

Wegebau und Transporte in der Landwirtschaft

Nachdem Ing. R. ZIESCHANG im vorhergehenden Beitrag neben den wichtigsten Aufgaben des Meliorationswesens im Siebenjahrplan und damit zusammenhängenden Fragen der Mechanisierung auch die dringend notwendige Verbesserung des landwirtschaftlichen Wegenetzes bereits übersichtlich behandelt hat, wird dieses Thema anschließend noch einmal ganz speziell erörtert. Dipl.-Landw. G. FREUDENBERG geht in seinem Aufsatz über das Maschinensystem für die Bodenstabilisierung ausführlich und konkret auf dieses wirtschaftliche Bauverfahren ein, bei dessen Anwendung wir innerhalb weniger Jahre mit einem wesentlich ausgebauten Netz von Wirtschaftswegen in der Land- und Forstwirtschaft rechnen dürfen.

Gute Wege erleichtern die Transporte, deren Volumen in der Landwirtschaft einen beträchtlichen Anteil am Gesamtarbeitsaufwand ausmacht. Neben einer guten Organisation der Transporte ist vor allem ihre Mechanisierung ausschlaggebend für den Erfolg. Dipl.-Landw. K. MÜHREL geht an Hand von Untersuchungen in 32 LPG, die zu vier Betriebstypen zusammengefaßt wurden, ausführlich auf diese Fragen ein. Zu Problemen der Transportraumpassung, wie sie zuletzt in H. 8 (1959) unserer Zeitschrift diskutiert wurden, nimmt Dipl.-Landw. H. Reichenheim ebenfalls kritisch Stellung und gibt dabei gut und klar formulierte Faustregeln für die Praxis.

Zum Abschluß dieser ohne Zweifel sehr aktuellen Aufsatzreihe behandeln W. SCHRAMM und W. ZENS Fragen der Mechanisierung des Be- und Entladens von Massengütern in der Landwirtschaft. Wir würden es begrüßen, wenn aus der Praxis weitere Erfahrungsberichte zu Fragen der Mechanisierung und Organisation landwirtschaftlicher Transporte an uns übermittelt werden, damit auf diese Weise eine Literatursammlung über dieses wichtige Gebiet zustandekommt.

Die Redaktion

Dipl.-Landw. G. FREUDENBERG*)

Das Maschinensystem für die Bodenstabilisierung

1 Die Bodenstabilisierung im Wirtschaftswegebau

Die verstärkte Mechanisierung und Motorisierung der landwirtschaftlichen Arbeiten erfordert eine grundlegende Verbesserung des innerbetrieblichen Verkehrs. Wenn man ganze Arbeitsketten mit Hilfe von entsprechenden Maschinensystemen mechanisiert, müssen zwangsläufig auch die Transporte einbezogen werden. Die Verbesserung der Transportarbeiten ist jedoch abhängig von

1. mechanisiertem Beladen,
2. hohen Transportgeschwindigkeiten mit großen Nutzlasten bei geringem Reparaturaufwand und Treibstoffverbrauch/tkm, -
3. mechanisiertem Abladen.

Während das mechanisierte Be- und Entladen technologisch heute schon teilweise mit dem Arbeitsprozeß verknüpft ist (Rübenaufladegeräte, Dungstreuer), lassen sich die unter 2. genannten Bedingungen kaum durch technische Veränderung der Transportmaschinen erfüllen. Die reinen Transportarbeiten, also das Befördern der in der Landwirtschaft erzeugten bzw. für die Produktion benötigten Güter, können in ihrem Kostenaufwand nur durch eine Befestigung des Wegenetzes verändert werden. Es ist z. B. typisch für industrielle Neubaulprojekte, daß die erste Arbeit in der Erschließung des Gebietes sowie des geplanten Werksgeländes selbst besteht. Daraus läßt sich zweifelsohne der Schluß ziehen, daß man in diesem Zweig der Volkswirtschaft den Transport als integrierenden Bestandteil des Produktionsprozesses betrachtet und demzufolge Bedingungen geschaffen werden, die es gestatten, den Kostenaufwand für diesen Produktionsbestandteil einem Minimum zu nähern. Demgegenüber läuft der Transport in der Landwirtschaft vornehmlich über Wege, die für die Zeit der tierischen Spannarbeit typisch waren (Bild 1), heute aber keineswegs mehr den Anforderungen genügen, da gerade in der Landwirtschaft infolge der Flächengebundenheit der Produktion und der Gewichtsmenge die Kosten für Transportaufwendungen erheblich sind. Die Verbesserung des landwirtschaftlichen Wegenetzes stellt somit eine Reserve dar, deren Aufschluß

unter den Bedingungen der sozialistischen Großproduktion ökonomisch notwendig ist und der zu einer weiteren Kostensenkung der landwirtschaftlichen Produktion führt.

Diese notwendig gewordene Befestigung des landwirtschaftlichen Wegenetzes wird auf Grund eines Beschlusses des Ministeriums für Land- und Forstwirtschaft im Jahre 1960 mit dem Aufbau von zunächst fünf mechanisierten Wegebaubrigaden begonnen. Der Ausbau eines ganzen Netzes solcher Brigaden ist bis zum Jahre 1964 vorgesehen, so daß dann alle Bezirke der DDR über mehrere Brigaden verfügen.

