

des Unterbaues außerdem verringern. Zu diesem Zweck müßte vor dem Gleitschalungsfertiger eine entsprechende Sprüheinrichtung angebracht werden. Noch besser wäre es, wenn der Beton selbst kein Wasser abgibt. Auf Grund neuester betontechnologischer Erkenntnisse scheint dies möglich zu sein.

Für Verarbeitbarkeit, Kantenfestigkeit, Oberflächenschluß usw. ist eine bestimmte Betonkonsistenz erforderlich. Bei einem TGL-gerechten Beton sind kaum größere Schwierigkeiten zu erwarten. Die dafür erforderlichen Zuschlagstoffe stehen im Wirtschaftswegebau nicht immer zur Verfügung. Zur Zeit wird untersucht, in welchen Grenzbereichen sich örtlich vorhandene Kiessande bewegen können, wenn sie bestimmte Forderungen in bezug auf Druckfestigkeit, Frostwiderstandsfähigkeit, Kantenfestigkeit, Oberflächenschluß usw. erfüllen sollen. Durch vorgemischten Zementleim, Hinzufügen von LP-Stoffen usw. könnte man die Qualität des Betons verbessern.

Die Betonnachbehandlung bei der schalungslosen Betonbauweise ist z. T. identisch mit der bei der konventionellen Bauweise üblichen, z. T. müssen neue Wege beschritten werden. Eine Verbindung zwischen chemischer Nachbehandlung und einer Abdeckung mit Folie erscheint zweckmäßig. Das Abdecken mit Folie schützt den Beton vor Wind, Regen, Sonne und weitgehend vor Verdunstung.

Bei der schalungslosen Betonbauweise wird der Beton im Fließverfahren hergestellt; Raumbefestigungen lassen sich demnach nicht ohne weiteres herstellen. In den letzten Jahren setzte sich die Erkenntnis durch, daß auf Raumbefestigungen weitgehend verzichtet werden kann. Bei den bisher durchgeführten Versuchen wurden die Scheinfugen mit einem T-Eisen eingeschnitten. Eine Fugenfüllung erfolgte nicht. Diese Technologie muß als Provisorium angesehen werden; zur Lösung sind weitere Versuche durchzuführen. Das Einschnitten der Scheinfugen mit einem Fugenschneider dürfte an sich die

beste Methode sein, ist jedoch für den Wirtschaftswegebau zu aufwendig. In diesem Falle müssen die Fugenspaltchen verschlossen werden. Der bisher übliche bituminöse Fugenverguß bedarf einer ständigen Unterhaltung, die im Wirtschaftswegebau nicht immer gewährleistet ist. Deshalb gebührt in Zukunft dem wartungsfreien Fugenverschluß mehr Aufmerksamkeit.

Durch die Fugen wird die zunächst kontinuierliche Betonbahn in einzelne Platten unterteilt. Die Platten werden im Bereich der Fugen beim Übergang der Achslasten besonders stark beansprucht. Durch eine schräge Anordnung der Querrufen werden die von den Achslasten herrührenden Einflüsse vermindert. Endgültige Aussagen über die Vorteile einer schrägen Fugenanordnung sind erst nach Abschluß der zur Zeit laufenden Untersuchungen möglich.

Bei setzungsempfindlichem Untergrund, z. B. Moorwegebau, ist es in der Perspektive ferner möglich, den Beton durchgehend zu bewehren. Eine durchgehende Bewehrung verhindert weitgehend eine wilde Rißbildung und gestattet eine Verringerung der Deckendicke.

## 5. Schlußbemerkungen

Die schalungslose Betonbauweise hat aus den genannten Gründen auch in der DDR eine erfolgversprechende Perspektive. Darüber hinaus besitzt sie für den Straßenbau Bedeutung, z. B. für den Einbau von Unterbeton.

Die Entwicklung der schalungslosen Betonbauweise soll 1967/68 abgeschlossen werden. Großversuche sollen das Verfahren praxisreif machen.

Die Kosten bei der schalungslosen Betonbauweise sind von dem am Standort vorliegenden Bedingungen und vom Vorhandensein einer zentralen Betonmischanlage abhängig. In der Perspektive ist zu erwarten, daß in einem größeren Umfang zentrale Betonmischanlagen errichtet werden. A 6822

Ing. CHR. FAUTH, KDT\*

## Nachbehandlung von hydraulischen Stabilisierungen

### 1. Begriffsbestimmung und technischer Stand

Bei der hydraulischen Stabilisierung versteht man unter Nachbehandlung Maßnahmen, die dazu dienen, der Stabilisierung unter weitgehender Ausschaltung der Witterungseinflüsse eine ungestörte Erhärtung zu ermöglichen.

