Vibrationsverdichtung von bindigen und kiesigen Böden

Autor(en): **Scheidegger, F.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **90 (1972)**

Heft 7: **Baumaschinen und Baugeräte**

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-85118

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

3. Schuttern, Gleisvorbau $t_3 = 230$ min
4. Schichtwechsel 30 min
Abschlagzeit $t = 495$ min

Gesamtzeit des Vortriebs:

Zahl der Abschläge pro Tag

$$c_{v1} = \frac{T_T}{t} = \frac{1440}{495} = \sim 3$$

$$c_v = 3 \cdot 2{,}8 = 8{,}4 \text{ m/Tag}$$

Monatliche Vortriebsleistung:

$$8{,}4 \cdot 20 = 168 \text{ m}$$

Vortriebszeit in Granit und Gneis:

$$Z_1 = \frac{4500}{8{,}4} = 536 \text{ Tage}$$

Vortrieb im Kalk

In den Sedimentzonen (Kalke), die in den ersten 1,3 km auf der italienischen Seite anstanden, wurden bei etwa 3,4 m Abschlagtiefe in drei Schichten eine Vortriebsgeschwindigkeit von $c_v = 10$ m/Tag erreicht. Damit wird die Gesamtzeit im Kalk

$$Z_2 = \frac{1300}{10} = 130 \text{ Tage}$$

und die Gesamtzeit in Granit und Kalk

$$Z = 536 + 130 = 666 \text{ Tage.}$$

Ein Zeitvergleich mit den Ist-Zeiten ist auf der italienischen Seite nicht möglich, weil beim Antreffen von Zerrüttungszonen auf einer Länge von 800 m ein Teilausbruch in belgischer Bauweise erforderlich war. Wegen starker zusätzlicher Behinderung infolge Wassereinbruch wurden 1961 in sechs Monaten nur 300 m aufgefahren. Weiter musste wegen akutem Mangel an guten Mineuren von einem Dreischichtbetrieb auf einen verlängerten Zweischichtbetrieb umgestellt werden. Im Dreischichtbetrieb waren bei 26 Bohrhämmern mindestens 104 Mineure erforderlich.

Insgesamt kann gesagt werden, dass es wegen der zu erwartenden schwierigen Gebirgsverhältnisse richtig war, auf der italienischen Seite die flexible Vortriebsart zu wählen. Mit dem Bohrstützeneinsatz und der gleislosen Förderung war es jederzeit möglich, bei Gebirgsschwierigkeiten vom Vollausbruch auf einen Teilausbruch umzustellen.

Literaturverzeichnis

[1] *Arndt F.K.:* Der Schlagablauf in Kolben und Stange beim schlagenden Bohren, «Glückauf» 1960, H. 24, S. 1516–1524.

[2] *Burkhardt G.:* Der Strassentunnel durch den Mont Blanc, «Baumasch. und Bautechn.» 1961, H. 11 und 12, S. 445–452, 497–503.

[3] *Burkhardt G., Maidl B.:* Skriptum: «Bauen unter Tage» München 1959, Institutsschriften der TH München.

[4] *Dorstewitz G.:* Gesichtspunkte für die zweckmässige Durchführung der bergmännischen Bohrarbeit, «Glückauf» 1954, H. 37/38, S. 1052–1067.

[5] *Dorstewitz G.:* Mitteilungen der Gesellschaft zur Förderung der Forschung auf dem Gebiet der Bohr- und Schiesstechnik (GFBS) Folge 1 (1954) bis 11 (1962), Clausthal und Essen, Institutsschriften der Hochschule.

[6] *Fraenkel K.H.:* Handbuch für Sprengarbeiten, Stockholm 1952, Aktiebolaget Atlas Diesel, Sandvikens.

[7] *Gerhardt H., Schöne D.:* Bestimmung der Bohrgeschwindigkeit beim schlagenden Bohren, «Bergakademie» 1965, S. 326–330.

[8] *Hahn L.:* Untersuchungen zur Frage des optimalen Bohrloch- und Patronendurchmessers, Diss. Clausthal 1956.

[9] *Harzt D.:* Entwicklungstendenzen der Bohrtechnik im Erzbergbau, «Freiberger Forschungshefte» 1962, H. A 307.

[10] *Hetzel K.:* Vorlesung «Tunnel- und Stollenbau» an der TH München 1956.

[11] *Hetzel K., Schwaderer H.:* Die Mechanisierung im Stollenbau, «Baumasch. und Bautechn.» 1957, H. 11 und 12, S. 381–388 und 403–410.