Da der voraussichtliche Umfang des zu befestigenden Wegenetzes allein in der Landwirtschaft (ohne Forstwirtschaft) 60 000 bis 90 000 km betragen dürfte, mußten Verfahren gesucht werden, die es gestatten, große Baufortschritte bei relativ geringen Baukosten zu ermöglichen. Die bisher im Straßenbau üblichen Bauverfahren können auf Grund ihrer technologischen Besonderheiten diesen Forderungen nicht genügen.

Diese klassischen Bauweisen entsprechen in der Technologie, vor allem der Herstellung des Untergrundes, in mancher Hinsicht dem Stand des 19. Jahrhunderts und sind wenig verbesserte



Bild 1. Wirtschaftsweg eines staatlichen Forstwirtschaftsbetriebes

*) Institut für Landeskultur und Standortkartierung Berlin, Forschungsstelle für land- und forstwirtschaftlichen Wegebau Neugattersleben (Direktor: Dr. WOJAHN).



Bild 2. Sowjetischer Schwenkschaufler vom Typ E 221

rungsfähig. Typisch für die klassischen Bauweisen sind folgende Faktoren:

1. Verwendung von hochwertigen Baustoffen und Bindemitteln,
2. starke Bindung (bis auf Ausnahmen) an Handarbeit,
3. Verwendung des örtlich anstehenden Bodens ist in der Regel nicht möglich.

Als Resultat ergeben sich bei den klassischen Bauweisen relativ hohe Kosten je m² befestigter Fläche und relativ geringe Baufortschritte in m²/AKh. Damit scheiden diese Verfahren für den landwirtschaftlichen Wegebau aus.

Bauverfahren, bei denen grundsätzlich andere Prinzipien als bei den bisher üblichen Gesteinsbauweisen angewendet werden, beruhen auf der Bodenstabilisierung. Die Bodenstabilisierung umfaßt heute alle Verfahren, bei denen örtlich anstehende Böden durch Verbesserung ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften zu Baustoffen umgewandelt werden. Die Verbesserung ihrer Eigenschaft geschieht mit Hilfe spezifischer Zusätze, die z. B. auch aus industriellen Abfällen bestehen können. Durch mechanische Arbeitsvorgänge (Profilieren, Mischen, Verdichten) werden die so veränderten Böden an Ort und Stelle zu einem tragfähigen Wegekörper ausgebildet, der auftretende Verkehrslasten ohne Verformung bei jeder Witterung aufnehmen und auf den Untergrund übertragen kann. Die Verbesserung des Bodens für bautechnische Zwecke kann durch Maßnahmen, die zum Aufbau einer bestimmten, günstigen Körnungskurve führen, oder durch Zusätze von chemisch reagierenden Stoffen bewirkt werden. Die Wahl des einen oder anderen Verfahrens wird dabei vom Boden selbst sowie von Fragen der Rentabilität bestimmt. Die besondere Wirtschaftlichkeit dieser Verfahren resultiert aus der Verwendung des örtlich anstehenden bzw. örtlich vorhandenen Materials sowie aus der Möglichkeit einer komplexen Mechanisierung der gesamten Arbeitskette. Diese Mechanisierungsmöglichkeit beruht darauf, daß bei Stabilisierungen grundsätzlich nur maschinell verarbeitbares Baumaterial (Größtkorn etwa 60 bis 70 mm Durchmesser) verwendet wird. Moderne Straßenbaustellen zeichnen sich daher heute durch den Wegfall der Handarbeitskräfte und ihren Ersatz durch hochqualifiziertes technisches Personal aus. Die Baustellen werden menschenleer. Einige wenige hochproduktiv einsetzbare Maschinen schaffen die Voraussetzung für wesentlich höhere Leistungen, die sich in m²/AKh ausdrücken. Die Bodenstabilisierung stellt somit für alle Zweige der Volkswirtschaft, die am Bau befestigter Flächen für Verkehrszwecke interessiert sind, eine Möglichkeit dar, die Ziele des Siebenjahrplans hinsichtlich der Erhöhung der Arbeitsproduktivität zu erfüllen. (Die Bauleistungen, die sich bei voller Mechanisierung erreichen lassen, liegen z. B. in den USA bei Zementstabilisierungen bei 1,5 km und mehr je Tag und Bauzug.)

Da die Maschinen, die für Stabilisierungen verwendet werden, bisher noch wenig bekannt sind, soll im folgenden ein Überblick gegeben werden, in dem auch die von uns bisher gemachten Erfahrungen enthalten sind.

