

Etwa 60% der Gesamtarbeit in der Landwirtschaft sind Transporte. Diese werden durch den schlechten Zustand der vorwiegend unbefestigten Wirtschaftswege sehr erschwert. Deshalb gilt es alle Kräfte anzustrengen, um den erforderlichen Ausbau der Wege voranzubringen. Eine wesentliche Voraussetzung dazu stellt die neugeschaffene Baukapazität in den 1963 gebildeten VEB Meliorationsbau dar. Die Arbeit in den vergangenen Jahren hat gezeigt, daß die Ausrüstung der Betriebe für den Wirtschaftswegebau noch einige Lücken aufweist. Diese müssen beseitigt werden, weil es erforderlich ist, die Bauausführungen in der nächsten Zeit qualitativ und quantitativ erheblich zu erhöhen.

Verhältnismäßig rasch hat sich im Wirtschaftswegebau die Erdstabilisierung als Hauptbauweise eingeführt. Die vorwiegende Verwendung örtlicher Erdstoffe als Zuschlagstoffe und die gute Mechanisierungsmöglichkeit der Arbeit sind die besonderen ökonomischen und arbeitswirtschaftlichen Vorteile dieser Bauweise.

Gesteinsbauweisen, Zementbeton, Spurbahnbau u. a. hingegen können nur geringe, territoriale Bedeutung erlangen, da sie an bestimmtes klassiertes und kontigentiertes Material gebunden sind.²

1. Bautechnische und ökonomisch-technologische Bedingungen für die Erdstabilisierung im Wirtschaftswegebau

Die gegenwärtige Bautätigkeit im Wirtschaftswegebau zeigt, daß bei einigen Arbeitsgängen noch qualitative Verbesserungen notwendig sind. Die Schwerpunkte dabei sind:

- Bindemittelverteilung
- Wasserverteilung
- Mischen und Zerkleinern und die
- Verdichtung in Wirkung und Zeitfolge.

Die praktischen Erfahrungen lassen ferner erkennen, daß unter Berücksichtigung der Materialbelieferung Tagesleistungen von 2000 m² (entspricht durchschnittlich 500 m Weg) optimal sind. Deshalb ist auf der Grundlage einer optimalen technologischen Variante eine Maschinenreihe auszuwählen, die bei guter Wirtschaftlichkeit und hoher Qualität diese Leistung ermöglicht [1].

Für eine qualitativ hochwertige Bauausführung ist es erforderlich, folgende wissenschaftlich begründete bautechnische Forderungen zu erfüllen:

- mengengerechte Bindemittelverteilung je Flächeneinheit bei einem Streubereich von 5 bis 50 kg/m² und höchstzulässigen Abweichungen von $\pm 10\%$ von der Sollmenge.
- mengengerechte Wasserverteilung je Flächeneinheit mit höchstzulässigen Abweichungen von $\pm 10\%$ von der Sollmenge (Mengenbereich 0 bis 30 l/m²).
- homogene vertikale und horizontale Durchmischung aller Komponenten (Erdstoff, Bindemittel und Wasser) in einer gleichmäßigen Schichtdicke von mindestens 18 cm (verdichteter Zustand) mit zulässigen Abweichungen von max. 15%.
- Verdichtung des Gemisches aus Erdstoff, Bindemittel und Wasser beim optimalen Wassergehalt und Erreichen einer Dichte von mindestens 97% e P, (einfache Proctordichte).
- Abschluß der Verdichtung höchstens 2 h nach dem Mischen unter Feuchtigkeitszutritt.

Hinzu kommen die ökonomisch-technologischen Bedingungen und Forderungen, daß die Baumaschinen

- wegen des besseren Wendens auf den relativ schmalen Trassen und der schnelleren Umsetzung beim Baustellenwechsel selbstfahrend und luftbereift sein sollten;
- bei 7,5stündiger Arbeitszeit auf allen für die Erdstabilisierung verwendbaren Erdstoffen Einbauleistungen von 2000 m² bei Einhaltung der geforderten Qualität ermöglichen;
- in der Lage sein müssen, sowohl staubförmige als auch flüssige Bindemittel in der geforderten Qualität zu verarbeiten;
- möglichst eine Einmannbedienung gewährleisten;
- nur geringen Anspruch an Wartung und Pflege voraussetzen und auf die Baustellenverhältnisse abgestimmt sind.