In der Literatur sind darüber bereits Ausführungen gemacht worden [1] [2] [3], so daß hier auf Einzelheiten verzichtet werden kann.

### 2. Stand im Wirtschaftswegebau der DDR

Im Wirtschaftswegebau der DDR werden gegenwärtig hydraulische Stabilisierungen ausschließlich durch periodische Wasserbenetzung nachbehandelt (Bild 1) [3].

Mangelnde Erfahrung, Unkenntnis der Ursachen und unzureichende Mechanisierung sind die Hauptursachen der bisherigen Verfahrensweise. Nach den heute vorliegenden Untersuchungen weist diese Methode folgende schwerwiegende Mängel auf:

- Erhöhter Aufwand an lebendiger und vergegenständlichter Arbeit;
- aufgebracht Wasser läuft bei den relativ stark geneigten Wirtschaftswegen schneller horizontal über den Rand der Befestigung nach außen ab, als vertikal in die Stabilisierung eindringen kann;
- laufende Störung des Erhärtungsprozesses durch wiederholtes Befahren der Stabilisierung mit Wasser-Transportfahrzeugen;

- die Verfahrensweise ist sehr stark subjektiv beeinflusst und wird oft unzureichend ausgeführt, an Sonn- und Feiertagen sogar meist gänzlich außer Acht gelassen.

Eine Verbesserung dieser unzureichenden und sehr unwirtschaftlichen Methode ist nach dem heutigen Stand der Technik in der DDR im wesentlichen durch 3 Verfahren möglich:

1. Aufbringen einer Sandschicht und periodisches Benetzen mit Wasser;
2. Abdecken der Befestigung mit Strohmatte, Tüchern oder Schutzdecken;
3. Aufsprühen eines Nachbehandlungsmittels mit guter Sperrwirkung.

Im Straßenbau der DDR werden bei der Herstellung von Zementbeton noch vorwiegend die Verfahren 1 und 2 ange-

Bild 1. Wassernachbehandlung einer Zementstabilisierung (gegenwärtig häufigste Methode)



\* VEB Meliorationsbau Halle - Forschungsabteilung für Wirtschaftswegebau Berlin

wendet. Für die Stabilisierung sind diese Verfahren jedoch unzumutbar, da im Gegensatz zum Beton in jedem Falle eine Deckschicht aufgebracht werden muß. Die Anwendung des Verfahrens I hat für Stabilisierungen nur dort Berechtigung, wo als Deckschicht eine mechanische Stabilisierung (Steinsandschicht) projektiert ist. [3]

### 3. Empfehlungen für die Praxis

Um der Praxis zweckdienliche Hinweise zur Verbesserung von hydraulischen Stabilisierungen geben zu können, wurden die Fragen in bautechnischer, technologischer und ökonomischer Hinsicht untersucht. Im einzelnen wurde folgendes Ergebnis erreicht:

#### 3.1. Bautechnische Untersuchung

In Anlehnung an den Entwurf des Fachbereichs-Standards TGL 173-65 „Nachbehandlungsmittel für Zementbeton im Straßenbau“ wurden insgesamt 12 verschiedene Nachbehandlungsmittel geprüft.

Die Auswertung der Prüfung zeigt, daß die Wirksamkeit der Nachbehandlungsmittel unterschiedlich ist. Unter Berücksichtigung der Bezugsmöglichkeiten, der Preise und der besten Sperrwirkungen können der Praxis 6 Mittel empfohlen werden (Tafel 1).

#### 3.2. Technologie

Für die technologische Lösung wurde von der angestrebten Tagesleistung mit 2000 m<sup>2</sup> und der gegenwärtigen maschinentechnischen Ausrüstung der Baubetriebe ausgegangen. Rechnet man mit einem durchschnittlichen Verbrauch von 1 l/m<sup>2</sup>, so sind täglich 2000 l Nachbehandlungsmittel aufzusprühen. Für die technische Ausführung der Arbeiten könnten sowohl Handspritzern als auch Spezialfahrzeuge (Goudronatoren) aus dem Straßenbau eingesetzt werden. Beide Geräte sind jedoch in den meisten Meliorationsbaubetrieben nicht vorhanden und würden auch für den speziellen Einsatzzweck der Nachbehandlung den Ak-Aufwand und die Investitionen nicht rechtfertigen. Folgende Mechanisierungsvariante wurde aufgebaut und mit Bitumenemulsion Teltow H 55 erprobt:

Waggontransport bis zum Bestimmungsbahnhof, Umschlag und Transport zum Lagerplatz bzw. zur Einbaustelle mit Traktor und Fäkalienwagen (Bild 2), Versprühen auf der Einbaustelle mit Hilfe des RS 09 (mit Zahnradpumpe und Sprühbalken, Bild 3).