2 Maschinen für Erd- und Materialbewegungen

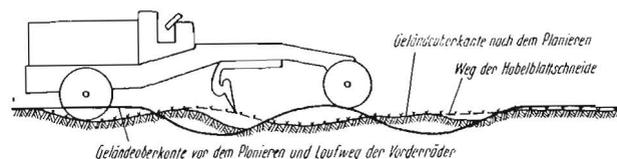
2.1 Ladegeräte und Transportfahrzeuge

Für Massenbewegungen über größere Entfernungen kommen Ladegeräte und Transportfahrzeuge zum Einsatz. Die bisher in größeren Stückzahlen in unserer Landwirtschaft eingesetzten Ladegeräte vom Typ T 170 bzw. T 157 können infolge ihrer relativ geringen Ladeleistung bei Stabilisierungsarbeiten keine befriedigende Lösung darstellen. Diese Geräte haben lediglich für die vorgesehenen Eigenleistungen der Betriebe und für kleinere Ladearbeiten während des Baues Bedeutung. Zur Ausrüstung der mechanisierten Wegebaubrigaden muß jedoch im Hinblick auf eine möglichst weitgehende Anlastung der Leistungsfähigkeit der eigentlichen Baumaschinen ein Ladegerät gehören, das eine Ladeleistung von 30 bis 50 m³/h besitzt. Dabei muß auf eine weitgehende eigene Bewegungsmöglichkeit besonders geachtet werden. Überkopflader mit Kettenfahrwerk sollten aus diesem Grunde nicht eingesetzt werden, da die relativ kleinen Projekte ein häufiges Umsetzen zur Folge haben. Sehr geeignet sind für die Verhältnisse des landwirtschaftlichen Wegebaues Schwenkschaufler vom Typ E-221 (UdSSR) (Bild 2), HON 0,5 (ČSR) oder Ahlmann (Westdeutschland). (Eine DDR-Entwicklung auf der Grundlage des RS 30 befindet sich z. Z. in der Erprobung.) Wesentlich ist, daß diese Geräte ein Lösen von Erdmassen nicht nur in den Bodenklassen 1 und 2, sondern auch in den Bodenklassen 3, 4 und 5 ermöglichen, da für mechanische Stabilisierungen weitgehend auf den Einbau solcher Böden zurückgegriffen wird. Mechanische Ladegeräte (Seilkräne) scheiden jedoch dafür fast vollständig aus, weil das bei ihnen wirksam werdende Lösevermögen vom Eigengewicht des Ladekorbes sowie seiner Fallhöhe bestimmt wird. Bei hydraulischen Ladern hängt dagegen das Lösevermögen von der Pumpenleistung ab und läßt sich so auslegen, daß auch bindige Böden mit befriedigender Leistung gelöst und verladen werden können.

Trotz der Verwendung des anstehenden Bodens als Baustoff macht sich für den Einbau von zusätzlichen Trag- und Verschleißschichten oder häufig auch für die Verbesserung des anstehenden Bodens die Zuführung zusätzlichen Materials notwendig. Dabei wird weitgehend örtlich vorhandener Boden (Lehm, Ton, Sand, Kies usw.) als Zuschlagstoff verwendet. Die Transportentfernungen sollten dabei nicht über 5 km liegen. Trotz dieser relativ geringen Entfernungen hat sich der Einsatz von Schleppern und Kippanhängern in der Versuchs- und Lehrbrigade, die seit dem Jahre 1958 arbeitet, als unzureichend gezeigt. Die Nachteile des Schleppers liegen in der relativ geringen Transportgeschwindigkeit und den hohen Zeitaufwendungen für das Abkippen von Hand. In besonderen Fällen müssen grundsätzlich Fahrzeuge zum Einsatz kommen, die ein Abkippen bei Rückwärtsfahrt ermöglichen. Das gilt insbesondere für gleichkörnige Sande, die die bekannten Mahlerscheinungen zeigen, weiterhin für Moore und alle schweren Böden, die sich in plastischem Zustand befinden. Für alle diese Verhältnisse ist der Einsatz von Kipp-LKW notwendig. LKW als Dreiseitenkipper ermöglichen ein gut dosiertes Abkippen des Materials, Rückwärtsfahrt ist ohne Schwierigkeiten möglich, die Fahrgeschwindigkeiten liegen wesentlich über denen der Schlepper, und die Zeitaufwendungen für das Abkippen sind gering.

Erst die Ausrüstung der mechanisierten Wegebaubrigade mit leistungsfähigen Ladegeräten und Transportfahrzeugen schafft die Voraussetzungen für ein gut aufeinander abgestimmtes Maschinensystem, das Stabilisierungsarbeiten im Fließsystem ermöglicht.

Bild 3. Schematische Darstellung der Arbeitsweise des Straßenhobels



2.2 Planierraupen und Schürfkübelwagen

Größere Erdbewegungen über geringe Entfernungen werden üblicherweise der Planierraupe oder dem Schürfkübelwagen übertragen. Der Einsatz dieser Maschinen bleibt im Wirtschaftswegebau auf hügeliges und bergiges Gelände beschränkt. In der Ebene sind dafür normale Bedingungen vorhanden, Änderungen des Gefälles sind nicht notwendig, so daß die Verschiebung größerer Erdmassen zu Einschnitten bzw. Dämmen entfällt. In Gebirgs- und Hügellagen dagegen muß häufig eine Neutrassierung mit entsprechender Verbesserung der Linienführung durchgeführt werden.

Die Einsatzfähigkeit der Planierraupe ist dabei grundsätzlich auf die Herstellung des Rohplanums beschränkt. Es kann nicht empfohlen werden, Planierraupen für die Feinplanie einzusetzen. Das Feinplanum läßt sich mit einer Raupe nicht herstellen, weil die Anbringung des Schildes kein selbsttätiges Abfangen der Nickbewegungen zuläßt und somit keine für das Feinplanum notwendige Ebenflächigkeit erreicht wird.