[12] *v. Kahler F.:* Die Rückprall-«Härte» als Mass für die Abschätzung der reinen Bohrgeschwindigkeit und der Bohrkronenabnützung, «Der Korinthin», Montanistische Hochschule Leoben 1952, Folge 18, S. 137–141.

[13] *Maidl B.:* Anwendung der Unterfangsbauweise beim Bau eines Eisenbahntunnels in Thailand, «Baumasch. und Bautechn.» 1967, H. 6, S. 209–215.

[14] *Maidl B.:* Der Bohrhammereinsatz im Untertagebau. Berlin, München, Düsseldorf 1970, Wilhelm Ernst & Sohn.

[15] *Mengarda R.:* Der wirtschaftliche Einsatz des Hochleistungsbohrhammers, «Glückauf» 1957, H. 51/52, S. 1634–1637.

[16] *v. Rabcewicz L.:* Das Bohrproblem im modernen Tunnelbau, «Schweizerische Bauzeitung» 1952, Nr. 17/18/19, S. 241–244, 260–263, 279–284.

[17] *Rapp R.:* Die Bestimmung der Bohrbarkeit verschiedener Gesteine unter Verwendung mittelschwerer Schlaghämmer, Dipl.-Arb., TH München.

[18] *Randzio E.:* Vortrieb und Ausbau von Stollen und Tunnel. Berlin 1927, Springer Verlag.

[19] *Sieber H.:* Kennwerte für den Sprengvorgang, Dipl.-Arb., TH München 1968.

[20] *Wahl, Schäfer, Kantenwein:* Forschungsbericht des Wirtschafts- und Verkehrsministeriums (NRW) Nr. 511, 1958.

[21] *Zanoskar W.:* Stollen- und Tunnelbau. Wien 1964, Springer Verlag.

[22] Firmenangaben folgender Maschinenhersteller: Atlas Copco, Essen; Böhler, Düsseldorf; Krupp, Essen; Flottmann, Salzgitter; Wallram, Essen.

Adresse des Verfassers: Dr.-Ing. *Bernhard Maidl*, Priv. Doz., D-4300 Essen-Bredeney, Meisenburgstrasse 65.

Vibrationsverdichtung von bindigen und kiesigen Böden

DK 624.138

Von **F. Scheidegger**, Schlieren, Zürich

Ende November organisierte die Firma Notz & Co. AG, Biel, eine Vortragstagung über die Boden- und Schwarzdeckenverdichtung. Über hundert Vertreter der öffentlichen Hand und von Strassenbauunternehmern verfolgten die Ausführungen verschiedener schweizerischer und ausländischer Spezialisten der Vibrationsverdichtung von Böden und Schwarzdecken. Von besonderem Interesse waren die Ausführungen von Prof. Dr. *Lars Forssblad*, Schweden, über die Möglichkeiten der Verdichtung von Erd- und Steinschüttungen mit Hilfe von Vibrationsgeräten, wobei der Vortragende vor allem die neuesten schwedischen Untersuchungsergebnisse berücksichtigte.

Grundlagen der Verdichtungstechnik

Verdichtungsgeräte arbeiten durch statischen Druck, Stoss oder Vibration (Bild 1). Statische Glattwalzen und Gummiradwalzen wirken hauptsächlich durch statischen Druck auf die Bodenoberfläche. Durch Stosswirkung kann eine höhere Belastung der Bodenoberfläche und eine grössere Tiefenwirkung als bei statischer Last erzielt werden.

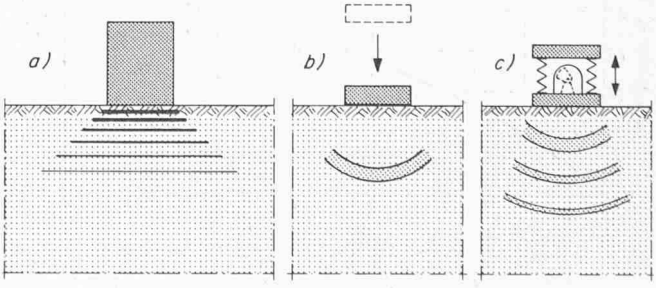


Bild 1. Schematische Darstellung verschiedener Arten von Bodenverdichtung. a) Statischer Druck, b) Stoss, erzeugt eine Druckwelle, c) Vibration, erzeugt schnell aufeinanderfolgende Druckwellen

