



**Liebe Leserinnen und Leser!**

In den beiden vorhergegangenen Ausgaben unserer forschungsnews haben wir über die bodenmechanischen Grundlagen sowie die möglichen Vorgehensweisen zur optimalen Verdichtung von Lockergestein berichtet. Eine wesentliche Grundlage für die Erforschung und Beurteilung des jeweiligen Verdichtungserfolges sind entsprechende Messungen vor Ort. Die bvfs beschäftigt sich hier nicht nur mit althergebrachten Routineverfahren, sondern erforscht auch die Einsatzmöglichkeiten von Sonderversuchen wie der radiometrischen Dichtemessung oder mit vergleichsweise neuen Geräten wie z.B. dem dynamischen Plattendruckgerät. Über die Möglichkeiten zur Ermittlung des Verdichtungserfolges wollen wir nun berichten:

**ERMITTLUNG UND ERFORSCHUNG VON VERDICHUNGSKENNGRÖSSEN**



Die einzige direkte und somit auch maßgebende Methode zur Feststellung des Verdichtungserfolges bei Erdarbeiten ist die Bestimmung der erzielten Trockendichte und ihr Vergleich mit einem verlangten Verdichtungsgrad, z.B. 97 % oder 100 % Proctordichte. Die Trockendichte kann bei feinkörnigen oder bindigen Böden durch die Entnahme ungestörter Bodenproben mittels Ausstechzylinder und bei grobkörnigen Böden durch die Entnahme gestörter Proben mit begleitender Volumbestimmung durch die Ersatzmethode erfolgen (siehe Bild 1). Die Bestimmung der Trockendichte erfolgt in der Regel an mehreren Stellen jeder Verdichtungslage.

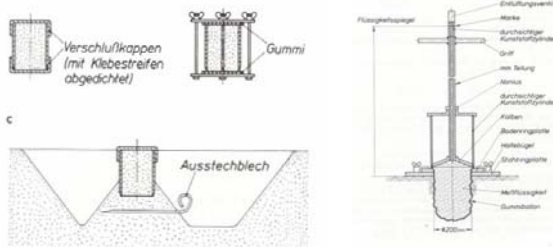


Bild 1: Ausstechzylinder (links); Messeinrichtung Wasserersatzverfahren (rechts)

Es vergeht jedoch mindestens ein Tag, ehe ein Ergebnis vorliegt, da eine Trocknung des entnommenen Materials zur Wassergehaltsermittlung

erforderlich ist. Inzwischen sind aber in der Regel schon weitere Schüttlagen eingebaut worden; auch ist die Kontrolle eines größeren Tiefenbereiches schwierig, da jeweils nur die konkrete Versuchsstelle betrachtet werden kann.

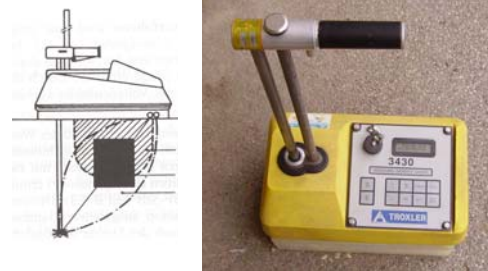


Bild 2: Radiometrische Dichtemessung mit einer Isotopsonde; Messprinzip (links) und Einsatz vor Ort (rechts)

Eine alternative Möglichkeit zur Ermittlung der Trockendichte stellen radiometrische Dichtemessungen dar. Mit einer Isotopsonde (siehe Bild 2) können die Dichte und der Wassergehalt innerhalb weniger Minuten für ein größeres Messvolumen ermittelt und daraus die Trockendichte errechnet werden. Dieses Verfahren erlaubt somit eine effiziente Erforschung der bei Erdarbeiten erreichten Verdichtung.



Bild 3: Statischer Plattendruckversuch (Einsatz in einer Deponieböschung)

Parallel hierzu gibt es auch Verfahren um den Verdichtungszustand indirekt zu ermitteln. Die am häufigsten eingesetzte Methode ist der Plattendruckversuch (siehe Bild 3). Hier erfolgt in der Regel an mehreren Stellen eines Planums eine Probelastung, bei welcher der Zusammenhang zwischen Druck und Einsenkung einer starren Lastplatte bei für zwei aufeinanderfolgende Belastungen gemessen und daraus ein Erstbelastungs- und ein Wiederbelastungsmodul



**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](http://www.bvfs.at)

errechnet wird. Aus dem Verhältnis dieser bei den Moduln kann die Qualität der Verdichtungsarbeit bzw. der Bedarf einer etwaigen Nachverdichtung abgeleitet werden. Zwischen Verdichtungsgraden und Verformungsmoduln besteht keine mathematisch-physikalische Beziehung; es sind jedoch empirische Zuordnungen zwischen diesen Kenngrößen bekannt und geregelt. Auch kann z.B. für größere Bauvorhaben eine entsprechende Korrelation erforscht werden.