2.3 Straßenhobel

Für die Herstellung des Feinplanums sowie für viele andere Arbeitsgänge ist heute der Straßenhobel oder Grader unentbehrlich geworden. Der Straßenhobel kann bei Stabilisierungen als das tragende Gerät überhaupt angesehen werden. Straßenhobel, die heute fast ausschließlich als Selbstfahrer (Mot.-Hobel) zum Einsatz kommen, tragen an einem Drehkranz zwischen Vorder- und Hinterachse ihr Arbeitswerkzeug, das Hobelschar. Diese Anbringung bewirkt eine zwangsläufige, vom Fahrer unabhängige Einebnung des Geländes. Die Höhe der ursprünglichen Unebenheiten wird dabei, vorausgesetzt, das Hobelschar befindet sich in der Mitte zwischen Vorder- und Hinterachse, je Übergang um die Hälfte reduziert (Bild 3). Ein fünfmaliges Ansetzen des Hobels bei der Herstellung des Feinplanums vermindert somit die Unebenheiten auf $\frac{1}{32}$ ihrer ursprünglichen Höhe. Der Hobel schneidet dabei an den Kuppen Material ab, das an Vertiefungen abgelagert wird. So entsteht nach mehreren Übergängen ein fast ebenes Planum. Die Verstellung des Schares kann dabei im Winkel zur Erdoberfläche und zur Fahrtrichtung vorgenommen werden. Das seitliche Verschieben des Schares gestattet die Aufnahme von Material, das außerhalb der Fahrspur gelagert ist. Eine weitere Möglichkeit der Verstellung besteht im Ausschwenken des Schares außerhalb der Fahrspur in einem Winkel bis zu 70° zur Erdoberfläche. Diese Scharstellung wird für Böschungsarbeiten benötigt.

Moderne Hobelkonstruktionen sind meist noch mit Aufreißen und einem Planierschild ausgerüstet, so daß die Einsatzmöglichkeiten sehr vielseitig sind (Bild 4 und 5).

Motorhobel werden in den Leistungsklassen zwischen 50 und 150 PS ausgeführt. Sie sind mit Mehrachsantrieb ausgestattet, wobei der Allradantrieb den Vorzug verdient, sind dadurch sehr geländegängig und meistens in der Lage, auch unter schwierigen Bodenverhältnissen genügend hohe Kräfte auf den Boden zu übertragen. Auf Flugsanden, die infolge ihrer geringen Scher-

Bild 4. Straßenhobel beim Profilieren



Bild 5. Straßenhobel SHM-4 mit Schareinstellung zum Böschungsschneiden

festigkeit nur wenig tragfähig sind, kann der Einsatz jedoch unter Umständen problematisch werden. Hier muß durch Niederdruckreifen, Radverbreiterungen oder Verwendung von Halbraupen die Auflagefläche vergrößert werden.

Eine sehr günstige Ausführung ist der Hobel mit Allradlenkung. Die Allradlenkung läßt eine Winkelverstellung der Gerätelängsachse gegenüber der Fahrtrichtung zu. Dabei bleiben z. B. beim Verteilen einer Langmahd die Räder auf dem ebenen Planum, was zu einer sehr gleichmäßigen Höhe des verteilten Materials führt.

Die Arbeitsgänge bei der Herstellung eines Feinplanums im Wirtschaftswegebau sind etwa folgende:

Der Rasen oder andere Humusbestandteile werden seitlich aus der Trasse entfernt. Darauf folgt das Grabenziehen, wobei das Aushubmaterial auf das Planum geschoben wird. Beim folgenden Arbeitsgang wird von den Seiten her nach der Mitte ein möglichst dammartiges Profil herausgearbeitet, dessen Quergefälle zwischen 6 bis 8 % liegen soll. Der Aushub führt dabei zu einer gewissen Überhöhung des Planums über das Geländeniveau. Bei verhärteten Böden kann ein vorheriges Aufreißen erforderlich werden. Im allgemeinen genügen 10 bis 15 Übergänge, um aus einem völlig zerfahrenen Feldweg ein brauchbares Planum zu schaffen.

Neben diesen Arbeiten sowie für die laufende Unterhaltung von Wirtschaftswegen läßt sich der Hobel auch für das Vermischen körniger Böden mit Zement, Bitumen und ähnlichem einsetzen. Die Vermischung verschiedener Stoffe geschieht dabei so, daß das in Langmahd liegende Material an dem zur Fahrtrichtung schräggestellten Schar hochsteigt, herabfällt und somit in schraubenförmiger Bewegung verbleibt, bis es am anderen Ende des Schares abgelagert wird. Dieser Arbeitsgang wird so oft wiederholt, bis der gewünschte Mischungsgrad erreicht ist.

Für das Vermischen bindiger Böden mit irgendwelchen Zuschlagstoffen ist der Grader deswegen nicht geeignet, weil die dabei anfallenden Erdkluten nicht zerkleinert werden. Hierzu sind Spezialfräsen notwendig, die den Zerkleinerungseffekt durch die kinetische Energie ihrer rotierenden Arbeitswerkzeuge erreichen. Bei solchen Arbeiten ist der Grader jedoch für das Abgleichen der gefrästen Bodenschicht sowie für die Abschlußprofilierung notwendig.

Die Einsatzmöglichkeiten des Straßenhobels sind somit sehr vielseitig. Es ist zu begrüßen, daß der in der DDR gefertigte Straßenhobel SHM-4 dem internationalen Entwicklungsstand entspricht und uns damit eine Maschine zur Verfügung steht, die beim Ausbau eines befestigten Wirtschaftswegenetzes wertvolle Hilfe leisten kann.

3 Mischgeräte

Nach dem Profilieren mit dem Straßenhobel ist das Mischen ein weiterer wichtiger Vorgang bei Stabilisierungsarbeiten.

Meistens wird dem anstehenden Boden zu seiner Verbesserung entweder aus Seitenentnahmen stammendes Material oder spezifische Zusätze wie Kalk, Zement, Bitumen usw. beige-mischt.

Landwirtschaftliche Bodenbearbeitungsgeräte sind für diese Zwecke nur bedingt einsetzbar, da sie zwar wie der Straßenhobel einen Misch- aber keinen oder nur ungenügenden Zerkleinerungseffekt zeigen.