Nach den heute vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnissen ist bekannt, daß bei Nichtbeachten der genannten Forderungen die Qualität der Bauausführung und damit die Nutzungsdauer der Anlagen absinken bzw. nur mit erhöhtem Aufwand an Bindemitteln und Zuschlagstoffen teuer erkauft werden können [2] [3].

2. Die Bauausführung der Erdstabilisierung

Da bei der Erdstabilisierung aus wirtschaftlichen Gründen vorwiegend mit örtlich anstehendem bzw. kernverbessertem Erdstoff gearbeitet wird, hat sich besonders das Baustellenmischverfahren (mixed-in-place) durchgesetzt. Bei diesem Verfahren unterscheidet man zwei technologische Varianten der Bauausführung — das Eingang- und das Mehrgangmischen. Während beim Eingangmischen (single-pass) die Vermischung der Komponenten (Erdstoff, Bindemittel und Wasser) in einem Maschinendurchgang erfolgt, geschieht dies beim Mehrgangmischen in mehreren Durchgängen. Der hauptsächlichste Unterschied zwischen beiden Varianten besteht in der Arbeitsgeschwindigkeit der Mischmaschinen. Die Art der Mischmaschine bestimmt also die jeweilige technologische Reihe.

2.1. Die Arbeitsgänge bei Erdstabilisierungen

2.1.1. Bindemittelverteilung

Gegenwärtig werden nur staubförmige Bindemittel wie Zement, Kalk, Braunkohlenfilterasche und Mischbinder verwendet. Flüssige Bindemittel wie Bitumen werden z. Z. noch nicht eingesetzt und können hier unberücksichtigt bleiben.

Die bisher praktizierte Methode der Verteilung von Hand, die infolge Fehlens geeigneter Geräte noch durchgeführt wird, ist sehr unbefriedigend und bedarf dringend einer Veränderung. Mangelhafte Dosierung, hoher Ak-Aufwand und die starke physische Belastung der Arbeitskräfte sind Mängel dieser Verfahrensweise, die grundsätzlich beseitigt werden müssen. Durchgeführte Untersuchungen haben gezeigt, daß die manuelle Verteilung eine Abweichung um 20 bis 60% von der Sollmenge bringen kann [3]. Daraus ist zu erkennen, welche Bedeutung diesem Arbeitsgang zukommt. Mögliche Fehlschläge infolge einer Unter- bzw. Überdosierung sowie die Vergeudung von wertvollen Bindemitteln bekräftigen die Forderung nach Verteilgeräten, die den bautechnischen Forderungen entsprechen. Die neuesten Erkenntnisse haben gezeigt, daß eine besonders wirkungsvolle Mechanisierung der Beschickung der Verteiler auf pneumatischem Wege möglich ist. Es kommt deshalb zur Gewährleistung einer weitgehenden Mechanisierung darauf an, daß die Verteiler mechanisch und pneumatisch beschickt werden können.

Die bisher in einigen Baubetrieben entwickelten Verteiler konnten jedoch nur zum Teil die bautechnischen Forderungen erfüllen. Die Verteiler D 343-A (UdSSR) (Bild 1) und der am Eingangmischer UZF 70 angebaute Verteiler (Bild 2) hingegen entsprechen den Forderungen [4] [5].

2.1.2. Mischarbeiten

Die homogene Vermischung aller Komponenten (Erdstoff, Bindemittel und Wasser) hat einen nicht zu unterschätzenden Einfluß auf die Qualität der Stabilisierung. Die z. Z. noch häufig eingesetzten landwirtschaftlichen Bodenbearbeitungsgeräte können die Forderungen nur teilweise erfüllen. Der Einsatz von Spezialmaschinen, unabhängig davon, ob nach den Varianten Eingang- oder Mehrgangmischen gearbeitet wird, ist unbedingt notwendig [6].

