

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER STRASSEN-KONGRESSE

Generalsekretariat : 1, Avenue d'Iéna, Paris.

III. KONGRESS - LONDON - 1913

1. Abteilung : Bau und Erhaltung.
3. Mitteilung.
- ✻

Herstellung von Schotterdämmen
mit
wasserhaltigen Bindemitteln

BERICHT

von

A. CORNET

Ingénieur en Chef Directeur des Ponts et Chaussées,
Lüttich.

PARIS

SOCIÉTÉ ANONYME DES IMPRIMERIES OBERTHUR

3, RUE ROSSINI, 3

1913



11-353530

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000317639



~~III 19690~~

HERSTELLUNG VON SCHOTTERDÄMMEN mit Wasserhaltigen Bindemitteln.

MÖRTELFABRBAHNEN AUS GEKÖRNTER SCHLACKE.

Es gibt zwei Arten von Schotterfabrbahnen mit wasserhaltigen Bindemitteln und zwar solche mit und solche ohne Gründung. Diese Arten stammen von den beiden sehr alten Systemen von Trésaguet und Mac-Adam her.

Die Beschotterungen mit Gründung bestehen aus einer aus Bruchsteinen hergestellten Packlage von 0,15 bis 0,20 m Dicke, die in ein Bett gebracht wird, das dieselbe Wölbung wie die Fahrbahn hat.

Die Bruchsteine werden fugendicht auf die hohe Kante gesetzt und mit kleineren, mit dem Hammer eingetriebenen Steinen ausgefuttert.

Die Packlage wird oft zwischen zwei Reihen von Bordsteinen hergestellt, die aus den besten Bruchsteinen ausgewählt und so verlegt werden, dass sie von dem Belag überdeckt werden.

Der Steinschlag wird unmittelbar auf der Packlage geschlagen oder auch, nachdem er geschlagen ist, darauf ausgebreitet und der auszuführenden Wölbung entsprechend ausgeglichen, so dass er einen Belag von 0,10 bis 0,15 m Dicke bildet.

Früher wurde die Fahrbahn in diesem Zustande dem Verkehr übergeben, bisweilen sogar ohne Hinzufügung eines Bindemittels. Heute wird sie im allgemeinen in ein oder zwei Schichten mittels einer Dampfwalze gewalzt, indem man dabei eine gewisse Menge Bindemittel verwendet, die man in die Lücken zwischen den Steinen durch Druck und Bewässerung hineinbringt.

Bei schlechtem Untergrund wird bisweilen die Packlage auf eine Schicht Sand oder Fabrikasche oder sogar auf ein Bett aus glatten Steinen gesetzt.

Bei dem Mac-Adam'schen System lässt man die Packlage weg, und die Fahrbahn wird nur aus den Stoffen hergestellt, die bei dem vorher behandelten System den Belag der Beschotterung bilden.

cthe 3685/51

Sie besteht also einfach aus einer mehr oder weniger dicken Schicht Schotter von kleinem Ausmass und fast gleicher Grösse, der durch ein Bindemittel zusammengehalten wird, das dem Steinschlag bei der Herstellung oder bei den Ausbesserungen zugefügt wird, oder von der Abnutzung oder dem Bruch der Steine herrührt. Unbestritten ist das eine einfache und billige Fahrbahn.

Ihre Anhänger nehmen an, dass eine Fahrbahn hauptsächlich an ihrer Oberfläche abgenutzt wird und halten jede Gründung für unnütz, wenn die Beschotterung gut unterhalten wird.

Das kann für eine Fahrbahn wahr sein, die auf einem harten und durchlässigen Gelände angelegt wird, wenn es aber weich und feucht ist, wird unstreitig eine Gründung notwendig.

Wie dem auch sei, diese beiden Fahrbahnarten sind hinsichtlich ihres Widerstands gegen Trockenheit und gegen Feuchtigkeit gleich unpassend.

Bei trockenem Wetter zerfällt das Bindemittel und erzeugt Staub; bisweilen wird der Steinschlag locker und besonders von den Rädern der Kraftwagen ohne Schwierigkeit hochgehoben.

