 2.2), wobei die infolge der Kohäsion nach Bild EB 4-1c) entstehenden rechnerischen Zugspannungen nicht berücksichtigt werden dürfen,
 - b) als Mindesterddruck mit dem Ersatzreibungswinkel $\varphi'_{\text{Ers},k} = 40^\circ$ nach Bild EB 4-1e), wobei das Verhältnis δ_k/φ'_k nach EB 89, Absatz 5 (Abschn. 2.3) auf $\delta_{a,k}/\varphi'_{\text{Ers},k}$ übertragen wird.

Maßgebend ist die größere Erddruckresultierende.

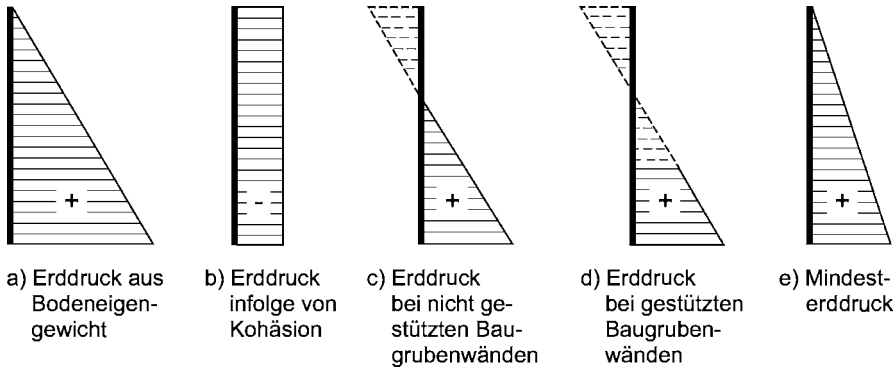


Bild EB 4-1 Ermittlung des aktiven Erddrucks bei durchgehend bindigem Boden

Sofern die zu erwartende Größe des Erddrucks durch langfristige Messungen bei ähnlichen Verhältnissen hinreichend bekannt ist und im Einzelfall am Verbau überprüft wird, darf der Ersatzreibungswinkel bis auf $\varphi'_{\text{Ers,k}} = 45^\circ$ heraufgesetzt werden.

4. Bei geschichtetem Boden ist wie folgt vorzugehen:

- Die Erddruckordinaten der nichtbindigen Schichten sind stets mit den charakteristischen Scherfestigkeiten nach EB 2 (Abschn. 2.2) zu ermitteln. Sie sind maßgebend für die Ermittlung der Erddrucklast der betreffenden Schicht.
- Die Erddruckordinaten der bindigen Schichten sind entsprechend den Angaben im Absatz 3 sowohl mit den charakteristischen Scherfestigkeiten nach EB 2 (Abschn. 2.2) entsprechend Bild EB 4-2b) als auch mit dem Ersatzreibungswinkel $\varphi'_{\text{Ers,k}}$ entsprechend Bild EB 4-2c) zu ermitteln.

Maßgebend ist die größere Erddruckresultierende der jeweiligen Schicht. Die Gesamtlast ergibt sich aus der Addition der maßgebenden Erddrucklasten der einzelnen Schichten.

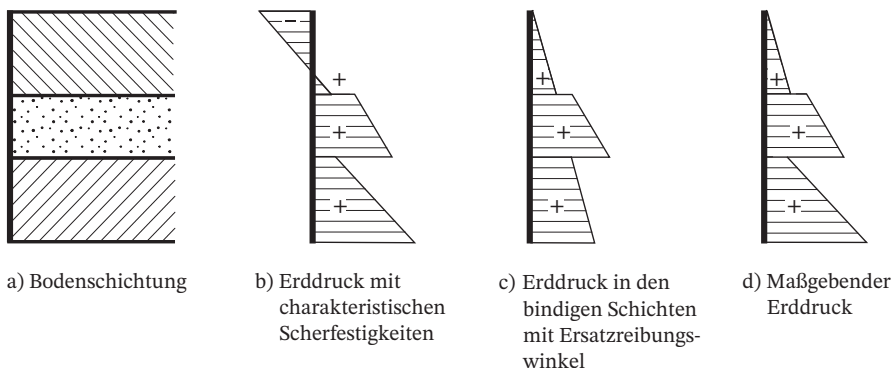


Bild EB 4-2 Ermittlung der Gesamtlast des aktiven Erddrucks bei teilweise bindigen Bodenschichten