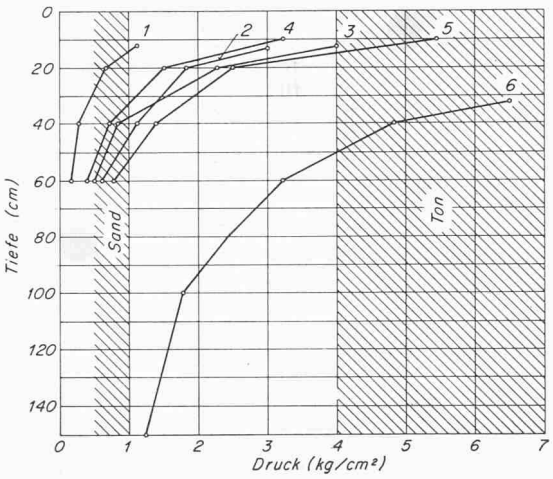


Bild 2. Druckwerte in verschiedenen Tiefen von Böden beim Verdichten mit vibrierenden Verdichtungsgeräten in verschiedenen Ausführungen und Grössen. Die Werte beziehen sich auf verdichteten Boden (90 % Proctor). Zwischen der linken schraffierten Fläche «Sand» (ohne Feinmaterial) und der rechten Fläche «Ton» liegen die Mischböden. 1 Rüttelplatte 135 kg, 2 Rüttelplatte 400 kg, 3 Rüttelstampfer 60 kg, 4 Vibrationswalze 1,4 t, 5 Vibrationswalze 3,3 t, 6 Vibrationswalze 13 t

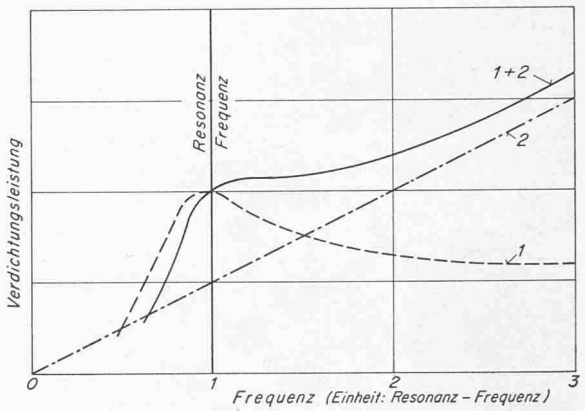


Bild 3. Abhängigkeit der Verdichtungswirkung von der Frequenz. 1 Einfluss der Resonanz auf das System Rüttler-Boden, 2 Einfluss der erhöhten Vibrationsintensität durch erhöhte Frequenz

Beim Rütteln wird die Bodenoberfläche durch dicht aufeinanderfolgende Stösse bearbeitet. Starke Druckwellen dringen in das Schüttgut ein. Unter der Einwirkung dieser wiederholten Druckwellen oder Vibrationen werden die Körner des Schüttgutes in Bewegung versetzt. Die Reibung zwischen den Körnern wird fast völlig ausgeschaltet. Die Körner finden bei dieser Bewegung ihre ideale Lage in einer dichteren Packung und damit wird ein Boden mit kleinstem Hohlraumvolumen erreicht.

Bei der Bodenverdichtung ist es notwendig, den Schwingungszustand im Boden mit Druck- und Schubbeanspruchungen von einer bestimmten Grösse zu verbinden. Diese Kräfte sind notwendig, um die Kohäsion der Körner, die im Bodenmaterial eine Verlagerung der Körner erschwert, zu überwinden. In allen Erdbaustoffen, auch in Sand und Kies, bewirkt das kapillar an die Körner gebundene Wasser zudem «elastische Bindungen», welche die Körner zusammenhalten. Das kapillargebundene Wasser bewirkt eine «scheinbare Kohäsion», die mit dem Kleinerwerden der Körner schnell ansteigt. In Ton kommt eine echte Kohäsion hinzu, da zwischen den sehr kleinen Tonpartikeln sich Molekularkräfte auswirken.

Beim Rütteln von Böden sind für das Verdichtungsergebnis folgende Faktoren entscheidend:

- Die gegenseitige Bewegung der Körner. Durch das Rütteln wird die innere Reibung ausgeschaltet und so die Voraussetzungen für eine wirksame Verdichtung geschaffen.
- Die während des Verdichtungsvorganges wirkenden Druck- und Schubbeanspruchungen. Diese Beanspruchungen können statisch vom Gewicht des Verdichtungsgerätes und der Erdlage oder dynamisch durch die Druckwellen vom Rüttler hervorgerufen werden.

Die Vibrationsverdichtung ist demgemäss eine Kombination von Schwingungen und Druck. Sowohl der statische als auch der dynamische Druck wurde mit Druck-Messdosen in Membranausführung gemessen. Das Ergebnis von Druckmessungen in verschiedenen Tiefenlagen unter Rüttelverdichtern verschiedener Typen und Grössen ist im Diagramm, Bild 2, wiedergegeben.

