

# Der Grader: Einsatzbeispiele

Autor(en): **Seul, Helmut**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

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

Heft 46

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85361>

## **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.

das vom Wasser transportierte Material wieder an den Ursprungsort zurückzubringen, anstatt das gleiche Material an Ort und Stelle zu brechen.

Einen weiteren Baustoff liefert unsere «Wegwerfgesellschaft», welche pro Kopf der Bevölkerung jährlich 350 bis 400 kg Müll produziert. Die in den Verbrennungsanlagen anfallende Schlacke wird auf Deponien geführt. Untersuchungen, die an der Professur des Verfassers von seinem Mitarbeiter, Dr. *Hirt*, ausgeführt werden, zeigen, dass diese Schlacke ein brauchbares Material für den Strassenbau liefert. Initiative Unternehmer ermöglichen uns, zurzeit Versuche im Massstab 1:1 durchzuführen. Die Gesundheitsdirektion des Kantons Zürich finanziert diese Forschungsarbeiten. Ähnliche Forschungsarbeiten befassen sich mit Industrieabfällen. Mit Erfolg sind erste Versuche im Laboratorium und in Versuchsstrecken ausgeführt worden.

Die Strassenbauer – die Verwaltung, die Forschung und die Praxis – haben sich mit diesen Problemen in einem grös-

seren Zusammenhang auseinanderzusetzen, wobei neue, umfassendere Entscheidungsgrundlagen an Bedeutung gewinnen. Unter anderem ist für die Schweiz auch eine «Kiespolitik» zu fordern, welche den zukünftigen grossen Bauvorhaben, den Grundwasservorkommen, der Landschaft und anderen ökologischen Gesichtspunkten Rechnung trägt.

Ist nun der heutige Strassenbau eine Kunst? Werden die Entscheidungsgrundlagen nicht zu stark von der reinen Technik geliefert? Wird die Wirtschaftlichkeit nicht in einem zu engen Rahmen beurteilt?

#### Literaturverzeichnis

[1] *R. Hirt*: Dimensionierung und Verstärkung von schwach beanspruchten Strassen. «Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen» 123 (1972), Nr. 3, S. 129–159

Adresse des Verfassers: *Victor Kuonen*, dipl. Forsting., Professor für forstliches Ingenieurwesen an der ETH, Lindenweg 9, 8122 Pfaffhausen.

## Der Grader: Einsatzbeispiele

DK 625.731:624.002.5

### Allgemeines

#### Begriff

Der Grader ist ein Gerät zum Begradigen, d. h. zum Planieren. Er wurde zu einer gummibereiften Baumaschine entwickelt und findet sein Hauptarbeitsfeld im Strassen- und Wegebau zur Durchführung der verschiedensten Planierarbeiten, zum Einbau praktisch aller Materialsorten sowie zum Herrichten der Seitenräume, wie Böschungen, Gräben und Bankette.

#### Entwicklung des Graders

Die Entwicklung geht bis zur Jahrhundertwende zurück, wo erstmals «Wegehobel» für den Unterhalt von Wegen in steinfreien Böden eingesetzt wurden. Es handelte sich um durch Zugtiere geschleppte Geräte mit einem «Hobel» zwischen den Achsen. Der Hobel – heute als Schar bezeichnet – wurde von Hand über Spindeln und Zugstangen gehoben und gesenkt, Bild 1.