Je schwieriger die Bodenverhältnisse werden, d. h. je höher der Anteil der bindigen Teile ist, desto notwendiger wird der Einsatz von Spezialmaschinen, die neben der Mischarbeit auch eine genügende Zerkleinerung der Kluten erreichen lassen. Die technischen Lösungen dieser Aufgabe sind sehr vielseitig (Bild 6). Für die Verhältnisse des landwirtschaftlichen Wegebauens sind nach unseren Erfahrungen die selbstfahrenden Mehrgangmischer am geeignetsten (Bild 7). Sie ermöglichen eine weitgehende Anpassung der Anzahl der Arbeitsgänge an die jeweils vorliegenden Boden- und Feuchtigkeitsverhältnisse, ohne unwirtschaftlich zu werden. Selbstfahrende Mehrgangmischer sind sehr stark dimensionierte Fräsen, die aus den bekannten landwirtschaftlichen Ackerfräsen entwickelt wurden. Ihre Manövrierfähigkeit auf den meist sehr schmalen Trassen

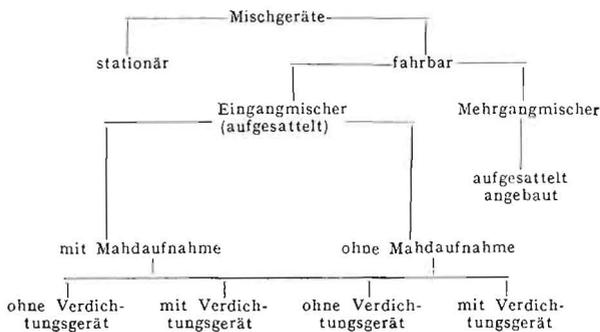


Bild 6. Einteilung der Mischgeräte

ist gegenüber allen anderen fahrbaren Mischern die beste. In gummibereifter Ausführung bereiten die häufig notwendigen Umsetzungen keine Schwierigkeiten.

Für alle Mischer ist wesentlich, daß sie im Rotor Sicherheitsvorrichtungen besitzen, die die Arbeitswerkzeuge vor Überlastung schützen. Mechanische Rutschkupplungen, die zwischen den einzelnen Werkzeugkränzen angebracht sind, dürften dabei die günstigste Form darstellen. Beim Auftreffen auf ein größeres Hindernis (Stein oder Baumwurzel) bleibt infolge der Überschreitung des Anpreßdrucks der Kupplung jeweils nur der Kranz stehen, der auf das Hindernis auftrifft. Ist es durch den Vorschub überschritten, setzt der betroffene Werkzeugkranz wieder ein. Ein Bruch von Frähaken wird dadurch weitgehend

Bild 7. Mehrgangmischer beim Einmischen von Branntkalk



vermieden. Bei hydraulischen Sicherheitsvorrichtungen wird dagegen der gesamte Rotor gehemmt. Das Hindernis muß vor der Weiterfahrt erst beseitigt werden, was unter Umständen zu erheblichen Verlustzeiten führen kann.

Je nach Bodenart und Feuchtigkeitsverhältnissen genügen bei Mehrgangmischern im allgemeinen zwei bis fünf Übergänge, um den für einen guten Erfolg der Stabilisierung notwendigen Zerkleinerungsgrad zu erhalten, wobei die ersten meist trocken und die letzten unter Wasserzugabe erfolgen. Die fahrbaren Mischer sind in der Regel mit mehreren Schaltstufen für die Rotordrehzahl ausgerüstet. Bei der von uns eingesetzten Fräse liegt der Drehzahlbereich je nach Schaltstufe und Motordrehzahl zwischen $n = 50$ bis 350 min^{-1} .

Die niedrigen Drehzahlen eignen sich besonders für das Vermischen körniger Baustoffe mit Bindemitteln und Wasser, da hierbei keine Zerkleinerungsarbeit notwendig ist. Das Vermischen bindiger Böden mit Kalk, Zement und ähnlichen Zuschlagstoffen erfolgt dagegen im hohen Drehzahlbereich, da die gewünschten chemischen Reaktionen um so besser und vollständiger im Boden vor sich gehen, je größer der Zerkleinerungsgrad ist (Größtkorn $\leq 8 \text{ mm}$ Durchmesser).

Für eine gute Zerkleinerung ist neben einer relativ hohen Anfangsgeschwindigkeit der Werkzeuge mit dadurch bedingter großer kinetischer Energie ein geringer Vorschub notwendig. Die von den einzelnen Arbeitswerkzeugen abgerissenen „Bissen“ bleiben klein und können gut zertrümmert werden. Böden mit hohen Tonanteilen (vorwiegend forstlich genutzte) lassen sich mechanisch meist nicht genügend bzw. nur mit unwirtschaftlich hohem Arbeitsaufwand zertrümmern, da die für die Bearbeitung geeignete Spanne des Feuchtigkeitsgehaltes eng umgrenzt ist. Eine Kalkzugabe hilft sehr häufig über solche Schwierigkeiten hinweg, weil die sofort einsetzende Kalkwirkung ein Ausfließen der Bodenkolloide und damit eine Verbesserung der Zerkleinerungsfähigkeit verursacht.

Da diese Mehrgangmischer nicht nach dem Prinzip der Dammaufnahme arbeiten, kann ein Mischen über die Arbeitsbreite nicht erwartet werden. Die Verteilung der Zuschlagstoffe muß daher sehr sorgfältig geschehen, da andernfalls die Schwankungen im Mischgutanteil je Flächeneinheit zu hoch werden und möglicherweise Schäden an der Stabilisierung eintreten können.