Bei feuchtem Wetter wird das Bindemittel weich und teigig und hält die Steine nicht mehr genügend an ihrem Platz fest. Unter dem Gewicht der Lasten reiben und zerdrücken sie sich einer gegen den andern und nicht allein an der Oberfläche, sondern in der ganzen Masse des Belags werden die Steine abgenutzt und zerdrückt.

Diese innere Abnutzung der Fahrbahnen ergibt sich ganz klar, wenn man alte Beschotterungen aufnimmt. Im allgemeinen sind sie aus eckigen, fast gleich grossen Steinen hergestellt worden; nichtsdestoweniger stellt man immer fest, dass das Ergebnis des Abtrags zum grossen Teil Schmutz ist, dem Steinschlag in ziemlich kleiner Menge, in ziemlich jeder Grösse und mit durch Abnutzung abgerundeten Ecken beigemischt ist.

Durch die innere Abnutzung wird also am meisten Schmutz erzeugt, und oft mischt sich, wenn die durch die Beschotterung dringende Feuchtigkeit das Planum angreift, die Erde des Untergrundes der Abnutzung des Steinschlags bei. Dies geschieht besonders bei Tauwetter und wird hauptsächlich dann festgestellt, wenn die Fahrbahnen wenig stark sind.

Man muss also die Bildung von Schmutz und Staub verhüten, die für die Beschotterungen eine Ursache des Verderbs und für alle Benutzer der Strassen ein sehr grosser Schaden sind.

Deshalb ist es notwendig, ein Bindemittel zu verwenden, auf das die Feuchtigkeit, die Trockenheit und der Frost keinen Einfluss haben, das an den Steinen klebt und mit ihnen eine einheitliche Platte bildet, die keiner Veränderung ihrer Gestalt und nicht Spaltungen unterworfen ist.

Ausserdem ist es nötig, dass dieses Mittel billig und reichlich vorhanden ist, denn der Bau und die Unterhaltung der Strassen erfordern grosse Mengen.

Jeder denkt unmittelbar an die Verwendung von Mörtel aus Zement und Sand zur Lösung der Aufgabe. Wir haben diese Verwendung versucht; dieser Mörtel ist nicht nur sehr teuer, sondern ist auch schwierig in der Anwendung.

Wir haben auch unsere Zuflucht zu einem Mörtel genommen, der aus gekörnter Hochofenschlacke, Kalk und Zement zusammengesetzt ist. Die Versuche sind zu unserer vollen Zufriedenheit ausgefallen, und wir haben vorgeschlagen, solchen Mörtel allgemein zur Herstellung und Unterhaltung der Fahrbahnen in unserem Dienstbereich zu gebrauchen.

Da das Verfahren, das wir empfehlen, von der gekörnten Hochofenschlacke ausgeht, scheint es angebracht, hier einige Einzelheiten über ihre Zusammensetzung und ihre Bildung zu bringen.

Die Hochofenschlacke ist ein Nebenerzeugnis bei der Herstellung des Gusseisens.

Es ist bekannt, dass man zur Erlangung des Gusseisens das Eisenerz reduziert, indem man es im Hochofen zusammen mit Koks erhitzt, und, um die allgemein aus Silizium und Aluminium gebildeten Erzgänge schmelzbar zu machen, ein Kalkflussmittel, Zuschlagkalkstein genannt, zufügen muss.

Unter dem Einfluss einer Temperatur von mehr als 1200° reduziert das von dem Koks erzeugte Kohlenoxyd das Eisenoxyd; das Eisen nimmt Kohlenstoff auf und bildet das Gusseisen, das sich auf dem Boden der Hochöfen ansammelt. Der Erzgang verbindet sich mit dem Kalk und bildet ein Doppel-Aluminium- und Kalk-Silikat, das infolge seiner geringen Dichtigkeit in flüssigem Zustand über dem Gusseisenfluss schwimmt. Das ist die Schlacke.

Die Hochofenbesitzer schaffen die Schlacke fort, die einen, indem sie sie bei ihrem Abfluss aus dem Hochofen in Behältern von mehreren Kubikmetern Fassungsvermögen sammeln, die

auf einem Wagengestell ruhen und die Schlacke in flüssigem Zustand auf einer Halde ausschütten.