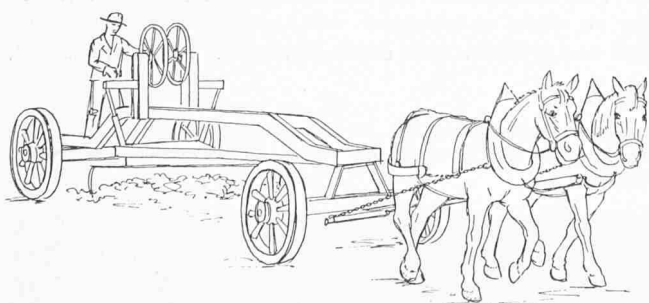


Bild 1. Von Pferden gezogener Wegehobel

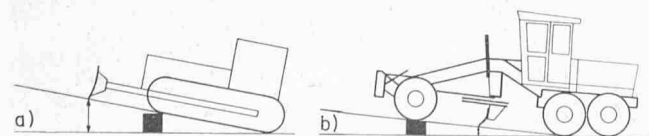


Bild 2. Auswirkung auf die Schneide beim Überfahren von Bodenunebenheiten

a) Planierdraupe

b) Grader

Schon damals hatte man erkannt, dass bei Anordnung der Schar in Gerätemitte die Planiergenauigkeit am grössten ist. Bei Maschinen mit vorgebautem Planierschild wird jede überfahrene Unebenheit vergrössert auf das zu schaffende Planum übertragen. Die Scharanordnung in Gerätemitte dagegen verkleinert diese Übertragung, Bild 2.

Im Verlaufe der allgemeinen Motorisierung wurden die Zugtiere durch Schlepper ersetzt. Schliesslich wurden Schlepper und Wegehobel zu einem Gerät vereint, wobei der Antriebssatz und die weit vorgezogene Vorderachse durch einen bogenförmigen Rahmen verbunden wurden. In den Raum zwischen Vorder- und Hinterachse wurde die Schar eingebaut.

Die technische Weiterentwicklung führte von Zweiachs- zu Dreiachsmaschinen, die als Tandem-Grader bezeichnet werden, von der manuellen Bedienung über Spindeln und Zugstangen zu mechanischen Steuerelementen und weiter über mechanisch-hydraulisch kombinierte Steuerungen zu vollhydraulischen Systemen.

Der Antrieb übt entscheidenden Einfluss auf die Leistung und damit auf die Wirtschaftlichkeit der Maschine; er ist daher das wichtigste Konstruktionselement des Graders. Die vorläufig letzte Stufe dieser Entwicklung ist der Antrieb über Drehmomentwandler und Lastschaltgetriebe. Durch die dauernde automatische Ausnutzung der installierten Leistung und durch die weitgehende Entlastung des Fahrers – er wird vom eigentlichen Fahrvorgang fast vollständig entlastet und kann sich ganz auf die Arbeit konzentrieren – wurden erhebliche Mehrleistungen gegenüber vergleichbaren Geräten mit mechanischen Schaltgetrieben erreicht.

#### Der Grader als Vielzweckgerät

Ursprünglich war der Grader eine Einzweckmaschine, die in vielen Fällen nicht voll ausgenutzt werden konnte. Daher entwickelte man für den Grader weitere Arbeitsgeräte, so beispielsweise Frontschilder und Heckaufreisser, Bild 3. Dadurch wurde der Grader zu einem Mehrzweckgerät, das innerhalb eines Maschinenparkes häufig den höchsten Ausnutzungsgrad aufweist.

#### Tandem-Grader

Die wichtigste Aufgabe für einen Grader ist die Erstellung eines sauberen und möglichst genauen Planums. Diese Forderungen werden nur vom Tandem-Grader erfüllt.

Tabelle 1. Technische Daten der im Text erwähnten Grader

		G 8	G 12	G 16
Motordauerleistung	PS (DIN)	94	130	174
Höchstgeschwindigkeit	km/h	43,0	41,0	46,0
Scharlänge	mm	3210	3700	3780
Bereifung/Breitreifen		14,5/20	15,5/25	17,5/25
Gesamtgewicht	t	8,2	11,3	14,75
Wenderadius	m	10	10,5	10,5