Je grösser die Kohäsion, desto grösser der für eine Verlagerung und Verdichtung eines Bodens erforderliche Druck. In Sand und Kies, wo die scheinbare Kohäsion verhältnismässig klein ist, muss der Rüttelzustand mit Druckbelastungen der Grössenordnung von 0,5 bis 1,0 kp/cm² kombiniert werden, damit das Rütteln eine gute Verdichtung ergibt. Bei Ton mit höherer Kohäsion benötigt man einen höheren Druck, der bis etwa 5 kp/cm² ansteigen kann. In beiden Fällen wurde der Verdichtungsgrad 90 % Mod. AASHO als Mindestwert der Verdichtung betrachtet.

Bild 4. Schwere Anhänge-Vibrations-Glattwalze Dynapac CH 60 13 400 kg mit Deutz-Dieselmotor von 110 PS

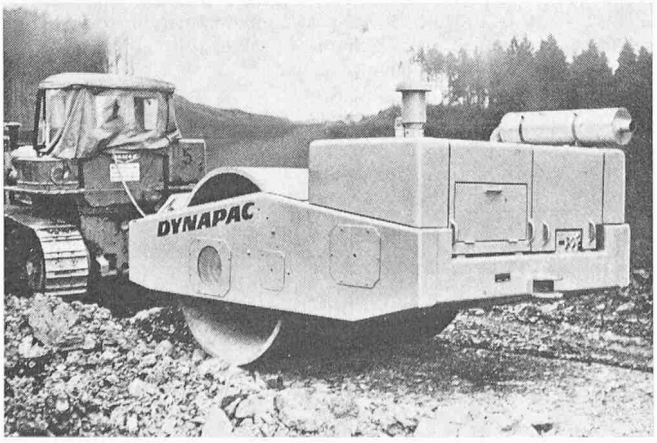
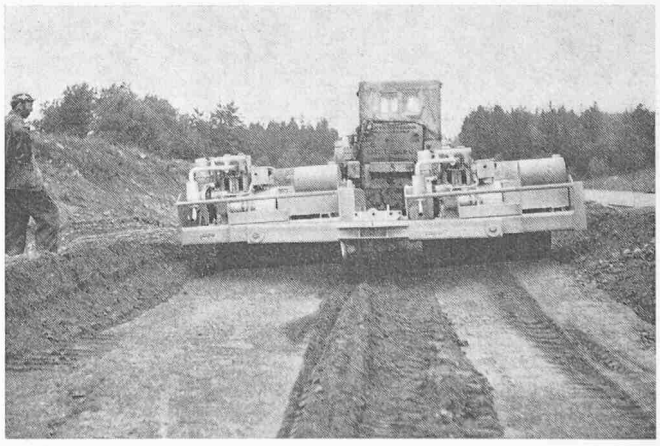


Bild 5. Anhänge-Vibrations-Glattwalzen Dynapac CH 33 im Zwillingsgespann, 8200 kg mit Deutz-Dieselmotoren von 38,5 PS



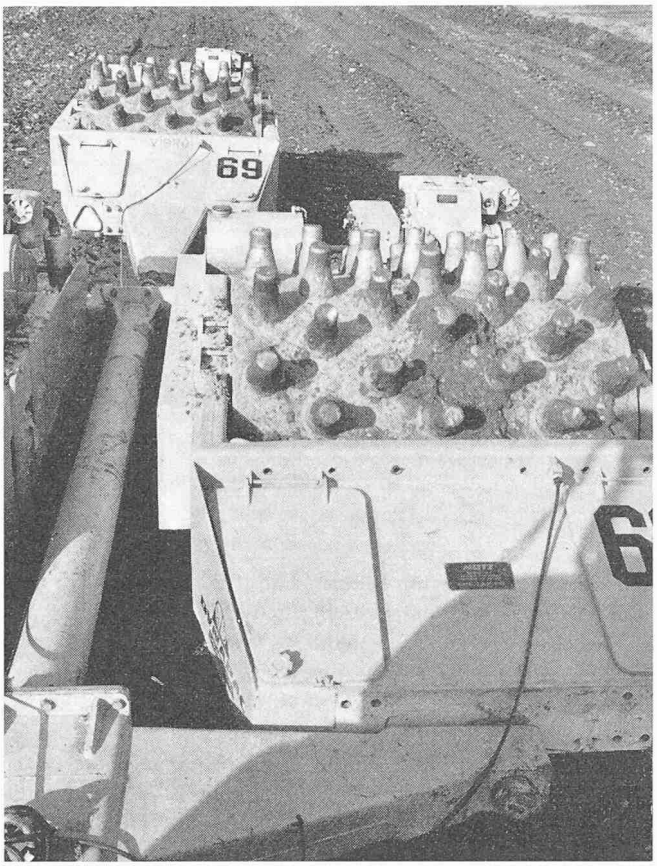


Bild 6. Anhänge-Vibrations-Schaffusswalzen Dynapac CF 33 im Drillingsgespann, Gewicht 13 800 kg, mit Deutz-Dieselmotoren von 38,5 PS