Der RS 09 ist als Sprühfahrzeug insofern günstig, weil er leicht ist, zwei Zapfwellenanschlüsse aufweist, über einen größeren Geschwindigkeitsbereich verfügt und entweder als leichter Hobel oder als Ladegerät in den meisten Bauabteilungen vorhanden ist. Da auch in den meisten Fällen Fäkalienwagen als Wasserwagen zur Ausrüstung gehören, sind als notwendige Zusatzausrüstung nur noch Bitumenpumpe und Sprühbalken erforderlich. Bei der Erprobung (Bild 3) wurde eine Pumpe mit einer Leistung von 300 l/min eingesetzt. Das Bindemittel wurde bei einem Manometerdruck von 1,5 kp/cm<sup>2</sup> und 7 km/h aufgespritzt. Die Arbeitszeit für die Nachbehandlung von 2000 m<sup>2</sup> betrug bei einer Sprühbreite von 1,5 m ≈ 1,0 h mit 2 Ak (Bild 4).

Bei Waggonbezug macht sich eine Zwischenlagerung der Bitumenemulsion erforderlich, da die kleinste Bezugsmenge 12 t beträgt, die im allgemeinen für 6 Tagesbauabschnitte ausreicht. Als Lager können alte Kessel, Pontons o. ä. dienen, die so aufgestellt werden, daß der Transportradius für mehrere Baustellen minimal ist. Für geringere Verbrauchsmengen je Tag kann auch die Faßbevorratung empfohlen werden. Hierbei sollte man das Mittel Baumuls 60 einsetzen, es kann an der Baustelle noch mit Wasser im Verhältnis 3 : 1 verdünnt werden. Der günstigste Zeitpunkt der Nachbehandlung liegt kurz nach der Verdichtung der Stabilisierung, höchstens jedoch 36 h (bei feuchter Witterung) danach.

Das Befahren der Stabilisierung mit dem Fäkalienwagen (Bild 3) sollte nur auf gut tragfähigen Erdstoffen erfolgen.

Tafel 1. Zu empfehlende Mittel

Nachbehandlungsmittel	Aufgespritzte Masse (g/m <sup>2</sup> )	Wasserverlust nach 28 Tagen [%] <sup>1</sup>
Baumuls 60 = 3 Wasser = 1	1000	0
Colas U 55	700	2
Colas H 55	700	4
Colas S 55	700	8
Teltow H 55	700	6
Teltow U 55	700	7

<sup>1</sup> bezogen auf den Wasserverlust der nicht nachbehandelten Probekörper

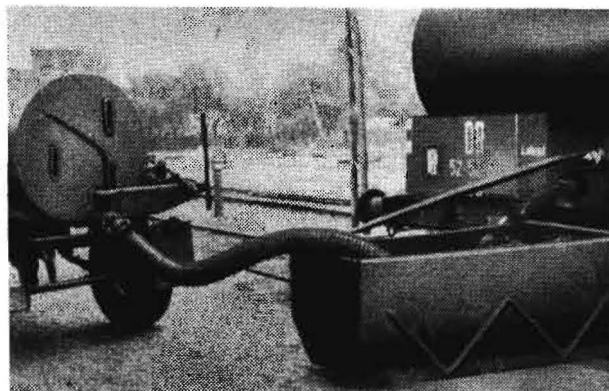


Bild 2. Umschlag der Bitumenemulsion mit Hilfe von Abfüllwanne und Fäkalienwagen (Fülleistung: 2,7 m<sup>3</sup> in 6 min)

Bild 3. Der am Fäkalienwagen angehängte RS 09 mit Pumpe (vordere Zapfwelle) und Sprühbalken ausgerüstet, sprüht das Nachbehandlungsmittel auf die Stabilisierung auf (Leistung: 2 000 m<sup>2</sup>/h)