Als Beispiele seien hier drei marktgängige Maschinen aufgeführt. Es sind vollhydraulische Tandem-Grader gleicher Konstruktion. Alle Anstellbewegungen der Arbeitswerkzeuge werden vollhydraulisch vom Fahrerstand aus ohne Umbauarbeiten eingeleitet und durchgeführt, auch extreme Scharstellungen wie beispielsweise für das Böschungshobeln. Alle drei Maschinen sind mit einem einstufigen Drehmomentwandler und direkt angeflanschem Lastschalt-Wendegetriebe ausgerüstet. Ausser der Schar sind schwere Heckaufreisser mit bis zu sechs auswechselbaren Reisszähnen sowie Frontschilde mit Parallelführung angebaut. Die Geräte sind geräuschgedämpft und entsprechen den einschlägigen Vorschriften. Die Grader G 8, G 12 und G 16 stellen das Ergebnis einer Entwicklung dar, die anfangs der fünfziger Jahre mit dem Bau der ersten Motorgrader bei O&K begann. In Tabelle 1 sind die wichtigsten Daten dieser Maschinen zusammengestellt.

#### Einsatzbeispiele

Einige Beispiele aus der Praxis sollen dazu dienen, die Einsatzmöglichkeiten, die Vielseitigkeit und die Leistungsfähigkeit dieser modernen Baumaschinen zu veranschaulichen.

Der rationelle Einsatz eines Graders bedingt entsprechende Planung seitens der Bauleitung. Dabei muss der Ablauf der Arbeitsgänge teilweise umgestellt, d. h. die Arbeit «gradergerecht» vorbereitet werden. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass diese Maschinen auf Grund ihrer hohen Eigenfahrgeschwindigkeit von über 40 km/h in der Lage sind, mehrere Baustellen gleichzeitig zu betreuen.

#### Ausbau einer Landstrasse unter Durchgangsverkehr

Eingesetzt wurde der G 8 mit Heckaufreisser und Frontschild. Die Strasse wurde u. a. verbreitert, wozu eine seitliche Auskoffierung ausgeschoben werden musste. Die Abmessungen der Auskoffierung betragen: Breite 1,5 bis 3 m, durchschnittlich 2,25 m; Tiefe 0,4 bis 0,5 m, im Mittel

0,45 m; Querneigung 4 %. Bodenverhältnisse: Oberste Schicht Mutterboden mit Bewuchs, darunter fester Mergelboden mit erheblichen Steineinschlüssen. Das anfallende Material konnte talseitig abgestürzt werden, da entsprechend der Strassenverbreiterung auch ein Damm verbreitert werden musste.

Nach dem Abschälen des alten Banketts wurden die Tiefbordsteine, die zur seitlichen Befestigung der alten Fahrbahn dienten, einseitig freigelegt, um den Stützdruck wegzunehmen und sie damit leichter lösen zu können. Mit einem Zahn des Heckaufreissers erfolgte dann das Verlockern der Tiefbordsteine. Da der Verlauf dieser Steine durch einen übergezogenen Strassenbelag nicht zu erkennen und ausserdem die Kantenlänge sehr unterschiedlich war, erwies sich diese Arbeit als verhältnismässig schwierig. Zudem handelte es sich bei diesen Bordsteinen teilweise um Stücke mit Kantenlängen bis zu 60 x 60 x 40 cm. Bei dieser Arbeit kamen die Vorteile des Drehmomentwandlers besonders zur Geltung: weiches Anfahren; Steigerung der Schubkraft am Hindernis bis zum Höchstwert; Dämpfung der auftretenden harten Stösse und dadurch Schutz der gesamten Antriebsteile; kein Abwürgen des Motors.

Durch einseitiges Anheben und spitzes Einstechen der Schar hinter bzw. unter die vorgelockerten Steine wurden diese anschliessend ausgepflügt und ebenfalls über die Böschung gedrückt, Bild 4. Nach dem Abschieben der Tiefbordsteine wurde die Verbreiterung auf volle Tiefe und Breite profilgerecht ausplaniert bis an den alten, aus Setzpacklage bestehenden Strassenunterbau, Bild 5.