Die leichteste Rüttelplatte ergibt eine wirksame Verdichtung bei 10 bis 30 cm hohen Sand- und Kieslagen. Rüttelstampfer liefern einen bedeutend höheren Druck als Rüttelplatten. Geschleppte, 3 bis 5 t schwere Vibrationswalzen verdichten Sand und Kies in 50 bis 60 cm hohen Lagen, während die Lagen bei Ton bedeutend dünner sein müssen. Eine schwere, geschleppte Walze von 13 t Gewicht ergab einen drei- bis viermal höheren Druck als die 3,3 t schwere Walze. Sie kann daher Sand und Kies in Lagen von 1,5 m und mehr verdichten. Eine Schaffusswalze erhöht den auf die Bodenoberfläche ausgeübten Druck noch weiter.

Tabelle 1. Bodenklassen nach Verdichtungseigenschaften

Klasse		Beschreibung
I		Steinschüttungen und nicht bindige Böden mit grossen Steinen
II		Sand und Kies mit 5 bis 10 % Material feiner als 0,06 mm
	A	gut abgestuft
	B	gleichmässig gekörnt
III		Schluff, Moräne usw.
	A	schluffhaltiger Sand und Kies, Moräne
	B	Schluff, lehmiger Sand und Kies
IV		Ton
	A	Ton mit Druckfestigkeiten < 20 Mp/m²
	B	Ton mit Druckfestigkeiten > 20 Mp/m²

Tonarten mit höherem Wassergehalt als die optimale Feuchtigkeit werden plastisch und weich. Sie erfordern deshalb einen niedrigeren Druck für eine wirksame Verdichtung.

Auch bei der Verdichtung mit einer Vibrationswalze von 1,4 t und veränderbarer Frequenz und Amplitude wurden Druckmessungen ausgeführt. Die Druckwerte im Boden stiegen stark an, als die Frequenz auf etwa 1500 Schwingungen/min gesteigert wurde. Bei einer weiteren Erhöhung der Frequenz war der Druckanstieg nur noch verhältnismässig klein. Daraus kann geschlossen werden, dass die Amplitude von grosser Bedeutung für die Erzeugung hoher Bodendrücke ist.

Theoretisch lässt sich die Abhängigkeit der Verdichtungswirkung von der Frequenz nach Bild 3 darstellen. Die voll ausgezogene Wirkungskurve setzt sich zusammen aus einem Vergrösserungsfaktor, bedingt durch die Resonanzwirkung des Rüttlersystems Rüttler – Erdboden, und einer «Geschwindigkeitskurve», die einer mit der Frequenz geradlinig ansteigenden Erhöhung der Verdichtungswirkung entspricht.

Die experimentell ermittelten Kurven (Bild 2) und die Kurve in Bild 3 lassen erkennen, dass eine Frequenz, die etwas über der Resonanzfrequenz des Rüttlersystems (Vibrationsgerät) – Erdboden liegt, die günstigsten Ergebnisse liefert.

Einteilung der Böden auf Grund der Verdichtungseigenschaften

Die allgemein angewendeten Systeme für die Klasseneinteilung von Bodenarten lassen sich für die Beurteilung der Verdichtungseigenschaften nicht direkt verwerten. In

Tabelle 2. Eignung der Rüttelverdichter für verschiedene Bodenarten

Art des Bodenverdichters	I Steinschüttung	II A Sand und Kies, gut abgestuft	II B Sand und Kies, gleichmässig gekörnt	III A Schluff, Moräne usw., schluffhaltiger Sand und Kies, Moräne	III B Schluff, Moräne usw., Schluff, lehmiger Sand und Kies	IV A Ton, geringe oder mittlere Festigkeit	IV B Ton, grosse Festigkeit
Rüttelstampfer	—	×	×	×	×	×	×
Rüttelplatte	—	×	×	×	×	—	—
Glattwalzen 3 t	—	×	×	×	×	—	—
Glattwalzen 3 bis 5 t	—	□	□	×	×	×	—
Glattwalzen 5 bis 10 t	×	□	□	□	×	—	×
Glattwalzen 10 bis 15 t	□	□	□	□	×	—	×
«Pad»-Walzen	—	—	×	×	□	□	×
Schaffusswalzen	—	—	×	×	×	□	□

× Geeignet
□ Sehr gut geeignet

Zusammenarbeit mit Dr. *B. Broms*, Schwedisches Geotechnisches Institut, wird deshalb vorgeschlagen, die Bodenarten nach ihren Verdichtungseigenschaften in vier Klassen einzuteilen (Tabelle 1).