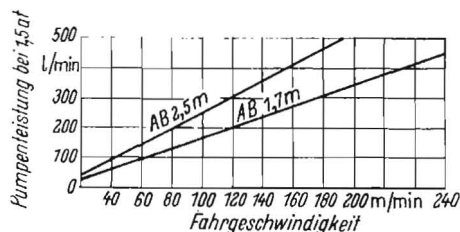
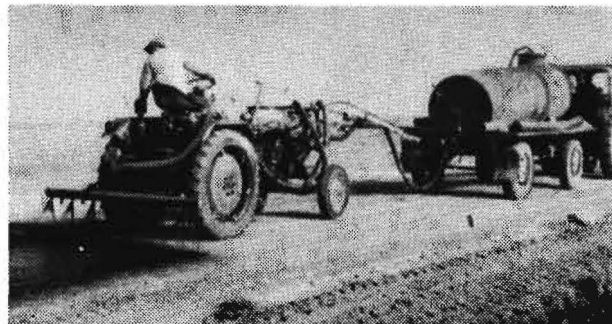
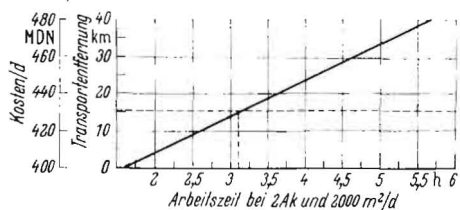


Bild 4. Dosierungen, je nach Fahrgeschwindigkeit und Arbeitsbreite (AB)

Bild 5. Baukosten



Auf wenig schierfestem Sand dagegen sollte besser der RS 09 mit der Sprüheinrichtung allein auf der Stabilisierung fahren und das Nachbehandlungsmittel vom nebenherfahrenden Fäkalienwagen abpumpen.

Selbstverständlich ist nach erfolgter Nachbehandlung die Stabilisierung im Sommer mindestens 10 Tage und im Frühjahr und Herbst 14 Tage für sämtlichen Fahrzeugverkehr zu sperren.

### 3.3. Ökonomische Betrachtung

Vergleicht man die gegenwärtig übliche Wassernachbehandlung mit dem Aufspritzen einer Bitumenemulsion, so ergeben sich folgende Einsparungen:

#### 3.3.1. Wassernachbehandlung

Im Durchschnitt kann mit einer Verdunstung von  $0,3 \text{ l/m}^2$  gerechnet werden. Somit sind für  $2000 \text{ m}^2$  täglich  $14\,400 \text{ l}$  Wasser aufzubringen. Der Einsatz eines Traktors mit Fäkalienwagen und 2 Ak dafür kostet täglich etwa  $105,10 \text{ MDN}$ . Bei einer Mindestnachbehandlungszeit von 7 Tagen entstehen damit Gesamtkosten von  $738,- \text{ MDN} \approx 0,37 \text{ MDN/m}^2$ .

#### 3.3.2. Nachbehandlung mit Bitumenemulsion

Bei einem Verbrauch von  $1 \text{ l/m}^2$  und einer mittleren Transportentfernung von  $15 \text{ km}$  einschließlich der Amortisation des Vorrattanks sowie der Kosten für Zwischentransport und etwa  $200 \text{ km}$  Bahntransport ergeben sich bei Einsatz der unter 3.2 beschriebenen Technologie  $430,08 \text{ MDN}$  Kosten. Bei

$2000 \text{ m}^2$  Fläche beträgt damit der Kostenaufwand etwa  $0,22 \text{ MDN/m}^2$ . (Bild 5)

Somit ergibt sich unter Vernachlässigung der qualitativen Nachteile der unter 3.3.1 beschriebenen bisherigen Methode eine Einsparung von  $0,15 \text{ MDN/m}^2$ . Bei einem Einheits-km Wirtschaftsweg ( $4000 \text{ m}^2/\text{km}$ ) können demzufolge etwa  $600,- \text{ MDN}$  eingespart werden.

## 4. Zusammenfassung

Die Nachbehandlung von hydraulischen Stabilisierungen im Wirtschaftswegebau durch Wasserbenetzung ist wenig geeignet, den bautechnischen Forderungen gerecht zu werden. Die Qualität ist deshalb durch Aufbringen eines Nachbehandlungsmittels zu erhöhen. Hierzu speziell durchgeführte Untersuchungen werden bautechnisch, technologisch und ökonomisch ausgewertet. Die vorgeschlagene Technologie bei Einsatz von Bitumenemulsion ermöglicht es, unter weitgehender Verwendung der in den Bauabteilungen der VEB Meliorationsbau vorhandenen Ausrüstung, eine ökonomische Verfahrensweise anzuwenden. Neben der verbesserten Qualität können damit die Bauausführungen rationalisiert und die Baukosten gesenkt werden.