Es wurde eine Durchschnittsleistung von 60 m/h, entsprechend 135 m<sup>2</sup>/h, erreicht. Die feste Masse betrug rund 61 m<sup>3</sup>/h.

Im weiteren Verlauf der Arbeiten wurden mit dem Grader in den Verbreiterungen die Filter- und Frostschichten eingebaut, Rinnen für das Setzen der Randsteine ausgepflügt, die alte Fahrbahn mit dem Aufreisser angegraut, Gesteinsgemisch 0/30 als Ausgleichsschicht eingebaut und abgesunkene Fahrbahnränder angehoben. Auch die Seitenräume wurden, so weit erforderlich und möglich, mit dem Grader wieder hergerichtet.

#### Herrichten eines zerfahrenen und verwachsenen Feldweges

Der Weg musste auf 4 m Breite und mit 2,5 % Querfälle hergerichtet und ein Wegseitengraben musste angelegt werden.

Zuerst wurde der Weg mit Stirnschild und Schar von Bewuchs und Mutterboden geräumt. Das Material konnte

Bild 3. Heckaufreisser mit maximal sechs Reisszähnen

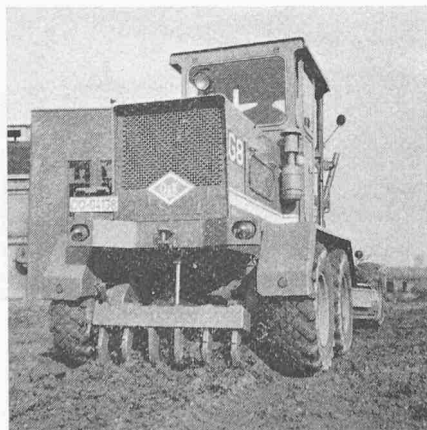


Bild 4. Auspflügen der vorgelockerten Tiefbordsteine mit der Schar



Bild 5. Fertigprofilierung der Auskoffierung



teilweise in einen alten Seitengraben, der nicht mehr geöffnet wurde, eingebaut bzw. auf einem nicht benutzten Seitenstreifen gelagert werden. Anschliessend wurde der Massenausgleich durchgeführt. Teilweise war ein Bodenabtrag bis zu 40 cm und ein Materialtransport bis zu 60 m erforderlich. Hierbei bewährte sich das Stirnschild mit Parallelführung und den fest angeschweissten Seitenblechen. Der Abtrag konnte damit bei guter Schildfüllung einwandfrei abtransportiert werden.

An besonders harten Stellen wurde mit dem Heckaufreisser und zwei eingesteckten Reisszähnen vorgerissen, um die Arbeit mit Schar und Stirnschild zu erleichtern, Bild 6.

Der neu zu erstellende Graben (Tiefe 50 cm, Sohlenbreite 30 cm, Böschung 1 : 1 bis 1 : 1,5) wurde in mehreren Schnitten ausgehoben. Hierbei fuhr der Grader mit einer Radseite im Graben, die Schar wurde einseitig angehoben und die voreilende Scharspitze hinter dem Vorderrad eingestochen. Das geschnittene Material wanderte so an der schräg stehenden Schar hoch und legte sich auf der Grabeninnenböschung ab, Bild 7. Von hier aus wurde der Aushub zur anderen Wegseite umgesetzt bzw. soweit brauchbar innerhalb des Weges eingebaut.

Danach musste die 1,5 bis 2 m hohen Aussenböschung ins Profil gebracht werden. Hierzu wurde die Schar seitlich ausgefahren und auf den Böschungswinkel eingestellt. Durch Zurückdrehen der oberen Scharspitze rutschte das sich an der unteren Spitze aufstauende Material an der Schar nach oben und legte sich in der Böschung ab, wo es gleichzeitig sauber abgezogen wurde, Bild 8. Anschliessend wurde der Weg fertig profiliert. Zu diesen Arbeiten waren nur eine Maschine und ein Mann erforderlich.