Die tägliche Mischleistung liegt für Mehrgangmischer der geschildderten Ausführung bei 10- bis 1500 m², was 2 bis 3 km Länge entspricht.

4 Verteilgeräte

Eine genau dosierte Zugabe von Bindemitteln oder anderen Zuschlagstoffen zum anstehenden Boden läßt sich durch Handarbeit kaum befriedigend erreichen, außerdem ist diese Arbeit z. T. gesundheitsschädigend und sehr arbeitsaufwendig. Aus diesen Gründen muß dieser Arbeitsgang mechanisiert werden. Dabei sind billigste Lösungen anzustreben, um den an sich recht hohen Investitionsbedarf für mechanisierte Wegebaubrigaden zu senken.

Die Mechanisierung der Materialausbringung läßt sich durch zwei unterschiedliche Verfahren lösen. So kann z. B. ein Gerät eingesetzt werden, das im Grundprinzip dem Düngerstreuer ähnelt und aus folgenden Teilen besteht: Fahrwerk mit Antrieb, Streuwerk und Vorratskasten.

Eine andere Lösung besteht aus einer Kombination von Transportfahrzeug und Düngerstreuer. Da die auszubringenden Mengen nie unter 10 kg/m² liegen, ist der letztgenannten Form der Vorzug zu geben. Das zeitaufwendige Beschicken eines Vorratsbehälters entfällt, weil die gesamte LKW- oder Anhängerladung durchgehend abgestreut werden kann. Vorversuche, die wir mit einem handwerklich gefertigten Splittstreuer durchführten, haben gezeigt, daß damit eine relativ einfache Mechanisierung dieses Arbeitsganges möglich ist. Der Arbeitsaufwand kann dabei gegenüber dem bisher üblichen Ausbringen von Hand bei gleichzeitiger Qualitätsverbesserung stark gesenkt



Bild 8. Schafffußwalze bei der Verdichtung von Schluffboden

werden. Die Mechanisierung der Ausbringung von Zuschlagstoffen und Bindemitteln schafft somit die Voraussetzungen für eine bessere Abstimmung der Leistungsfähigkeit der einzelnen Arbeitsglieder aufeinander.

5 Verdichtungsgeräte

Die letzte, für den Erfolg einer Stabilisierung maßgebende Arbeit umfaßt die Verdichtung. Die Stabilität eines für Bauzwecke veränderten Bodens wird wesentlich vom erreichten Verdichtungsgrad beeinflusst. Die für solche Arbeiten eingesetzten Verdichtungsgeräte sind bisher für Straßenbauten kaum üblich gewesen. Bei Verwendung verschiedenster Böden lassen sich die Verdichtungsarbeiten nicht mehr mit einem Universalgerät durchführen. Die verschiedenen Bodenverhältnisse bedingen somit den Einsatz in ihrer Wirkung spezifisch abgestimmter Geräte.

5.1 Schafffußwalze

Für die Verdichtung bindiger Böden eignet sich infolge ihres hohen Flächendrucks sowie ihrer Tiefenwirkung besonders die Schafffußwalze (Bild 8). Diese Walzen bestehen aus einem Stahl- oder Gußzylinder von einer Breite zwischen 1,00 bis 1,25 m. Der Durchmesser beträgt 0,9 m bis 1,00 m. Am Umfang sind radiale Stempel angebracht, die der Walze den Namen geben. Der Zylinder läßt sich mit Wasser oder Sand füllen. Das Gewicht beträgt 2 bis 4 t je nach Ausführung und Ballastgewicht. Da das Gesamtgewicht beim Überrollen des Bodens jeweils auf wenigen, etwa 40 cm² großen Druckflächen liegt, kommt ein spezifischer Bodendruck zustande, der zwischen 15 und 40 kp/cm² liegt. Die Verdichtung mit Schafffußwalzen ergibt deshalb von allen Walzenarten die höchsten Trockenraumgewichte (Maß für die erreichte Verdichtung) auf bindigen Böden. Bei von uns durchgeführten Verdichtungsmessungen lag der Eindringungswiderstand einer Proctorsonde,

Bild 9. Gummiradwalze auf Kalkstabilisierung



der ein indirektes Maß für die Verdichtung ergibt, vor der Verdichtung bei $E = 27,1 \text{ kp/cm}^2$, nach fünf Übergängen bei $E = 44,4 \text{ kp/cm}^2$ und nach zehn Übergängen bei $E = 44,1 \text{ kp/cm}^2$. (Danach mußten die Messungen wegen starker Regenfälle eingestellt werden.) Im allgemeinen werden für die Verdichtung 20 bis 60 Arbeitsgänge als notwendig angegeben. Es soll so lange verdichtet werden, bis die Walze „auf Stelzen geht“, d. h. bis die Schafffüße nicht mehr in den Boden einsinken. Diese Form der Verdichtung ist relativ zeitaufwendig, was als Nachteil gewertet werden muß. Wenn eine Verallgemeinerung unserer Meßergebnisse möglich wäre, dürfte eine Vereinfachung der Arbeit nicht ausgeschlossen sein.

