

# Berechnungsgrundlagen für Baugruben in normalkonsolidierten weichen bindigen Böden

H.-G. Kempfert, M. Stadel

**Zusammenfassung** Für die Berechnung von Baugruben in normalkonsolidierten weichen bindigen Böden liegen bisher noch keine allgemein verbindlichen Empfehlungen vor. Die Vermeidung bzw. Verringerung von Bauschäden hängt wesentlich von der Wahl der Berechnungsgrundlagen für die Ermittlung des Erddrucks auf Baugrubenumschließungen in weichen bindigen Böden ab. Aufgrund von Erfahrungen bei entsprechenden Baumaßnahmen im süddeutschen Raum werden Vorschläge über die zweckmäßige Vorgehensweise bei der Berechnung des Erddrucks dargestellt. Es wird die Ermittlung des Erddrucks in weichen bindigen Böden sowohl mit undrained als auch mit drained Scherparametern und weiterhin das Problem des Aufbruchs der Baugrubensohle bei breiten Baugruben behandelt. Die Anwendung der dargestellten Berechnungs- und Bemessungsgrundlagen wird an einem Berechnungsbeispiel erläutert.

## Calculation of excavations in normally consolidated soft ground

**Abstract** There are no generally accepted recommendations for the calculation of excavations in normally consolidated soft ground. To avoid or at least to reduce construction damages the choice of the calculation principles for the determination of the earth pressure is relevant on excavations in soft ground. Due to experiments with those kind of structures in the region of South Germany recommendations for suitable proceedings in the determination of the earth pressure are given. The earth pressure computation in soft ground with drained and undrained shear parameters is dealt with as well as the problem of basal heave in wide excavations. Finally the application of the calculation principles is shown in an calculation example.

### 1

#### Einführung

Die Berechnung und Ausführung von Baugruben in normalkonsolidierten weichen bindigen Böden erfordert höchste planerische Anforderungen und ausführungstechnische Sorgfalt, um Bauschäden zu vermeiden. Besonders die Ausführung von Baugruben in innerstädtischen Gebieten erweist sich immer wieder als problematisch, was Erfahrungen mit Ausführungsbeispielen von zum Teil erheblichen Beeinträchtigungen der Nachbarbebauung zeigen [1, 2, 3].

Die derzeit geltenden nationalen und internationalen Regelwerke zur Erddruckberechnung behandeln die Ermittlung von Belastungsansätzen und Konstruktionen von Baugrubenumschließungen in weichen bindigen Böden nur unzureichend. International sind seit 1989 Bemühungen im ISSMFE Technical Committee TC-28 zum Thema Underground Con-

struction in Soft Ground im Gange, die in Symposien zusammengetragen wurden, z.B. [4]. National sieht der Arbeitskreis Baugruben [5] vor, in nächster Zeit spezielle Empfehlungen zur Berechnung von Baugruben in weichen bindigen Böden herauszugeben. Unter dem Begriff weiche bindige Böden werden hier Böden mit der Konsistenzzahl  $I_c \leq 0,75$  verstanden.

Ziel des vorliegenden Beitrags ist es, eine zusammenfassende Darstellung des bisherigen Kenntnisstandes über die Berechnungsgrundlagen für Baugruben in normalkonsolidierten weichen bindigen Böden aufzuzeigen, sofern sie für die praktische Fragestellung von Bedeutung sind. Weiterhin werden aufgrund von Erfahrungen bei entsprechenden Baumaßnahmen Vorschläge über zweckmäßige Vorgehensweisen zur Ermittlung von Belastungsansätzen für Baugrubenumschließungen mitgeteilt, um möglichst einheitliche Berechnungs- und Bemessungsgrundlagen zu schaffen, die es ermöglichen, Bauschäden weitgehend auszuschließen oder wenigstens auf ein verträgliches und tolerierbares Maß zu reduzieren. Der Beitrag soll auch zur Diskussion anregen, deren Ergebnisse in die geplanten Empfehlungen der EAB eingebracht werden können.

Es wird darauf hingewiesen, daß die möglichst wirklichkeitsnahe Berechnung von Baugruben nur eine Komponente im Hinblick auf die Reduzierung und Vermeidung von Bauschäden in diesen sehr sensiblen Böden darstellt. Weitere wichtige Komponenten stellen schonende, auf die besonderen Baugrundverhältnisse ausgerichtete Bauverfahren sowie große Sorgfalt bei der Bauausführung dar.

### 2

#### Scherfestigkeit weicher bindiger Böden

Da die Entwicklung des Porenwasserdrucks bis zum Erreichen der Grenztragfähigkeit des Bodens bisher noch nicht ausreichend genau ermittelt werden kann, hat sich zur Berechnung des für normalkonsolidierte weiche bindige Böden i.d.R. maßgebenden Anfangsgrenzzustandes die  $\phi=0$  Analyse unter Verwendung der undrained Scherfestigkeit  $c_u$  als Anfangsgrenztragfähigkeit bei im Verhältnis zur Konsolidationsdauer schneller Belastung durchgesetzt [6, 7, 8].

Durch Bezug auf eine geeignete charakteristische Spannung wie z.B. die Konsolidierungsspannung  $\sigma'_{vc}$ , unter der der Boden auskonsolidiert ist (effektiver Überlagerungsdruck), läßt sich die undrained Scherfestigkeit  $c_u$  normalkonsolidierter weicher bindiger Böden durch eine lineare Korrelation zwischen der auf die effektive Spannung  $\sigma'_{vc}$  bezogene undrained Scherfestigkeit  $c_u$  beschreiben [9, 10, 11]:

$$\frac{c_u}{\sigma'_{vc}} = \text{const.} \quad (1)$$

Die praktische Erfahrung zeigt jedoch, daß  $c_u$  nicht immer linear mit der Tiefe zunimmt. Bereits eine geringe Vorbelaugung aus Auflasten durch Altbebauung oder die oberflächennahe Austrocknung des Bodens reichen aus, um  $c_u$

Univ.-Prof. Dr.-Ing. H.-G. Kempfert  
Fachgebiet Geotechnik, Universität-Gh Kassel, 34109 Kassel

Dipl.-Ing. M. Stadel  
Kempfert+Partner GmbH, Konstanz