#### Grader G 16 im Erdbau

Ein am Hang liegender, praktisch zugewachsener Feldweg sollte zu einer 6 m breiten Erdstrasse ausgebaut werden. Bodenverhältnisse: Mergel, Bodenklasse 2.26 mit Steinen bis zu 0,5 m Kantenlänge durchsetzt. Das anfallende Material konnte innerhalb der Baustelle verarbeitet bzw. talseitig abgeschoben werden.

Nach dem Abschieben von Mutterboden und Bewuchs wurde der Einschnitt im Hang vergrössert und auf die gewünschte Breite gebracht. Da das Planum nicht grundsätzlich dem Geländeverlauf folgen sollte, waren zur Herrichtung des Grundplanums verhältnismässig grosse Mengen Erdreich zum Längsausgleich über Strecken von 50 bis 100 m zu bewegen. Durch das wiederholte Überfahren des eingebauten Aushubes, wobei nach Möglichkeit immer mit

Spurversatz gefahren wurde, konnte gleichzeitig eine einwandfreie Verdichtung erzielt werden.

Das Durchstossen der bergseitigen Auffahrten war die nächste Aufgabe. Hier bewährte sich die grosse Schubkraft des 174 PS starken und 15 t schweren Graders, der mit dem Stirnschild die Arbeit in kürzester Zeit erledigte. Anschliessend waren die bis zu 2,5 m hohen Böschungen (Neigung 1 : 1 bzw. 1 : 1,5) zu schneiden. In der Böschung sitzende Findlinge und auf der Böschung stehende Stubben erschwerten diese Arbeit. Mit der Scharspitze wurden sie teilweise freigelegt bzw. gelöst und dann aus der Böschung herausgerissen, Bild 9. In weiteren vollen Schnitten wurde dann die Böschung fertig profiliert. Danach wurde das Material vom Böschungsfuss abgesetzt; das angefallene und für den Ausgleich nicht erforderliche Material musste über den ganzen Weg umgesetzt und talseitig abgestürzt werden. Anschliessend wurde das Trasseefertig profiliert, Bild 10.

Ursprünglich war geplant, für die Erdarbeiten bzw. für die Massenbewegungen eine 100-PS-Planierraupe und für die eigentlichen Profilierungsarbeiten einen 70-PS-Grader sowie zwei Hilfsarbeiter einzusetzen. Der gewählte Einsatz hat aber gezeigt, dass ein entsprechender Grader diese Arbeit schnell, sauber und ohne grossen Aufwand allein schafft.

Die Bauzeit bei der Verwendung des G 16 oder der Kombination Planierraupe, 70-PS-Grader und zwei Hilfskräften, kann man als gleich annehmen. Der Stundenaufwand für den Grader G 16 ist gleich den Vorhaltekosten. Da der gleiche Betrag für eine 100-PS-Planierraupe eingesetzt werden muss, zusätzliche Kosten aber noch für den kleineren Grader und die Hilfskräfte anfallen, schneidet hier der G 16 eindeutig besser ab.

#### Sonderausführungen

Die vorerwähnten Einsatzbeispiele zeigen, wie vielfältig die Einsatzmöglichkeiten des Graders sind. Um den Auslastungsgrad und die Wirtschaftlichkeit noch weiter zu steigern, wurden noch weitere Sonderausrüstungen entwickelt, von denen hier einige beschrieben werden.

#### Scharseitenbleche

Diese werden links und rechts an der Schar angeschraubt; mit ihnen wird erreicht, dass die Schar beim Auftragen dünner Materialschichten ganz gefüllt ist, und dass kein Material seitlich herausläuft (wichtig beim Einbau von Schwarzdeckengut). Damit wird ein sauberes Auftragen beispielsweise von Profilausgleichsschichten oder von Bitumen-Tragschichten in einem Übergang möglich.