Der Vorteil des Plattendruck- oder Lastplattenversuches ist, dass das Verformungsverhalten für eine Schicht, welche ca. dem zwei- bis dreifachen Plattendurchmesser entspricht (in der Regel also ein bis zwei Schüttlagen), abgeleitet werden kann. Für größere Tiefenverwirkung oder dickere Schüttlagen aus grobkörnigem Material, z.B. Blockwerk beim Staudammbau können auch Lastplatten mit größerem Durchmesser zum Einsatz gelangen; in der bvfs werden die Ergebnisse von Lastplatten mit den Durchmessern 30 cm, 40 cm, 50 cm, 60 cm und 76 cm verglichen und erforscht.

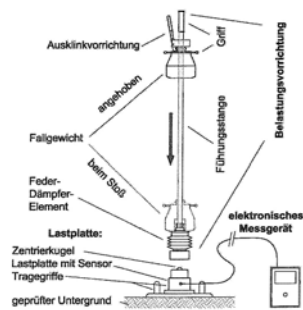


Bild 4: Dynamischer Plattendruckversuch; Einsatz im Rahmen einer Baugrunderkundung (links) und schematische Darstellung der Versuchseinrichtung (rechts)

Der Nachteil des üblicherweise ausgeführten statischen Lastplattenversuches ist der relativ hohe Aufwand, da ein Gegengewicht, meist ein beladener LKW, benötigt wird und der Aus- und Abbau sowie die Messung rund eine Stunde dauert. Eine Alternative stellt die Durchführung dynamischer Lastplattenversuche dar (siehe Bild 4), wie sie in der bvfs schon seit Jahren durchgeführt und mit den Ergebnissen von statischen Lastplattenversuchen korreliert werden.

In letzter Zeit kommt insbesondere bei größeren Bauvorhaben verstärkt die flächendeckende Verdichtungskontrolle (FDVK, siehe Bild 5) zum Einsatz. Hier wird mit entsprechend ausgerüsteten

Prüfwalzen die erreichte Verdichtung kontinuierlich erfasst, wodurch Schwachstellen erkannt und gezielt nachbearbeitet werden können. Voraussetzung ist jedoch auch hier eine Korrelation mit den o.a. Messmethoden.

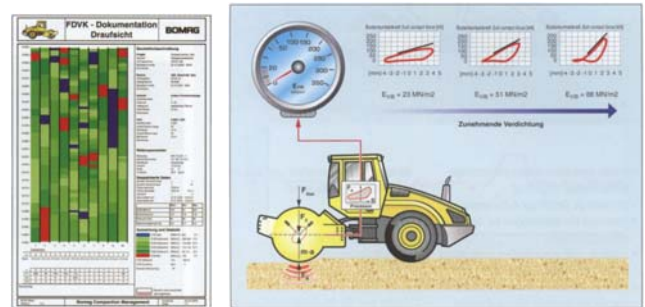


Bild 5: Flächendeckende Verdichtungskontrolle; Messprinzip (links) und Ergebnisausdruck (rechts); aus Firmenprospekt BOMAG GmbH

Eine andere indirekte Verdichtungskontrolle, vor allem aber auch eine Kontrolle der Gleichmäßigkeit ist mit Rammsondierungen möglich (siehe Bild 6). Dieses Verfahren ist insbesondere in beengten Arbeitsräumen, z.B. bei Leitungskünetten oder im Bereich von Böschungen, gut einsetzbar.

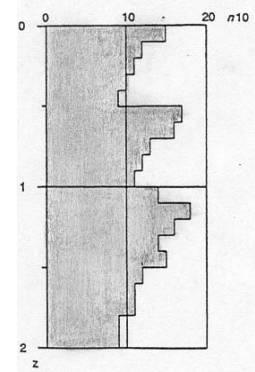


Bild 6: Rammsondierung zur Feststellung des Verdichtungserfolges; Einsatz im Bereich einer Kanalkünette; Sondiergerät (links) und Messergebnisse (Schlagzahldiagramm, rechts)

Dieses Verfahren kommt auch bei der Überwachung des Verdichtungserfolges von Sondermaßnahmen des Spezialtiefbaus, z.B. dem Rütteldruckverfahren oder der dynamischen Intensivverdichtung, über welche wir in der letzten Ausgabe unserer forschungsnews 11/2008 berichtet haben, zum Einsatz.

Ing. Heinrich Eder  
[www.bvfs.at](http://www.bvfs.at)