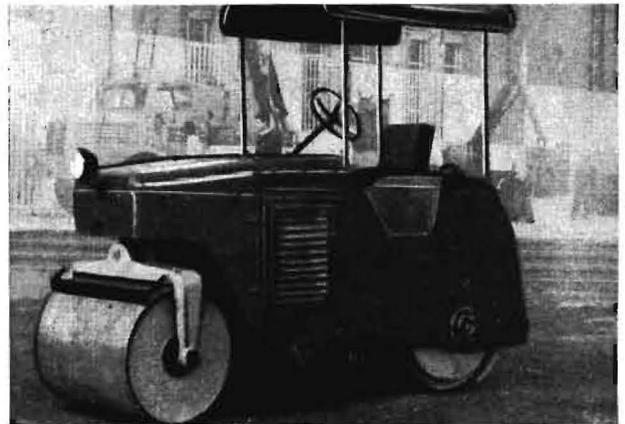


Bild 10. Sowjetische Vibrationswalze

Danach könnte unter Umständen ein 15- bis 20maliges Überfahren mit der Schafffußwalze bereits eine ausreichende Untergrundverdichtung erzielen. Die nur wenige Zentimeter starke Schicht an der Oberfläche könnte mit einer Gummiradwalze nachverdichtet werden.

5.2 Gummiradwalze

Die Gummiradwalze ist ein verhältnismäßig neues Verdichtungsgerät, das im modernen Erdbau und bei Stabilisierungsarbeiten sehr starke Anwendung gefunden hat (Bild 9). Die Einsatzmöglichkeiten sind fast als universell zu bezeichnen, da es sich für sehr viele Bodenarten eignet. Die Konstruktion ist einfach. Im Prinzip wird die Verkehrsverdichtung nachgeahmt, die durch diese Walze in konzentrierter Form erfolgt. Wichtig ist, daß eine pendelnde Aufhängung der paarweise angebrachten Räder vorgesehen wird. Dadurch werden eine sehr gute Anpassung an das Profil und eine Kenntlichmachung aller unebenen Stellen im Planum erreicht. Die Gummiradwalze erreicht ihre beste Wirkung bei hohen Geschwindigkeiten. Die bisher ausgeführten Formen liegen im Gewicht zwischen 10 bis 250 t. Für den Wirtschaftswegebau dürften die leichteren am günstigsten sein, da hierbei häufig das Wenden sowie kleine Brücken gewichtsbegrenzend wirken.

Nach unseren Erfahrungen genügen im allgemeinen acht bis zehn Übergänge, um eine ausreichende Verdichtung zu erhalten. Allerdings beschränkt sich die Verdichtungswirkung auf 10 bis 12 cm dicke Schichten. Es handelt sich dabei also um eine ausgesprochene Oberflächenverdichtung. Bei bindigen Böden sollte deshalb grundsätzlich eine Schafffußwalze die Untergrundverdichtung übernehmen. Auf körnigen Böden ist anschließend ein Vibrationsgerät einzusetzen (Bild 10).

5.3 Vibrationsverdichtungsgeräte

Für die Verdichtung körniger Böden sind Vibrationsverdichtungsgeräte am besten geeignet. Die innere Reibung kohäsionsloser Bodenmaterialien wird durch dynamisch eingeleitete Kräfte kurzfristig aufgehoben, was zu einer Umlagerung der Bodenteilchen und damit zu ihrer Verdichtung führt. Diese dynamischen Kräfte werden durch periodische Schwingungen der Verdichtungsgeräte erreicht. Die Tiefenwirkungen solcher