Bild 6. Aufreissen harter Bodenschichten



Bild 7. Abziehen der Grabeninnenböschung. Das Material legt sich auf der Böschungskante ab





Bild 8. Andecken der Grabenaussenböschung und Fertigprofilierung mit ausgefahrner Schar



Bild 9. Herausreissen und Abschieben des Stubbens



Bild 10. Fertigprofilieren mit der Hauptschar

### Hangschar

Diese wird an der rechten Seite der Schar in wenigen Minuten angebaut. Die Neigung beträgt bei quergestellter Schar  $25^\circ$  (Böschungswinkel rd. 1 : 2). Durch Drehen der Schar können alle Böschungswinkel von 1 : 2 bis 1 : 0,5 eingestellt werden. Die Reichweite der Schar beträgt im Böschungswinkel gemessen rd. 0,75 m. Eingesetzt wird diese Sonderausrüstung hauptsächlich für den Einbau von Mutterboden auf Banketten mit Tiefböschungen, die von unten nicht zu befahren bzw. zu bearbeiten sind. Der Grader fährt mit allen Rädern auf dem fertigen Planum der Strasse, schiebt die Schar seitlich auf die gewünschte Bankettbreite aus, stellt den Winkel ein und zieht dann Bankett und Tiefböschung ab. Das überschüssige Material verteilt sich nach unten. Das Spannen von Richtschnüren und das Schlagen von Profillatten werden überflüssig.

### Auskoffierungsschar

Oft müssen bei Verbreiterungen von Fahrbahnen oder beim nachträglichen Setzen oder Giessen von Randstreifen schmale Rinnen ausgekoffert werden. Mit der Auskoffierungsschar, deren Anbau mit nur vier Schrauben an jeder Stelle der Schar möglich ist, kann diese Arbeit leicht ausgeführt werden.

Die Breite beträgt rd. 50 cm und die Reichtiefe 30 bis 40 cm. Der auszukoffernde Boden rutscht an der nach vorn kragenden Zusatzschar hoch und wird von der leicht nach hinten gedrehten Hauptschar neben dem ausgehobenen Streifen abgelegt. Bei harten oder steinigen Böden empfiehlt sich das Auflockern des Materials mit einem Reisszahn.

### Bankettwalze

Nachdem das Bankett abgezogen ist, wird meistens eine kleine Walze oder Rüttelplatte eingesetzt. Dabei ergeben sich oft Schwierigkeiten: Die Maschinen rutschen in den Graben, fahren sich fest, oder es entsteht ein unsauberes Planum. Mit der Bankettwalze können solche Schwierigkeiten vermieden werden. Sie wird mit vier Schrauben an der Schar befestigt. Der Grader fährt auf der fertigen Fahrbahn, presst die seitlich ausgefahrne Schar mit der angebauten Walze mit dem gewünschten Druck und der vorgeschriebenen Neigung auf das Bankett und wälzt es sauber ab.

### Schneepflug

Der Keilschneepflug wird an der Frontseite, nach Entfernen des Frontschildes, angebracht. Auch mit der serienmässigen Schar kann Schnee geräumt werden. Bei einer Reichweite von mehr als über 2 m über Aussenkante Reifen wird der Schnee weggeschoben und seitlich gelagert. Mit

Hilfe der hydraulischen Scharverschiebung sind Hindernisse wie Bäume, Laternen oder Leitpfähle leicht zu umgehen. Mit dem Einsatz im Winterdienst kann der Ausnutzungsgrad und damit auch die Wirtschaftlichkeit dieser Maschinen noch weiter gesteigert werden.

### Tiefreisszahn

Die Reichtiefe eines normalen Aufreisszahnes beträgt rd. 30 cm. Es können aber auch Tiefreisszähne in den serienmässigen Balken eingesetzt werden. Die Reichtiefe wird damit auf 40 cm erhöht.