Die anderen lassen sie in eine Rinne fließen, in die ein starker Wasserstrom geleitet wird, der die Schlacke plötzlich stark abkühlt. Diese erstarrt und lagert sich als glasige Masse ab, die wie grosskörniger Sand aussieht, die dann auch zumeist auf Halden geschüttet wird.

Die Erzeugung von Schlacke ist sehr beträchtlich. Es gibt in Belgien vierzig Hochöfen, die jährlich ungefähr zwei Millionen Tonnen Gusseisen erzeugen, was zwei Millionen Kubikmetern Schlacke entspricht, für die man fast keine Verwendung hat.

Diese ungeheuren Mengen Abgangsstoff werden in umfangreichen Halden an den Zugängen der Fabriken angehäuft und nehmen für die Besitzer wertvolle Plätze ein.

Die Schlacke verdient indessen höher eingeschätzt zu werden. Sie ist ein echter Puzzolan, aus dem man solche Mörtel herstellt, die schnell eine grosse Härte erlangen.

Man stellt auch Zement damit her, der für gewisse Verwendungen sehr gut und beträchtlich billiger ist, als der Portlandzement.

Ich führe hierunter das Ergebnis der Untersuchung von drei aus ein und derselben Fabrik stammenden Schlackenproben an :

	Graue Schlacke	Gelbliche Schlacke	Braune Schlacke
Si 03	28 bis 30	30 bis 32	33 bis 35
A 03	12 bis 14	12 bis 14	12 bis 16
Ca 0	48 bis 52	45 bis 48	42 bis 46
Mg 0	1 bis 2	1 bis 2	1 bis 2
Fe 0	0,5 bis 1	1 bis 2	2 bis 4
Mn 0	0,4 bis 1	0,7 bis 2	2 bis 5
S	2 bis 2,5	1,5 bis 2,05	1 bis 1,5

Diese drei Proben haben fast dieselbe Zusammensetzung, aber unterscheiden sich dabei beträchtlich. Die Farbe ist sehr verschieden und die Dichtigkeit ebenso. Das Gewicht des Kubikmeters Schlacke, die wir verwenden, schwankt von 900 bis 1.100 Kilogramm. Sie ist umso leichter, je höher die Temperatur des Hochofens ist.

Es empfiehlt sich, sie kurze Zeit nach ihrer Erzeugung zu verarbeiten.

Seit 1908 verwenden wir den Schlackenmörtel, und nach unserer Meinung ist die beste Mischung folgende :

- 10 Raumteile gekörnte Schlacke,
- 2 „ „ gelöschter, hydraulischer Kalk,
- 1 „ „ langsam bindender Zement.

Wir gebrauchen oft Eisenportlandzement, der zu ebenso guten Ergebnissen zu führen scheint, wie jeder andere.

Die Mörtel werden in Mischmaschinen hergestellt, die ungefähr 250 Liter Wasser auf das Kubikmeter Mörtel verwenden, bisweilen auch mehr, denn die Schlacke ist ein sehr trockener, kristallinischer Körper, der mit Wasser keinen Teig bildet.

Der Kalk, der dem Mörtel zugesetzt wird, macht diesen fetter und leichter verwendbar; der Zement, das versteht sich, lässt ihn schneller abbinden und macht ihn widerstandsfähiger.

Wir haben den Schlackenmörtel zuerst für gewalzte, allgemeine Neudeckungen alter Fahrbahnen verwandt und sind dabei in folgender Weise vorgegangen :

Die Decklage der Fahrbahn wird mittels der Hackmaschine aufgerissen und die Packlage mit der Metallbürste gereinigt.

Die Abgangsstoffe werden gesiebt, um daraus den Steinschlag herauszuziehen, der zur Wiederverwendung geeignet ist, sich aber darin nur in kleinen Menge vorfindet.

Dieser Steinschlag wird zusammen mit neuen Stoffen dazu verwendet, auf der Fahrbahn eine erste Lage zu bilden, die man so aufbringt, dass ihre Oberfläche ungefähr 0,05 bis 0,06 m unter derjenigen liegt, die der Beschotterung gegeben werden soll.

Diese Lage Steinschlag wird angefeuchtet, dann mit der Dampfwalze gewalzt, um sie mässig zu senken.