### Literatur

- [1] STREIT: Die Nachbehandlung von Betonbelägen. Straßenbau-Technik (1965) H. 8, S. 635
- [2] BAUKSCH: Nachbehandlung von Beton mit chemischen Mitteln. Die Straße (1963) H. 1
- [3] FAUTH: Nachbehandlung der Stabilisierungen. In LINEMANN: „Erdstabilisierung“. Verlag für Bauwesen, Berlin 1966, S. 257 bis 260 A 6831

Dr. G. FREUDENBERG, KDT\*

## Rationelle Gewinnung von Zuschlagstoffen für Tragschichten von Wirtschaftswegen mit dem Eimerbagger ETN 171

### 1. Aufgabenstellung

Wesentlichen Anteil an den Baukosten für Wirtschaftswege haben die Transporte von Zuschlagstoffen für die Tragschichten. Neben starkem Einsatz von Fahrzeugen und Ladegeräten wird ein erheblicher Anteil an lebendiger Arbeit für diesen technologischen Teilprozeß des Wirtschaftswegebauens gebunden. Insgesamt sind bei Stabilisierung je nach projektierte Breite und Schichtdicke je km Wirtschaftsweg etwa  $450$  bis  $1\,000 \text{ m}^3$  Massen zu entnehmen und zu fördern. Dabei entstehen Kosten, die je nach den Bedingungen etwa  $2,5$  bis  $25 \text{ TMDN/km}$  betragen können. Für konventionelle Gesteinsbauweisen sind sie noch um ein Vielfaches höher. Dieser Kostenanteil läßt sich nach dem derzeitigen technischen Stand durch stärkeres Einbeziehen des anstehenden Erdstoffes für konstruktive Zwecke im Sinne einer wirksamen komplexen Stabilisierung senken. Die Zuschlagstoffe können hierfür durch Seitenentnahmen unmittelbar neben der Trasse entnommen werden. Technisch läßt sich diese Entnahme in zwei Varianten ausführen:

- Entnahme mit Flachbagger (Straßenhobel, Planierdraupe, Schwenkschildraupe usw.)
- Entnahme mit Grabenbagger (Löffel-, Eimerkettenbagger u. ä.)

In beiden Fällen kann — je nach gewählter technischer Ausrüstung — der technologische Prozeß der Entnahme kontinuierlich oder mit Unterbrechungen ablaufen. Die Entnahme von Zuschlagstoffen mit dem Flachbagger wird beim Wirtschaftswegebau zwangsläufig meistens gleichbedeutend mit einer Entnahme von Kulturboden sein. Erdstoffe dieser besonderen Art lassen sich häufig stabilisieren, jedoch immer mit einem höheren Bindemittelaufwand als für einen erdmechanisch ähnlich reagierenden Erdstoff ohne humose

Bestandteile erforderlich ist. Mitunter kann diese Art der Stabilisierung deshalb auch unwirtschaftlich werden.

Da die Kulturbodenaufgabe näherungsweise meist nur in der durch die Pflugfurche gegebenen Tiefe ansteht, scheint es zweckmäßiger, die seitliche Entnahme mit tiefer arbeitenden Baggern auszuführen. Soll dabei der aufliegende und den Stabilisierungsprozeß störende Kulturbodenanteil möglichst gering gehalten werden, so ist die Entnahme aus einem seitlich der Trasse angeordneten, möglichst tiefen und schmalen Graben am zweckmäßigsten. Zweifelsohne müssen dabei Möglichkeiten gefunden werden, den durch seine Abmessungen störend wirkenden Graben anschließend wieder zu beiseitigen. Sicht man diese Entnahmemart als zweckmäßig an, so ist es einfach, auch die zweckmäßigste Technologie zu wählen. Tafel 1 enthält eine einschätzende Gegenüberstellung wesentlicher ökonomischer und technischer Kennzeichen von Löffel- und Eimerbaggern. Es ist ersichtlich, daß die Kostenrelationen sowie die Relationen hinsichtlich erwünschter bautechnischer Wirkungen beim Einsatz kontinuierlich fördernder Bagger günstiger liegen als bei Löffelbaggern mit diskontinuierlichem Arbeitsspiel. Lediglich der Einsatzbereich der letztgenannten Bagger ist vielseitig, was jedoch für den erwähnten Einsatzzweck unwesentlich ist.

Die in der Problemdarstellung entwickelten Einsatzmöglichkeiten von Baggern mit stetiger Förderung zur Entnahme von Zuschlagstoffen sollten praktisch geprüft werden. Unter Berücksichtigung der Ausrüstung der VEB Meliorationsbau war hierfür der Eimerkettenbagger ETN-171 vorgesehen. Im einzelnen waren zu entwickeln und zu prüfen:

- Möglichkeiten der Vorbereitung durch die Projektierung, insbesondere der Probeentnahme,
- zweckmäßige konstruktive Ausbildung des Grabens nach Entnahme der Zuschlagstoffe,

\* VEB Meliorationsbau Halle, Forschungsabteilung für Wirtschaftswegebau Bernburg