Die Anwendung des vorgeschlagenen Systems für die Klasseneinteilung dürfte verhältnismässig einfach sein. Es ist notwendig, die Körnungskurven für die Bodenarten der Klassen I, II und III zu bestimmen. Bei den Bodenarten der Klasse IV muss die Festigkeit des Materials (Druck- oder Scherfestigkeit) bestimmt werden.

Tabelle 2 zeigt schematisch, welche Typen von Bodenverdichtungsgeräten sich für die Verdichtung von verschiedenen Bodenarten eignen.

Kontrolle der Verdichtung

In letzter Zeit wurde eine Labor-Verdichtungsmethode auf Vibrationsgrundlage entwickelt. Das Verdichtungsgut wird in einem 15 cm hohen Prüfzylinder gerüttelt. Bei Versuchen mit nicht bindigen Böden erhält man praktisch das gleiche maximale Raumgewicht wie beim Modell AASHO-Versuch. Diese Böden werden zweckmässigerweise in wassergesättigtem Zustand gerüttelt, wodurch man mit einer einzigen Probe das maximale Raumgewicht erhält.

Vibrationsverdichter

Die zwei ersten Typen von Vibrationswalzen, die geschleppten Vibrationswalzen und die Tandem-Vibrationswalzen, sind in den letzten fünf Jahren durch eine Vielzahl von Vibrationswalzen ergänzt worden. Die Entwicklung führt immer mehr zu selbstfahrenden Walzen, in vielen Fällen mit angetriebenen Walzenkörpern.

Geschleppte Walzen

Trotzdem gehören geschleppte Vibrationswalzen immer noch zur Normalausrüstung zum Verdichten von Strassendämmen, Unterbaulagen und Traglagen im Strassenbau wie auch zur Erstellung von Pisten, Erddämmen und anderen grösseren Erdbauwerken. Ihr gebräuchlichstes Gewicht liegt immer noch bei 3 bis 5 t. Aus folgenden Gründen werden immer schwerere Typen entwickelt:

- Alle Erdbau- und Erdbewegungsmaschinen werden grösser und leistungsstärker, somit müssen auch die Vibrationswalzen leistungsfähiger werden.
- Steinschüttungen und Splitt werden in steigendem Mass beim Bau von Strassen, Staudämmen, Hafenanlagen und unter Fundationen von Hochbauten verwendet. Grobes Steinschüttgut muss in ein bis zwei hohen Lagen eingebracht werden und die eingesetzten Vibrationswalzen müssen eine entsprechend grosse Verdichtungsleistung und Tiefenwirkung erzielen können.
- Schwere Vibrationswalzen sind vielseitiger verwendbar und liefern sehr gute Verdichtungsergebnisse auch bei Lehm und anderen bindigen Böden.
- Dank ihrer Verdichtungsleistung und Tiefenwirkung lassen sich schwere Vibrationswalzen für Arbeitsaufgaben von völlig oder teilweise neuer Art anwenden. So wird es möglich, eine wirksame Nachverdichtung von Strassendämmen auszuführen, die im Winter oder unter schwierigen Arbeitsbedingungen aufgeschüttet wurden.

Für gewisse Arbeiten bieten schwere Vibrationswalzen die einzige Lösung. Zurzeit sind schwere geschleppte Vibrationswalzen von 13 t Gewicht und 38 t Fliehkraft auf dem Markt erhältlich (Bilder 4 und 5).

Vibrations-Schaffusswalzen

Im Vergleich zu statischen Schaffusswalzen erreicht man mit Vibrations-Schaffusswalzen die geforderte Verdichtung bei weniger Überfahrten (Bild 6). Die Wirkungen der Vibrations-Schaffusswalzen können wie folgt zusammengefasst werden:

- Durch die Konzentration der statischen und dynamischen Kräfte, die mittels der Schaffüsse erzielt wird, werden alle harten Klumpen schnell gebrochen und fein zerkleinert. Bei Materialien wie zum Beispiel trockenem, hartem Ton ist dies sehr wichtig.
- Der Misch- und Knetvorgang der Schaffüsse gewährleistet ein homogenes Schüttgut, insbesondere wenn das Schüttgut aus verschiedenen Bodenarten besteht.
- Zwischen den aufeinanderfolgenden Schüttschichten wird gute Bindung erzielt. Schichtstrukturen werden vermieden, was bei Erddämmen besonders wichtig ist.
- Steine werden in die Oberfläche der Schüttung eingepresst, was sich bei Bodenstabilisierungen günstig auswirkt.