* Institut für Meliorationswesen, Schöneiche b. Berlin (Direktor: Dr. W. HOFFMANN)

¹ Nach einem Vortrag auf der KDT-Tagung in Magdeburg am 28. und 29. Okt. 1965

² s. S. 70 bis 74

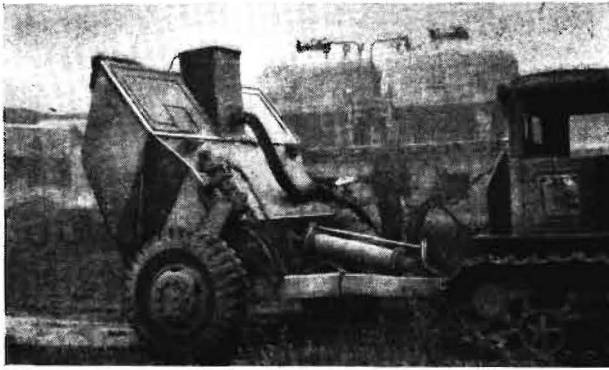


Bild 1. Zementverteiler D 343-A (UdSSR) wird pneumatisch mit Braunkohlenfilterasche beschickt



Bild 4. Eingangsmischer UZF 70 (VEB Baumaschinen Gatersleben) beim Mischen einer Zementstabilisierung

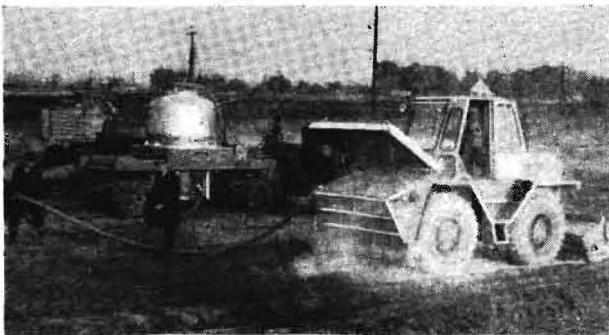


Bild 2. Der vorn am UZF 70 angebaute Verteiler wird während des Mischvorganges pneumatisch mit Zement gefüllt. Der dosierte Bindemittelaustrag wird über eine Zellenradachse während des Arbeitsvorganges durchgeführt

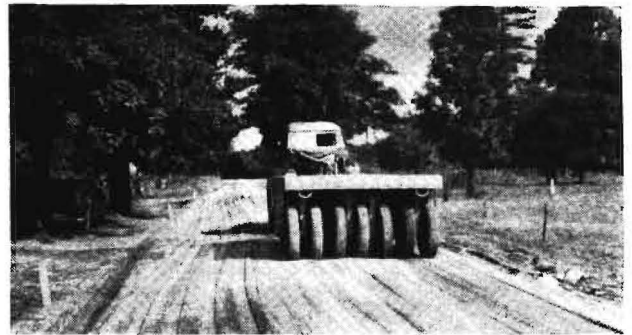


Bild 5. Anhängegummiradwalze bei der Verdichtung einer Zementstabilisierung

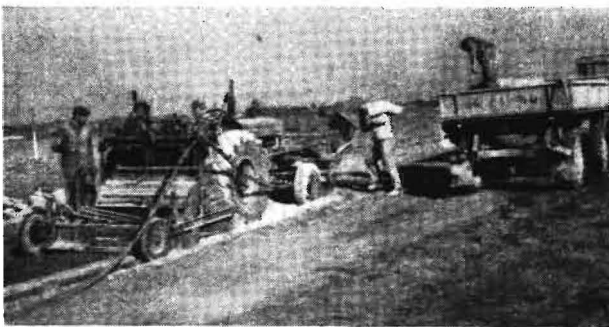


Bild 3. HOWARD-Mischer beim Mischen einer Zementstabilisierung. Die Bindemittelverteilung erfolgt über einen angebaute Verteiler, der manuell beschickt wird. Über eine Schlauchleitung wird der Dosiereinrichtung Wasser zugeführt