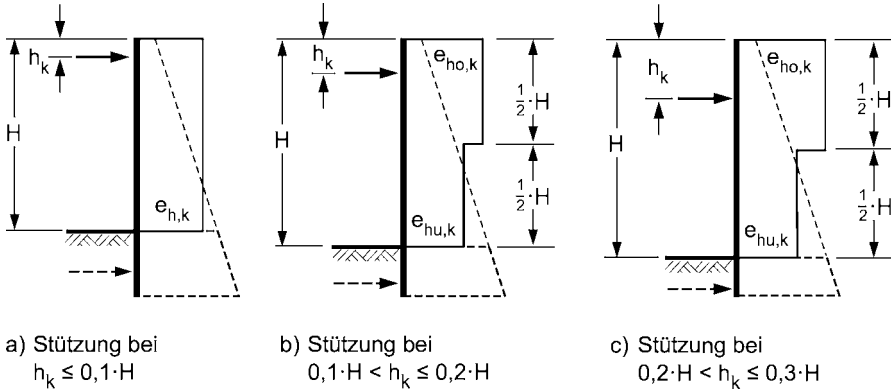


Bild EB 69-2 Lastfiguren für einmal gestützte Trägerbohlwände

3. Bei zweimal gestützten Trägerbohlwänden dürfen folgende Lastfiguren als wirklichkeitsnah angenommen werden:
- ein abgestuftes Rechteck mit dem Lastsprung in Höhe der unteren Steifenlage und $e_{h0,k}$: $e_{hu,k} = 2,00$ entsprechend Bild EB 69-3a), sofern die obere Steifen- oder Ankerlage etwa in Höhe der Geländeoberfläche, die untere Lage in der oberen Hälfte der Baugrubentiefe H angeordnet ist;
 - ein Trapez entsprechend Bild EB 69-3b), sofern die obere Steifen- oder Ankerlage unterhalb der Geländeoberfläche, die untere Lage etwa auf halber Höhe der Baugrubentiefe H angeordnet ist;
 - ein Trapez entsprechend Bild EB 69-3c), sofern die beiden Steifen- oder Ankerlagen sehr tief angeordnet sind.

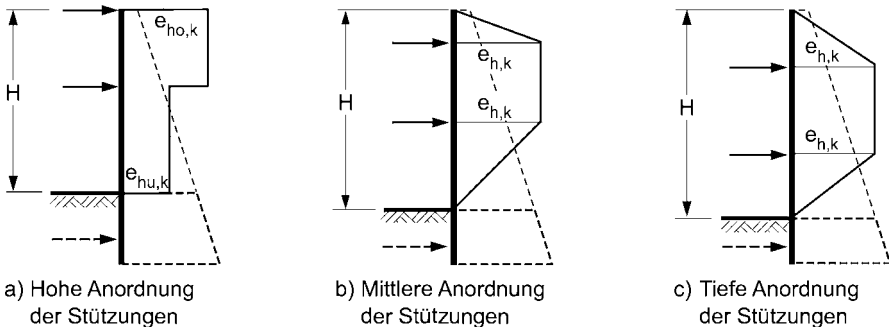


Bild EB 69-3 Lastfiguren für zweimal gestützte Trägerbohlwände

- Bei dreimal oder öfter gestützten Trägerbohlwänden mit etwa gleichen Stützweiten darf das Trapez entsprechend Bild EB 69-4 als wirklichkeitsnahe Lastfigur angenommen werden. Die Resultierende des Erddrucks soll dabei im Bereich von $z_c = 0,50 \cdot H$ bis $z_c = 0,55 \cdot H$ liegen.
- Die hier empfohlenen Lastfiguren berücksichtigen nicht den vorangegangenen Bauzustand. Bei genaueren Festlegungen ergibt sich die Lastfigur eines neuen

