



INSTITUT FÜR GEOTECHNIK  
STUTT GART

1997

Mitteilung 42

Herausgeber P.A. Vermeer

## Berechnung und Ausführung von Baugruben im Seeton - Darstellung anhand eines Ausführungsbeispiels -

Prof. Dr.-Ing. Hans-Georg Kempfert

Fachgebiet Geotechnik, Universität Gh Kassel

### 1 Einleitung

In den seennahen Bereichen Süddeutschlands (Bodensee, Chiemsee, Ammersee usw.) sind feinkörnige normalkonsolidierte Böden von teilweise erheblicher Mächtigkeit (bis 50 - 60 m Dicke) vorhanden. Diese jungen Ablagerungen sind geologisch als Beckentone und -schluffe anzusprechen und werden häufig auch vereinfachend als Seetone bezeichnet. Je nach Sedimentationsvorgängen handelt es sich hierbei um schluffige Tone oder tonige Schluffe mit unterschiedlichen Feinsandanteilen (ca. 3 bis 30 %). Oftmals sind auch ausgeprägte Feinsandbänder vorhanden (Bänderton). Die Seetone stehen i. d. R. in flüssig bis breiiger Konsistenz an. Weiche bis steife Konsistenz ist eher selten und dann vorwiegend nur in der Nähe der Geländeoberfläche.

Das Herstellen von Baugruben in diesen Böden ist eine sehr schwierige Bauaufgabe und erfordert besonders im innerstädtischen Bereich besondere ausführungstechnische Sorgfalt. Oftmals sind dabei auch erhebliche Schädigungen an der Nachbarbauung eingetreten, siehe z. B. Goldscheider/Gudehus (1988), Katzenbach et al. (1992).

Nicht zuletzt wegen zahlreich eingetretener Schäden wurde vom Arbeitskreis "Baugruben" (EAB) beschlossen, Empfehlungen über Baugruben in weichen, bindigen Böden auszuarbeiten.

Besonders schwierig ist das Bauen in diesen Böden, weil sich die weichen Böden i. d. R. bis in größere Tiefen unterhalb der Baugrubensohle erstrecken. Im vorliegenden Beitrag sollen einige Hinweise zur Berechnung von Baugruben in weichen Böden gegeben werden. Darauf aufbauend sind Berechnungs- und Meßergebnisse aus einem praktischen Ausführungsprojekt wiedergegeben sowie über Erfahrungen bei der Bauausführung unter Verwendung der Beobachtungsmethode berichtet. Dabei liegt ein Bericht von Kempfert/Stadel (1994) zugrunde. Die intensive Zuarbeit von Herrn Dipl.-Ing. Stadel, Konstanz, ist an dieser Stelle dankend zu erwähnen.

3. Stuttgarter Geotechnik-Symposium  
24. Juni 1997  
Baugruben in Locker- und Festgestein

Bezüglich der angesprochenen Problematik ist es zweckmäßig, bei Baugruben im Seeton folgende ansteigende Schwierigkeitsgrade zu unterscheiden:

- Baugruben geringer Tiefe (i. d. R. kleiner 3 m), wobei der homogene, weiche, bindige Boden oberflächennah ausgetrocknet (Verwitterungskruste) ist und insgesamt oberhalb des Grundwasserspiegels liegt;
- Baugruben geringer Tiefe, die teilweise in das Grundwasser einbinden;
- Baugruben mittlerer Tiefe (etwa bis 4 m) in homogenen, weichen bindigen Böden, i. d. R. teilweise unter dem Grundwasserspiegel;
- Baugruben größerer Tiefe (etwa 3 bis 6 m) in homogenen, weichen, bindigen Böden und teilweise vorhandenem Grundwasser;
- tiefe Baugruben (größer 6 m) in homogenen, weichen, bindigen Böden
- Baugruben in weichen, bindigen Böden mit auf den weichen Böden aufliegenden oder unterlagernden Sand- und Kiesschichten bzw. anderen verformungsarmen Bodenschichten.