Bild 6. Das HOWARD-Maschinensystem bei der Kalkstabilisierung in der Altmärker Wische. Vorn im Bild der Mischer, dahinter das Verdichtungsgerät (Kompactor)

Von den bisher im Wirtschaftswegebau eingesetzten Mixern haben die besten Ergebnisse der Eingangsmischer des HOWARD-Maschinensystems 48/8 (Bild 3) und der Eingangsmischer UZF 70 vom VEB Baumaschinen Gatersleben (Bild 4) gebracht. Auf Grund ihrer Konstruktion ermöglichen diese Maschinen eine zwangsläufige Tiefenhaltung in der zu mischenden Schicht. Andere eingesetzte Anhängemehrgangmischer (PF 1900 — CSSR, MSG 200-A — Polen) konnten hingegen nur wenig befriedigen. Da jedoch bisher keine leistungsfähigen Mischer zur Verfügung standen, mußte auch auf derartige Hilfsmittel sowie auf landwirtschaftliche Geräte ausgewichen werden. Damit war zwangsläufig nur das Mehrgangmischen durchführbar.

2.1.3. Verdichtung

Das Erreichen der vorgeschriebenen Dichte setzt voraus, daß beim optimalen Wassergehalt mit einem nach den spezifischen

Bedingungen des Erdstoffes ausgelegten Verdichtungsgerät verdichtet wird. Beim Mehrgangmischen, wo zwangsläufig zwischen Mischen und Verdichten ein längerer Zeitraum auftritt, können die bautechnischen Forderungen nur schwer erfüllt werden. Als universelles Verdichtungsgerät wird hauptsächlich die Gummiradwalze eingesetzt (Bild 5). Die Verdichtungswirkung ist bei richtiger Belastung und ausreichender Anzahl von Übergängen auf allen gemischten Erdstoffen als ausreichend anzusehen. Die bisher zur Verfügung stehende Anhängewalze wirkt sich jedoch technologisch nachteilig aus, hier wäre ein selbstfahrendes Gerät vorteilhafter. Das zum HOWARD-Eingang-Maschinensystem gehörige Verdichtungsgerät (Kompactor) (Bild 6) brachte auf allen Erdarten sehr gute Verdichtungswirkungen, vor allen Dingen deshalb, weil durch die Abstimmung der Arbeitsgeschwindigkeit und Arbeitsbreite auf den Mischer beide Arbeitsgänge Mischen und Verdichten in kurzen Zeitabständen hintereinander