### Kurzchar

Bei Auskoffierungen mit geringer Breite oder bei der Bearbeitung kurzer, auf der Oberkante bewachsener Böschungen beispielsweise im Forst, deren Bewuchs nicht beschädigt werden darf, empfiehlt sich der Anbau der Kurzchar. Sie wird an Stelle der Normalschar an den gleichen Halterungen angebaut.

### Scharverlängerungen

Um die Leistung bei Feinplanierungen zu erhöhen, können seitlich rechts und links an der Schar in den Aufnahmebohrungen der Seitenmesser Scharverlängerungen angebaut werden. Diese haben sich auch beim Abziehen von besonders hohen Böschungen bewährt. Es wurden bereits Verlängerungen von 1 m auf jede Seite der Hauptschar mit Erfolg eingesetzt.

Neben den hier erwähnten sind noch andere Zusatzeinrichtungen erhältlich. Ein Gespräch zwischen Unternehmer

Bild 11. Grader G 8 mit schwerer Anhängerrüttelwalze bei der Verdichtung von Frostschutzkies



und Hersteller kann in dieser Hinsicht nützlich und gewinnbringend sein. Ein weiteres Beispiel für die Einsatzmöglichkeiten des Graders ist das Verdichten mit angehängter schwerer Rüttelwalze, Bild 11.

### Schlusswort

Trotz der vielen technischen Möglichkeiten ist jeder Grader nur so gut wie sein Fahrer. Dieser darf aber nicht

ausschliesslich nur ein guter Maschinist sein; er muss auch die Technik des Strassenbaues so weit kennen, dass er die Möglichkeiten seiner Maschine bestmöglichst auswerten kann. Der Bauunternehmer sollte daher grossen Wert auf eine sorgfältige Ausbildung legen.

Adresse des Verfassers: *Helmut Seul*, in Firma Orenstein-Koppel und Lübecker Maschinenbau AG, D-4600 Dortmund

## Verdichtung von Fundationsschichten mit Vibrationswalzen

DK 625.731:624.002.5

Von *W. Naef*, Langenthal

Bei einem Verdichtungsversuch mit verschiedenen schweren Vibrationswalzen, bei dem der an der Oberfläche erzielte  $M_E$ -Wert (Zusammendrückungsmodul) gemessen wurde, zeigte sich das scheinbar paradoxe Ergebnis: die leichte Vibrationswalze erzielte höhere  $M_E$ -Werte als die schwere Vibrationswalze.

Da in der Literatur Messergebnisse der mit Vibrationswalzen erreichten Verdichtungswerte recht spärlich sind, entschlossen wir uns, diese Frage durch einen Versuch zu klären. Dabei wurden drei Tandem-Doppelvibrationswalzen verwendet (Tabelle 1, Bilder 1 bis 3). Mit allen drei Walzen wurde stets mit der gleichen Anzahl Passen verdichtet.

Um den Einfluss der Schütthöhe festzustellen, wurden zwei verschiedene Schüttungen verdichtet: Die eine war etwa 60 cm, die andere etwa 30 cm hoch. Für die Schüttung wurde Wandkies verwendet, dessen mittlere Kornzusammensetzung aus Diagramm Bild 4 ersichtlich ist. Die Siebkurve liegt zwar unterhalb der Fullerkurve, hat also mehr Feianteile als diese, weist jedoch einen sehr regelmässig abgestuften Kornaufbau auf. Der Wassergehalt lag bei 3,5 bis 4 %. Das Material war sauber: der Anteil an Silt und Ton betrug zusammen im Durchschnitt nur 3 %.

Die  $M_E$ -Werte wurden mit einer Platte von 30 cm Durchmesser entsprechend der Norm SNV 70317 gemessen.