Vibrationswalzen mit Antriebsgummirädern

Selbstfahrende Vibrationswalzen mit zwei Antriebsgummirädern wurden ursprünglich in den USA entwickelt und setzen sich jetzt in Europa immer mehr durch (Bild 7). Der Walzenteil wiegt etwa 4 t. Bezüglich der Verdichtung besitzen diese Walzen die gleiche Leistung wie 4 t schwere, geschleppte Vibrationswalzen. Die selbstfahrenden Walzen

Bild 7. Selbstfahrende Vibrationsglattwalze Dynamopac CA 25 mit Knicklenkung, 9000 kg mit Dieselmotor Caterpillar von 125 PS

Bild 8. Selbstfahrende Tandem-Vibrationswalze Dynapac CC 40 mit Knicklenkung und fünf verschiedenen Amplituden-Stufen für Erd- und Asphaltverdichtung, Gewicht 10 200 kg, mit Deutz-Dieselmotor von 92 PS Alle Bilder sind Werkphotos Notz & Co. AG, Biel.

haben den Vorteil, dass sie schneller und leichter zu fahren sind. Das beim Schleppen schwierige Rückwärtsfahren oder Umdrehen und die Vertiefungen, die sowohl Radschlepper als auch Raupenschlepper in der Oberfläche verursachen können, werden vermieden. Diese Walzen verdichten praktisch alle Böden mit Ausnahme von steifem Ton und grobem Fels. Um die Vorwärtsbewegung auf allen Bodenarten, auch auf losem Sand, zu gewährleisten, wird ein hydraulischer Antriebsmotor auf dem Walzenkörper installiert.

Tandem-Vibrationswalzen

Tandem-Vibrationswalzen, die immer grösser gebaut werden, wurden ungefähr zur gleichen Zeit entwickelt wie die geschleppten Vibrationswalzen. Während die ersten nur etwa 1 t schwer waren, werden heute vielfach Tandem-Vibrationswalzen mit 4 bis 6 t eingesetzt. Die herkömmlichen Tandem-Vibrationswalzen werden mehr und mehr durch Vibrationswalzen mit Vibrations- und Fahrantrieb beider Walzenkörper zur Erzielung einer besseren Verdichtungswirkung, Verdichtungskapazität und Geländegängigkeit ersetzt (Bild 8). Solche Walzen mit Gewichten von bis 10 t sind vielseitig anwendbar. Sie werden mit gutem Erfolg auf Tragschichten aus Kies, Schotter wie auch auf mit Zement stabilisiertem Material benutzt. Die verstellbare Amplitude, die bei Schwarzdeckenarbeiten notwendig ist, kann sich auch beim Verdichten von Tragschichten günstig auswirken, da bei gewissen Bodenmaterialien ein zu starkes Vibrieren vermieden werden muss.

Verdichtungsgeräte für kleinere Baustellen

Als Ergänzung der grösseren Verdichtungsmaschinen und auf kleineren Baustellen gelangen Rüttelplatten und Stampfer zur Anwendung. Hinterfüllungen an Grundmauern, Brücken-Widerlagern usw. müssen mit kleineren Maschinen verdichtet werden. Rüttelplatten von 100 bis 500 kg Gewicht sind besonders für Sand und Kies gut geeignet. Rüttelstampfer bewirken einen grösseren Bodendruck als Rüttelplatten und eignen sich dadurch auch zum Verdichten von Tonen und anderen bindigen Böden. Sie haben die Bodenstampfer mit Explosionsantrieb, die schwerer zu handhaben sind, weitgehend ersetzt.