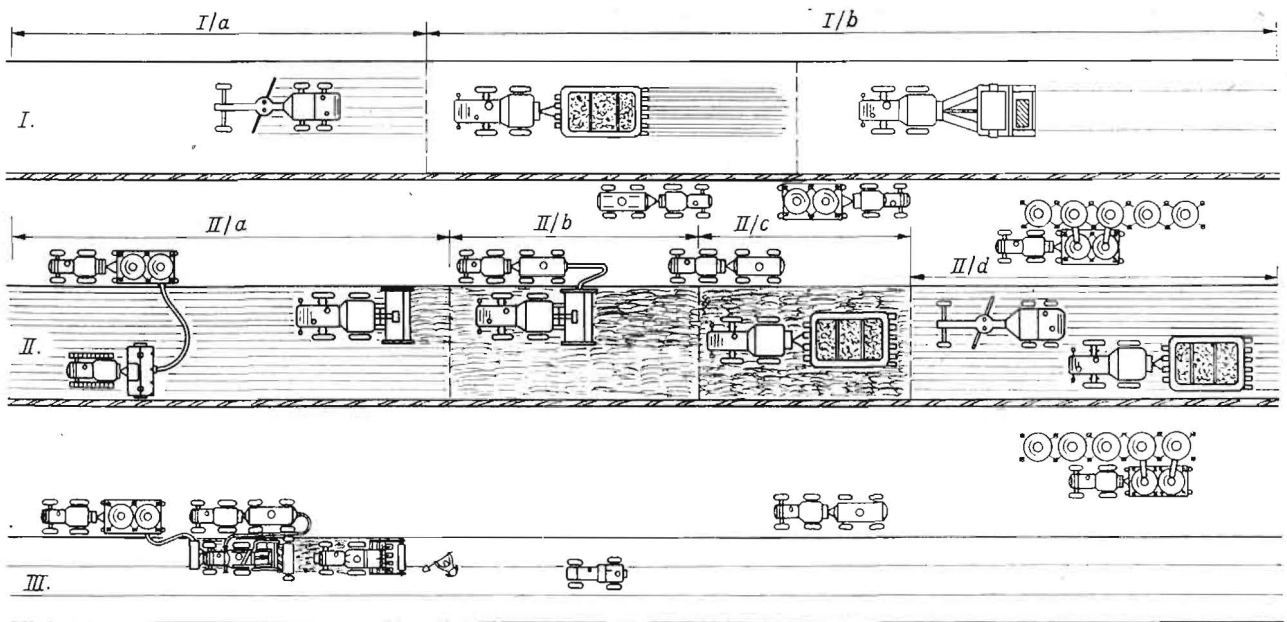


Bild 7. Schema des Arbeitsablaufs der Erdstabilisierung – in zwei technologischen Varianten dargestellt;
 I Herstellen des Feinplanums;
 II Einbautechnologie Mehrgangmischen;
 III Einbautechnologie Eingangsmischen;

Die im Schema nach den jeweils erforderlichen Arbeitsgängen zahlenmäßig dargestellten Maschinen beziehen sich auf:
 2000 m²/d (7,5 h), 25 kg/m² Bindemittel, 4 km Transportentfernung für Bindemittel und Wasser

ander folgen [7]. Durch den synchronen Vorgang des Mischens und Verdichtens, wie es beim Eingangsmischen erfolgt, ist stets eine Verdichtung beim optimalen Wassergehalt gegeben.

2.2. Zweckmäßigste Technologie

In Bild 7 sind neben dem Arbeitsgang „Herstellen des Feinplanums“ die technologischen Varianten Mehrgang- und Eingangsmischen schematisch dargestellt. Die Herstellung des Feinplanums hat in der dargestellten Form für beide technologischen Varianten der Einbauarbeiten Gültigkeit und wird ohne Berücksichtigung der jeweiligen Einbautechnologie, zur besseren Auslastung der Arbeitsmittel, als getrennter Arbeitsgang durchgeführt. Die in Bild zahlenmäßig dargestellten Arbeitsmittel entsprechen bei gleichen Bedingungen einer Leistung von 2000 m²/d. Arbeitsgänge (Bild 7):

I.	Herstellen des Feinplanums	
	I/a – Profilieren	7,5 h 3000 m ²
	I/b – Verdichten	6,0 h 3000 m ²
	(paralleler Geräteinsatz)	
II.	Einbautechnologie – Mehrgangmischen	
	II/a – Bindemittelverteilen und Trockenmischen	3 h
	II/b – Mischen unter Zugabe von Wasser	2 h
	II/c – Vorverdichten	1 h
	II/d – Nachprofilieren und Abschlußverdichtung	1,5 h
		7,5 h
III.	Einbautechnologie – Eingangsmischen	
	Bindemittelverteilen, Mischen unter Wasserzugabe, Verdichten, Nacharbeiten von Hand, Nachverdichten – im Komplex –	7,5 h