Tabelle 1. Die drei Vibrationswalzen Fabrikat Ammann, mit denen die Verdichtungsversuche durchgeführt wurden

Typ	Gesamtgewicht t	Raddurchmesser mm	Radbreite mm	Vibrationsfrequenz Hz	Zentrifugalkraft kp
DTV-12	0,85	480	700	35—50	2 × 800
DTV-22	2,0	630	980	30—50	2 × 1400
DTV-42	4,4	920	1230	35—50	2 × 2800

Bild 1. Doppel-Tandem Vibrationswalze DTV-12, Gewicht 850 kg, Walzendurchmesser 480 mm, Walzenbreite 700 mm, Mittelpunktklenkung-Doppelantrieb



Bild 2. Doppel-Tandem Vibrationswalze DTV-22, Gewicht 2000 kg, Walzendurchmesser 630 mm, Walzenbreite 980 mm, Mittelpunktklenkung-Doppelantrieb

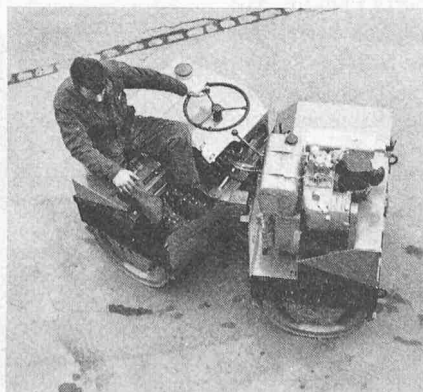


Bild 3. Doppel-Tandem Vibrationswalze DTV-42, Gewicht 4400 kg, Walzendurchmesser 920 mm, Walzenbreite 1230 mm, Mittelpunktklenkung-Doppelantrieb



Dabei wurde bei der hohen Schüttung die Tragfähigkeit nicht nur an der Oberfläche gemessen, sondern die  $M_E$ -Werte auch auf tiefer gelegenen Schichten bestimmt, nachdem das obere Material vorgängig vorsichtig entfernt worden war. Es handelt sich dabei um eine Messung, die bei den üblichen Kontrollen auf den Baustellen nicht gemacht werden kann, da hierfür die fertige Fundation zerstört werden muss.

Die erzielte Verdichtung und Tragfähigkeit hängt in hohem Masse von der Kornzusammensetzung der Schüttung, dem Wassergehalt und dem Anteil an bindigen Bestandteilen ab; somit von Faktoren, die nichts mit der Wahl des Walzentyps zu tun haben. Daher sagen die absoluten Messwerte wenig über eine Walze aus, und nur durch den Vergleich von Messwerten auf der gleichen Schüttung konnten Rückschlüsse auf den Einfluss der Walzengrösse gezogen werden. Trotz der Streuung der Messwerte, die sich einerseits aus den Schwankungen der Kornzusammensetzung und der Feuchtigkeit, andererseits aus der Messmethode selber ergaben, liessen sich eindeutige Tendenzen nachweisen.

Auf der grossen Schüttung von rund 60 cm ergaben sich mit allen drei Walzentypen an der Oberfläche praktisch die gleichen  $M_E$ -Werte, die im Durchschnitt um 560 kg/cm<sup>2</sup> lagen. Auch ergab sich bei allen drei Walzen ein Anstieg der  $M_E$ -Werte in den tieferen Schichten. Dieser Anstieg war um so stärker, je schwerer die Walze war. Während die leichte DTV-12 in einer Tiefe von 20 cm einen  $M_E$ -Wert von rund 740 kg/cm<sup>2</sup> erreichte, stieg dieser bei der schweren DTV-42 auf rund 1350 kg/cm<sup>2</sup> an und überstieg in 30 cm Tiefe sogar 1700 kg/cm<sup>2</sup>.

Betrug die Höhe der Schüttung nur 30 cm, so ergab an der Oberfläche die leichte Vibrationswalze zwar eine Erhöhung des  $M_E$ -Wertes gegenüber der hohen Schüttung