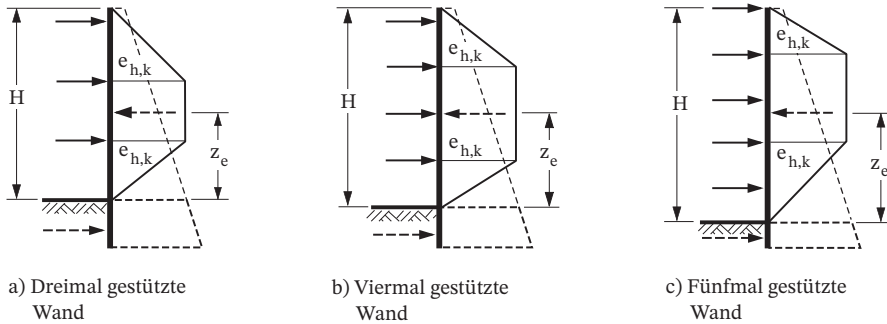


Bild EB 69-4 Lastfiguren für dreimal oder öfter gestützte Trägerbohlwände

Bauzustandes immer aus der Lastfigur des vorangegangenen Bauzustandes und dem Erddruckzuwachs durch den zusätzlichen Aushubschritt. Dieser Erddruckzuwachs lagert sich überwiegend an der zuletzt eingebauten Stützung an [89, 90]. Dies ist insbesondere bei Baugruben in geschichtetem Boden zu beachten. Stützungen, die tiefer angeordnet sind als bei 30 % der Wandhöhe H , haben auf die Form der Lastfigur keinen nennenswerten Einfluss.

5.3 Bodenreaktionen und Erdwiderstand bei im Boden frei aufgelagerten Trägerbohlwänden (EB 14)

1. Der charakteristische Erdwiderstand vor Bohlträgern darf bei nichtbindigem Boden entsprechend dem in [20] vorgeschlagenen, in [52] und [168] weiterentwickelten Berechnungsvorschlag ermittelt werden. Stehen die Bohlträger so dicht nebeneinander, dass sich die Erdwiderstandseinflüsse überschneiden, dann sind die errechneten Erdwiderstandskräfte entsprechend abzumindern. Dazu ist der Erdwiderstand sowohl mit als auch ohne Annahme einer Überschneidung zu ermitteln. Der jeweils kleinere Wert ist für die weitere Berechnung maßgebend. Hierzu siehe [52]. Wird der für nichtbindige Böden abgeleitete Berechnungsvorschlag auf bindige Böden angewendet, dann ist der Anteil des Erdwiderstands infolge von Kohäsion bis auf die Hälfte des errechneten Wertes abzumindern, sofern keine genaueren Untersuchungen zugrunde gelegt werden. Hierzu siehe [21] und [93].
2. Der Bemessungserdwiderstand ergibt sich aus dem mit den Scherparametern ϕ'_k und c'_k ermittelten charakteristischen Erdwiderstand durch Division mit dem Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{R,e}$ nach EB 79 (Abschn. 2.4).
3. Bei Anwendung der in EB 79 (Abschn. 2.4) angegebenen Teilsicherheitsbeiwerte zur Ermittlung der Bemessungswerte des Erdwiderstands für die Aufnahme der Auflagerkraft im Boden ist in der Regel mit erheblichen Fußverschiebungen zu rechnen. Nur dann, wenn der Bemessungserdwiderstand mit dem Anpassungsfaktor $\eta_{R,e} = 0,80$ abgemindert wird, darf unterstellt werden, dass bei nichtbin-