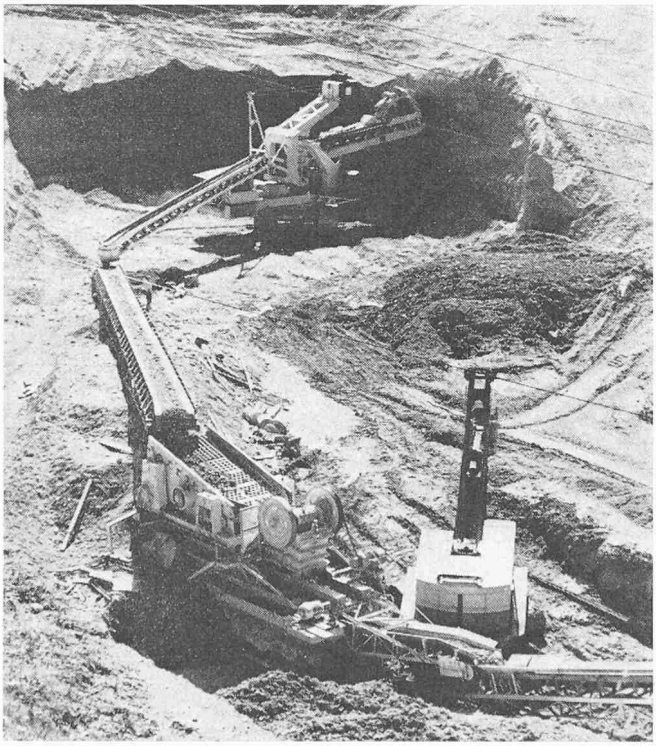
Adresse des Verfassers: *F. Scheidegger,* dipl. Bau-Ing. ETH, Ottilienstrasse 17, 8003 Zürich.

Einsatz eines Schaufelradbaggers mit nachgeschalteten Förderbändern zur Kiesgewinnung

DK 621.879.48

Auf einer grossen Kiesgrube in der Nähe des Genfersees zeigte es sich, dass die kontinuierliche Förderung des Rohmaterials wirtschaftlicher ist als herkömmliche Abbaumethoden. Bisher wurde das stark verhärtete Kiesgestein der Körnung bis 300 mm mit dem Löffelbagger abgebaut und mit Lastwagen weggefahren. Ein 1-m³-Löffelbagger mit 30 t Gewicht brachte es dabei auf die optimale Förderleistung von etwa 40 m³/h. Grössere Löffelbagger zu verwenden lohnte sich nicht, da die Zähne des Baggerlöffels nur schürften, aber nicht kräftig genug in die Kieswand eindringen konnten. Seit Herbst 1970 arbeitet nun anstelle des Löffelbaggers ein Schaufelradbagger Typ 100 von Krupp, Rheinhausen, in der Kiesgrube. Förderbänder haben die Lastwagen ersetzt und sorgen für kontinuierlichen Förderfluss.

Krupp-Schaufelradbagger Typ 100 in einer Schweizer Kiesgrube als Kernstück einer kontinuierlich arbeitenden Abbaukette, in der alle Glieder leistungsmässig aufeinander abgestimmt sind und die anstelle der herkömmlichen Abbaumethode mit Löffelbagger und Lastwagen wirtschaftlicher ist



Der von einem Dieselgenerator mit 277 PS (245 kVA) angetriebene und auf zwei Raupen fahrbare Schaufelradbagger förderte zunächst bei kontinuierlicher, aber etwas gedrosselter Leistung etwa 150 m³/h. Bei erhöhtem Verschleiss der Schaufelzähne stieg die Leistung auf 200 bis 250 m³/h. Da die Kiesschicht höher ist als die grösste Abtragshöhe des Schaufelradbaggers von 9,5 m, verwendet man seit einiger Zeit zusätzlich einen Bulldozer, der schräg abwärtsfahrend Material abschürft und gegen den Schaufelradbagger schiebt. Beide Maschinen fördern insgesamt 300 bis 350 m³/h, der Verschleiss an den Schaufelzähnen des Baggers ist nun geringfügig.

Die Erfahrung hat in diesem Fall gezeigt, dass man den Schaufelradbagger Typ 100 nicht nur zum Abtrag von losem Gestein oder lockerem Erdboden, wie zum Beispiel bei Halden, Böschungen, Geländeerhebungen, sondern auch an einer stark verfestigten Kieswand, deren Rohmaterial nur mit der Spitzhacke lösbar ist, vorteilhaft einsetzen kann. Der Schaufelradbagger fördert in jeder normalen Kiesgrube etwa 300 m³/h, bei extrem hartem Kiesboden etwa die Hälfte. Die Leistung des Schaufelradbaggers muss mit der Aufnahmekapazität des verwendeten Förderbandsystems abgestimmt werden. Je grösser die Abbaubreite, um so geringer sind die prozentual zur Arbeitszeit anfallenden Nebenzeiten für Schwenkrichtungsänderung, Fahr- und Hubbewegungen des Baggers. Er lässt sich einfacher und leichter bedienen als herkömmliche Erdbaumaschinen. Als kontinuierlich arbeitendes Gerät erreicht er eine grössere Lebensdauer als diskontinuierlich arbeitende Maschinen.