Für alle Baugrubenarten sind besondere Maßnahmen notwendig, wenn die weichen Böden

- eine teilweise unter Porenwasserüberdruck stehende Bänderung aus i. d. R. Feinsandschichten aufweisen,
- geringplastische und/oder thixotrope Eigenschaften zeigen.

## 2 Berechnungsgrundlagen

### 2.1 Scherparameter und Erddruckansätze

Eine detaillierte Darstellung über die maßgeblichen Scherparameter und die Besonderheiten der Erddruckermittlung von Baugruben in weichen Böden finden sich z. B. in Weißenbach/Kempfert (1994) und Kempfert/Stadel (1997).

### 2.2 Klassifizierung von Baugruben

Für die Standsicherheit von Baugruben in weichen, tonigen Böden gewinnt mit zunehmender Aushubtiefe neben der Gesamtstabilität der Baugrube der Grundbruch durch Aufbruch der Baugrubensohle an Bedeutung. Hierbei bildet die Mobilisierung der undränierten Scherfestigkeit  $c_u$  des Bodens für im Verhältnis zur Konsolidationsdauer schnellen Belastung eine wichtige Beurteilungsgrundlage. Die Mobilisierung der Scherfestigkeit läßt sich durch den Stabilitätsfaktor  $N_c$ , der sich aus dem Verhältnis zwischen der totalen Überlagerungsspannung  $\alpha_{vo}$  und der undränierten Scherfestigkeit

stigkeit des Bodens  $c_u$  in der Tiefe  $z$  ermittelt, beschreiben.

$$N_c = \frac{\sigma_{vo}}{c_u} \quad (1)$$

Abbildung 1 enthält Stabilitätsfaktoren, die Bereiche bilden, in die sich eine Baugrube einordnen läßt, wobei durch die  $N_c$ -Werte 2, 4 und 6 eine wichtige Abgrenzung im Festigkeitsverhalten von weichen, tonigen Böden definiert wird, Clough/Schmidt (1972). Oberhalb von  $N_c = 2$  tritt nur wenig oder kein Fließen ein, und der Boden verhält sich weitgehend elastisch.  $N_c = 2$  entspricht der freien Standhöhe eines senkrechten Einschnitts in steif bis halbfesten (spröden) tonigen Böden. Werte zwischen 2 und 4 repräsentieren einen Bereich mit begrenzten Fließerscheinungen im Boden. Zwischen  $N_c = 4$  und 6 tritt im Boden plastisches Fließen ein, womit die Verformungen im Bereich der Baugrube mit wachsendem  $N_c$  stark zunehmen (ab  $N_c = 6$ ). Darüberhinaus treten im Boden erhebliche Verformungen auf, was zum Aufbruch der Baugrubensohle führen kann, Bjerrum/Eide (1956).

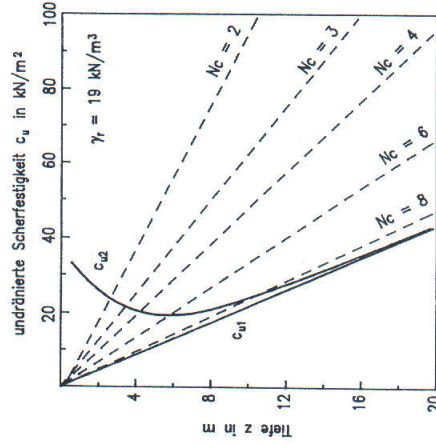


Abb. 1 Klassifizierung von senkrechten Einschnitten in weichen, tonigen Böden

Wie aus Abbildung 1 für den tiefenabhängigen Verlauf der undränierten Scherfestigkeit  $c_{u,1}$  mit

$$c_{u,1} = \lambda_{cu} \cdot \sigma'_{vo} \quad (\text{Seeton } \lambda_{cu} \approx 0,24) \quad (2)$$

zu erkennen ist, kann ein senkrechter Einschnitt in normalkonsolidierten tonigen Böden unabhängig von der Tiefe  $z$  nicht frei stehen, da  $c_u$  nicht in dem Maße zunimmt, wie im Boden durch die schnelle Abgrabung die undränerte Scherfestigkeit mobil-