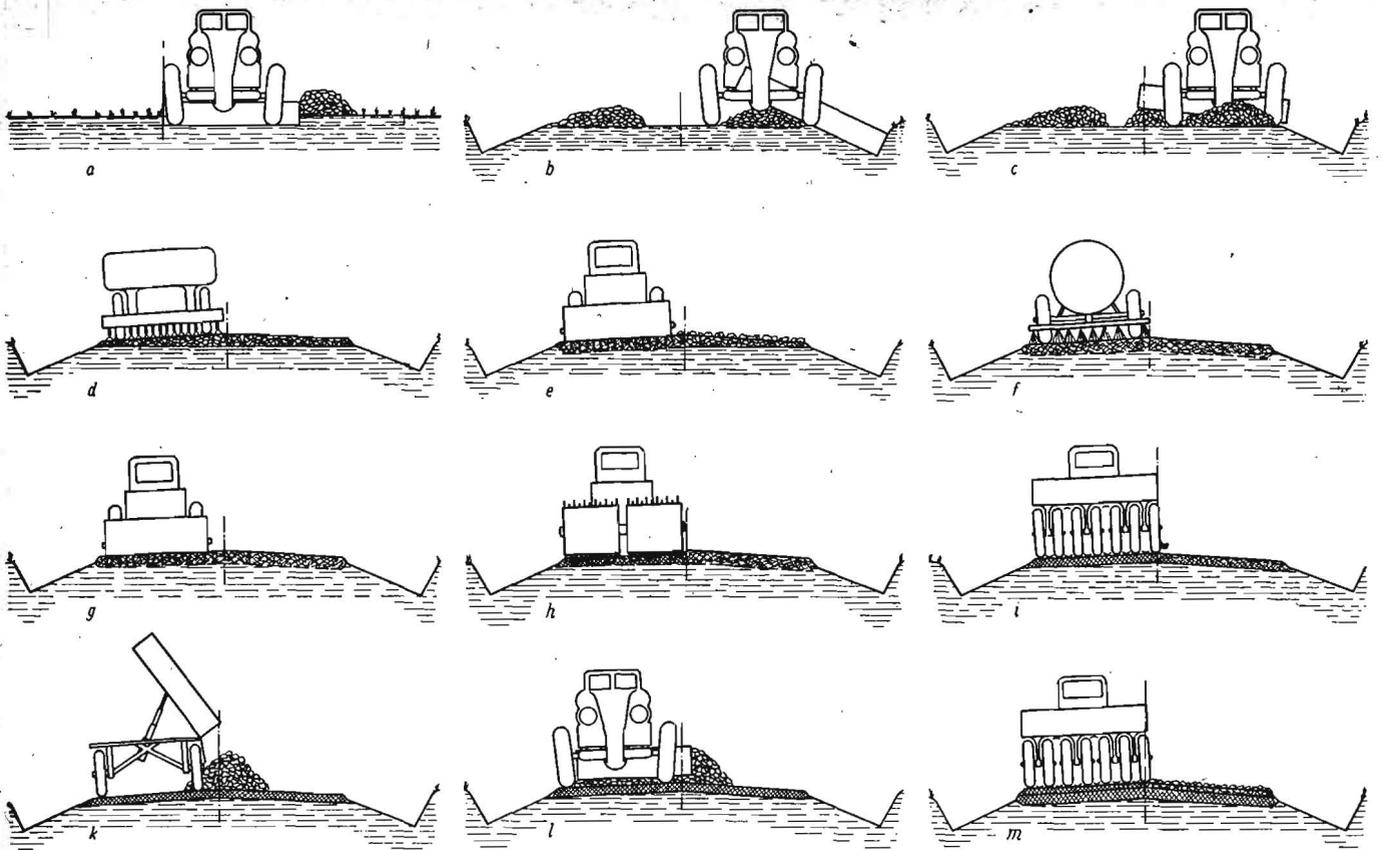


Bild 11. Schematische Darstellung der Arbeitsgänge für Stabilisierungen
a Abschieben der Grasnarbe, *b* Grabenziehen, *c* Herstellen des Planums (*a*...*c* Motorgrader), *d* Verteilung des Kalks (mit Bindemittelverteiler und Zisternenaggregat), *e* Einmischen des Kalks (Bodenfräse), *f* Wasserzugabe zum Boden (Sprengwagen), *g* Einmischen des Wassers im Boden (Bodenfräse), *h* Verdichten der Kalkstabilisierung (Schafffußwalze), *i* desgl. (Gummiradwalze), *k* Aufbringung eines lehmhaltigen Kieles als Verschleißmaterial (Kippfahrzeuge), *l* Verteilen des Verschleißschichtmaterials (Motorgrader), *m* Verdichten der Verschleißschicht (Gummiradwalze)



Bild 12. Bodenstabilisierung als Versuchsstrecke in der altmärkischen Wische

Geräte sind sehr beachtlich. Eine evtl. an der Oberfläche eintretende Tieflockerung läßt sich durch eine Nachverdichtung mit einer Gummirad- oder statisch wirkenden Walze sehr leicht beseitigen.

Bekannte Ausführungen von Vibrationsgeräten sind Vibrationsplatten, -bohlen und -walzen.

6 Zusammenfassung

Die Mechanisierung der Landwirtschaft erfordert den Bau befestigter Wirtschaftswege. Dabei müssen billige und leistungsfähige Verfahren zur Anwendung kommen. Die wirtschaftlichen Verfahren bietet die Bodenstabilisierung, die neben anderen technologischen Vorteilen eine volle Mechanisierung der Arbeiten ermöglicht. Die wesentlichsten Maschinen des Maschinensystems Bodenstabilisierung sind: Straßenhobel, Mischer und verschiedene Verdichtungsgeräte (Bild 11, und 12).

Die Ausrüstung der geplanten mechanisierten Wegebaubrigaden mit diesen Maschinen ermöglicht hohe Bauleistungen bei niedrigen Baukosten je m².

Literatur

- AICHHORN: Straßenbaugeräte und ihre Wirkungsweise. Aus Problem der Bodenstabilisierung, herausgegeben von G. GREISS, Nürnberg.
 GREISS: Maschinen und Geräte für das Verfahren der Bodenstabilisierung beim Forstwegebau. Forstarchiv (1957) H. 10.
 FREUDENBERG: Die Bedeutung der Bodenstabilisierung im land- und forstwirtschaftlichen Wegebau. Bauplanung und Bautechnik, Beilage Straßentechnik (1959) H. 3 und 4.
 FREUDENBERG: Der Versuchsstreckenbau in der Landwirtschaft im Jahre 1958. Bauplanung und Bautechnik, Beilage Straßentechnik (1960) H. 2.

A 3729

(Schluß v. S. 53)

teile plan- und sortimentsgerecht ausgeliefert, so daß die Reparatur ohne große Schwierigkeiten durchgeführt werden kann. Für die Qualifizierung des Bedienungspersonals – besonders aber für die Brigademechaniker und Werkstattmeister – werden durch den Kundendienst des Betriebes in allen Bezirken Qualifizierungslehrgänge an den Geräten durchgeführt, an denen im praktischen Einsatz noch Mängel auftreten.

A 3776

Messeheft „Die Technik“

Wir weisen unsere Leser darauf hin, daß zur Leipziger Frühjahrsmesse (vom 28. Februar bis 8. März 1960) das Märzheft der Zeitschrift „Die Technik“ in verstärktem Umfang herauskommt. Auf über 300 Seiten werden die Leser über Neuentwicklungen auf allen Gebieten der Technik unterrichtet. Neben dem umfangreichen, teilweise vier- bis sechsfarbigem Anzeigenteil sei noch besonders auf das Bezugsquellenverzeichnis hingewiesen. Wie in den früheren Jahren wird das Messeheft im Freiverkauf erhältlich sein.

AZ 3775