Die beim Mehrgangmischen zwangsläufig notwendige Aufteilung der Einbauarbeiten in einzelne kurzzeitige Arbeitsphasen ist im Bild dargestellt. Dieser entscheidende Unterschied gegenüber dem zeitlichen parallelen Ablauf (Fließfertigung) der Arbeitsgänge beim Eingangsmischen ist der besondere Nachteil des Mehrgangmischens. Daraus resultiert zwangsläufig eine schlechtere Auslastung aller Arbeitsmittel, eine unbefriedigende Erfüllung der bautechnischen Forderungen und ein größerer Bedarf an Ausrüstung als beim Eingangsmischen. Ferner kann beim Eingangsmischen das eingesetzte Bindemittel besser ausgenutzt werden als beim Mehrgangmischen, da einerseits die Verdichtung unmittelbar nach dem Mischen durchgeführt wird, andererseits bei plötzlichen Regenfällen die mit dem Mischer gekoppelte Bindemittelverteilung schnell unterbrochen werden kann.

Der Transport von Bindemitteln und Wasser zur Einbaustelle muß wegen der Masse der Fahrzeuge und des ungestörten Arbeitsablaufs neben dem Planum erfolgen. Das setzt voraus, daß von der Projektierung und dem Auftraggeber in Vorbereitung der Baumaßnahmen für eine einseitige Baufreiheit von mindestens 4 m gesorgt wird. Hierbei gelten für beide technologischen Varianten die gleichen Forderungen.

Wägt man alle ökonomischen, bautechnischen und maschinen-technischen Gesichtspunkte ab, so gelangt man zu dem Schluß, daß die technologische Variante „Eingangsmischen“ im Wirtschaftswegebau eine Optimaltechnologie darstellt. Deshalb ist den Baubetrieben für die Kapazitätserweiterung diese Technologie zu empfehlen.

Mit dem neuentwickelten Eingangsmischer UZF 70 wird die Praxis einen den Anforderungen des Wirtschaftswegebaueres gerecht werdenden Mischer von unserer Baumaschinenindustrie erhalten. Es kommt nunmehr darauf an, die noch fehlende Ausrüstung, wie Verdichtungsgeräte und Silowagen, in kurzer Zeit zu schaffen, damit ein vollmechanisierter Arbeitsablauf und damit eine Steigerung der Arbeitsproduktivität möglich wird.

3. Zusammenfassung

Die besonderen technologischen Probleme der Erdstabilisierung im Wirtschaftswegebau werden dargestellt. Ausgehend von den bautechnischen ökonomischen Forderungen werden die einzelnen Arbeitsgänge der Einbauarbeiten von Stabilisierungen beschrieben und dabei die Vor- und Nachteile der einzelnen Maschinen und Geräte sowie die der technologischen Varianten dargestellt. Unter weitgehender Beachtung der Besonderheiten im Wirtschaftswegebau wird das Prinzip des Eingangsmischens als optimale technologische Variante für die Baudurchführung vorgeschlagen.

Literatur

- [1] FREUDENBERG, G., CHR. FAUTH: Technologische Fragen der Stabilisierung im Wirtschaftswegebau. (unveröffentlicht)
- [2] LOHR/ROSSERT: In: Billfinger: Bodenvermörtelung mit bituminösen Bindemitteln und Zement. (Berlin 1943)
- [3] FREUDENBERG, G.: Stabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln einschließlich Technologie und Prüfverfahren. (Forschungsbericht, unveröffentlicht)
- [4] FAUTH, CHR.: Erste Erfahrungen mit dem sowjetischen Zementverteiler D 343-A im Wirtschaftswegebau der DDR. Die Straße (1965) H. 9
- [5] FAUTH, CHR.: Erste Erfahrungen mit dem UZF 70 im Wirtschaftswegebau. (unveröffentlicht)
- [6] FAUTH, CHR.: Die Bauausführung von Wirtschaftswegen nach den Verfahren der Erdstabilisierung. (unveröffentlicht)
- [7] FAUTH, CHR.: Der Einsatz des HOWARD-Maschinensystems bei der Erdstabilisierung im Wirtschaftswegebau der DDR. Die Straße (1965) H. 12 A 6364