



Liebe Leser!

Die bvfs beschäftigt sich seit Langem mit der Erforschung der bei natürlich gewachsenem Boden gegebenen oder bei Schüttungen durch Verdichtung erreichbaren Trockendichte. Diese ist eine wesentliche Kenngröße für die Tragfähigkeit, das Setzungsverhalten sowie die hydraulischen Eigenschaften eines Lockergesteins. In dieser und einigen der nächsten Ausgaben der forschungsnews möchten wir über die bodenphysikalischen Grundlagen, die Möglichkeiten und Vorgangsweisen zur optimalen Verdichtung sowie letztendlich auch über die Dichteermittlung bzw. die Verdichtungskontrolle bei Böden und Schüttungen berichten. Diese Ausgabe beschäftigt sich mit den bodenphysikalischen Grundlagen.

z.B. in einem nicht ausreichend verdichteten Straßendamm die erforderliche Scherfestigkeit nicht mobilisiert werden und es kann ein Böschungsbruch eintreten oder Lasten können nicht setzungsfrei abgeleitet werden. (siehe Bild 2)

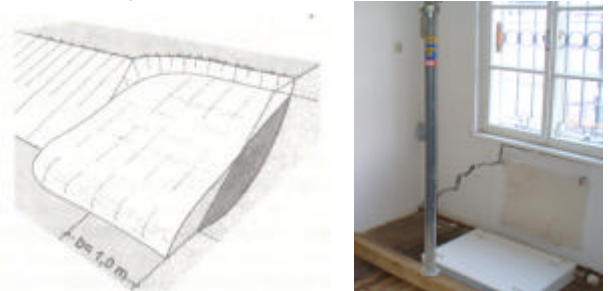


Bild 2: Böschungsbruch infolge nicht ausreichender Verdichtung (schematische Darstellung, links) und Setzungsschaden bei locker gelagertem Untergrund (rechts)

LAGERUNGSDICHTE, BODENZUSTAND UND VERDICHTUNGSFÄHIGKEIT VON LOCKERGESTEINEN



Jeder Boden stellt ein Dreiphasensystem aus Feststoff, Wasser und Luft dar (siehe Bild 1). Zwischen den einzelnen Körnern bestehen mehr oder weniger große Hohlräume. Die Summe der Körner bildet die Festmasse und die Gesamtheit der Hohlräume wird als Porenanteil bezeichnet.

Wird ein Hochwasserschutzdamm nicht ausreichend verdichtet, sind die projektgemäß vorgesehenen Durchströmungsverhältnisse nicht gewährleistet und ein Dammbbruch infolge Erosion kann eintreten (siehe Bild 3).

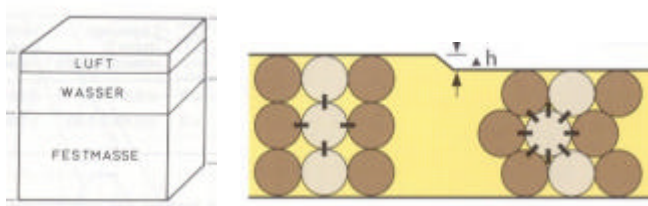


Bild 1: Dreiphasensystem eines Bodens (links) und Verdichtung durch Kornumlagerung (rechts)

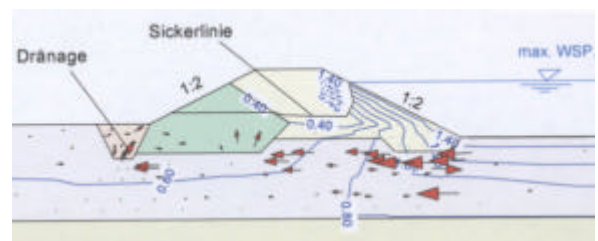


Bild 3: Durchströmung eines Hochwasserschutzdammes

In einem absolut trockenen Boden ist der Porenraum nur mit Luft gefüllt, in einem wassergesättigten Boden, z.B. unter dem Grundwasserspiegel, zur Gänze mit Wasser. Im Normalfall ist der Porenraum zu einem Teil mit Wasser und zum anderen Teil mit Luft gefüllt. Bodenmechanische Kenngrößen dieses Dreiphasensystems sind der Wassergehalt und die Trockendichte, welche wesentlich das Verformungsverhalten, die Tragfähigkeit und die Durchlässigkeit bestimmen. So kann

Bei einem nichtbindigen Boden, z.B. einem Kies oder einem Sand mit einem Feinkornanteil von bis zu maximal 15 % sind die Einzelporen verhältnismäßig groß und miteinander verbunden. Der Wassergehalt ist relativ gering, die Wasserdurchlässigkeit meist groß und bei Belastung erfolgt die Lastableitung direkt über die Kontaktflächen der Einzelkörner. Die Festigkeitseigenschaften nichtbindiger Böden werden durch die Lagerungsdichte der Einzelkörner bestimmt; diese kann zwischen den Grenzwerten der dichtest möglichen Lagerung sowie der lockersten



BAUTECHNISCHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT SALZBURG

A-5020 Salzburg, Alpenstraße 157 - Tel (+43)0 662/ 621758*0, Fax (+43)0 662/ 621758*199 - e-mail: info@bvfs.at, Internet: www.bvfs.at

möglichen Lagerung als sehr dicht, dicht, mitteldicht, locker oder sehr locker klassifiziert werden. Bei einem bindigen Boden, z.B. Ton oder Schluff sind die Poren klein und voneinander abgeschlossen. Es sind große Wassergehalte möglich, wobei Wasser nur langsam aufgenommen oder abgegeben werden kann; die Durchlässigkeit ist gering. Die Lastableitung erfolgt über die wie "Blättchen" geformten wabenartig strukturierten Tonminerale, welche über das eingelagerte Wasser miteinander verbunden sind.

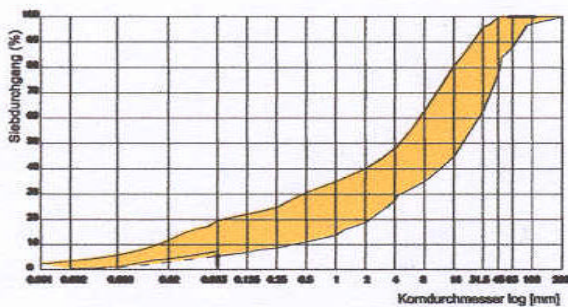


Bild 4: Korngrößenverteilung eines gut verdichtbaren, weitgestuften Bodens (gering schluffiger, sandiger Kies)

Die Festigkeitseigenschaften bindiger Böden werden durch den Bodenzustand bestimmt, welcher in Abhängigkeit vom jeweils gegebenen natürlichen Wassergehalt entweder flüssig, breiig, weich, steif, halbfest oder fest sein kann.

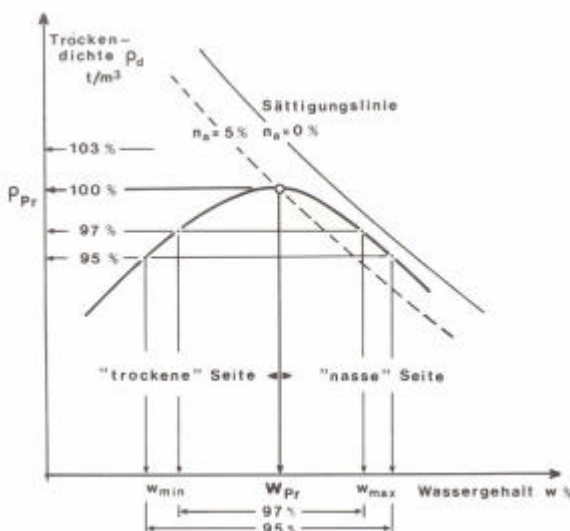


Bild 5: Trockendichte in Abhängigkeit vom Wassergehalt (Proctorkurve, links), Proctorkurven für unterschiedliche nichtbindige Lockergesteine (rechts)

Eine Verdichtung ist nur möglich, wenn der luftgefüllte Porenanteil dadurch verringert wird, dass die Bodenteilchen näher zueinander verschoben werden, was jedoch auch eine Verringerung des Volumens bzw. Setzungen zur Folge hat. Wie bereits o.a. ist die Verdichtbarkeit nichtbindiger Böden in erster Linie abhängig von der gegebenen Korngrößenverteilung des Lockergesteins (siehe Bild 4) sowie erst in zweiter Linie vom jeweiligen Wassergehalt. Bei bindigen Böden wird die Verdichtbarkeit vorrangig vom Wassergehalt bestimmt.

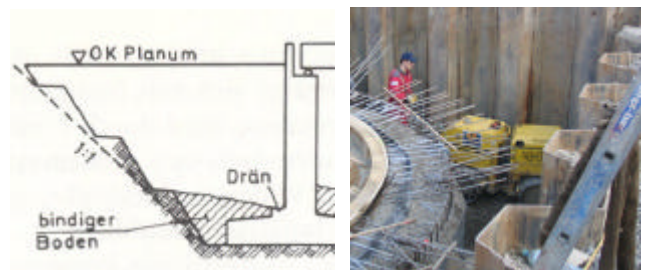


Bild 6: Hinterfüllung eines Widerlagers (schematische Darstellung, links), Einsatz einer Tandem-Vibrationswalze mit Pendel-Knicklenkung bei einer Hinterfüllung (rechts).

Das Wasser dient beim Verdichtungsprozess als "Schmiermittel" und es besteht ein optimaler Wassergehalt, bei welchem bei genormter Verdichtungsarbeit die größtmögliche Trockendichte erreicht werden kann. Dieser Zusammenhang ist durch die sogenannte Proctorkurve definiert (siehe Bild 5).

Liegt der Wassergehalt eines Bodens über dem optimalen Wassergehalt, ist jede weitere Verdichtungsarbeit nicht zielführend. Wenn aber der natürliche Wassergehalt kleiner oder gleich dem optimalen Wassergehalt ist, dann lässt sich der Maximalwert der Proctordichte oder ein als Verhältniswert in % definierter Verdichtungsgrad durch eine Erhöhung der Verdichtungsarbeit, z.B. dünnere Schüttagungen oder mehr Übergänge des Verdichtungsgerätes immer erreichen.

Über den Verdichtungsprozess und den Einsatz geeigneter Verdichtungsgeräte (siehe Bild 7) sowie die Möglichkeiten zur Überprüfung einer ausreichenden Verdichtung wollen wir in einer unserer nächsten Aussendungen berichten.

Helmut Gruber
www.bvfs.at