Eine Mörtellage von ungefähr 0,03 m Dicke wird auf der so gewalzten Oberfläche ausgebreitet, dann wird eine zweite Lage Steine ausgebreitet, die der Wölbung der Fahrbahn entsprechend ausgeglichen wird.

Dieser Steinschlag wird leicht mit der Handgiesskanne angefeuchtet und in der gewöhnlichen Weise gewalzt, indem man das Zusammenpressen an den Rändern beginnt.

Der Mörtel wird so zwischen zwei Steinlagen zusammengedrückt, ein Teil senkt sich und füllt die Lücken der unteren Lage, ein anderer steigt durch die obere Steinlage empor und fließt schliesslich auf die Oberfläche der Beschotterung. Wenn der Mörtel zu trocken oder die obere Steinlage zu dick ist, kommt

es vor, dass der Mörtel sich nicht auf die Oberfläche ergiessen will. In diesem Fall wird, um das Walzen nicht zu lange fortzusetzen und den Steinschlag zu zerdrücken, ein wenig für diese Möglichkeit zurückgehaltener Mörtel da, wo es für nötig gehalten wird, ausgebreitet.

Der Mörtel, der an der Oberfläche der Fahrbahn erscheint, wird unter der Walze beständig gefegt und das Walzen wird fortgesetzt, bis der Steinschlag sich gut gesetzt hat und alle Fugen vollständig mit Mörtel gefüllt sind.

Eine dünne Schicht trockner Schlacke wird dann auf der Beschotterung ausgestreut.

Die nach den ersten Übergängen der Walze auf der Oberfläche sichtbaren Unregelmässigkeiten verschwinden bald von selbst.

Man bemerke wohl, dass wir den Bindemörtel zwischen zwei Steinlagen bringen. Wir haben zuerst versucht, ihn auf der Oberfläche auszugiessen, wie man es bei den gewöhnlichen Bindemitteln macht, aber wir sind von diesem Verfahren abgekommen, weil man zu viel Wasser verwenden muss, dieses den Kalk und den Zement fortreisst und so den Mörtel zu mager macht, und weil dieser überdies nur auf 0,05 bis 0,07 m Tiefe in die Deckung eindringt. Das Walzen ist übrigens schwieriger, da der Mörtel leicht an der Walze haftet.

Durch das von uns empfohlene Verfahren kommt der Mörtel erst gegen das Ende des Walzens mit der Walze in Berührung und hat dann schon fast alle Fugen der Steine ausgefüllt. Es genügt von Zeit zu Zeit die Räder der Walze zu begiessen, damit das Bindemittel sich nicht an sie anheftet. Man verwendet so die geringste Menge Wasserzusatz, was ein wesentlicher Punkt ist.

Die so neugedeckten Fahrbahnen trocknen und erhärten ziemlich schnell und können dem Verkehr, sobald das Walzen beendet ist, übergeben werden.

Mehr als bei anderen Walzverfahren ist es wichtig harte Baustoffe von gleicher Widerstandsfähigkeit zu verwenden.

Der Bindemörtel erlangt eine sehr grosse Härte sodass die Steine in eine Umhüllung eingefasst sind, aus der sie sich nicht losreissen können. Sie nutzen sich einzig an der Oberfläche ab, und wenn sie von verschiedener Widerstandsfähigkeit sind, so wird die Fahrbahn runzelig, weil die Abnutzung nicht bei allen gleich ist. Es vergeht natürlich eine gewisse Zeit, bevor sich

das herausstellt, aber man vermeidet besser die Unannehmlichkeit dadurch, dass man gleichförmige Stoffe verwendet.

Bei dieser Verwendung nutzt sich die Fahrbahn gleichmässig ab und sieht wie Mosaik aus.

Es ist unbedingt nötig, dass die Stoffe widerstandsfähig sind, denn sie werden während des Walzens sonst zu sehr zertrümmert, und die kleinen Steinstückchen, die von dem Mörtel nicht eingehüllt sind, werden von den Rädern der Kraftwagen herausgerissen. Man kann indessen bei solchem Zustand durch die Teerung der Strasse den Schaden heilen.

Wenn man nur über wenig widerstandsfähigen Steinschlag verfügt, empfiehlt es sich, das Walzen mit einer leichten Walze zu beginnen und erst, wenn die Steine gut in Verband gekommen sind und gut festliegen, das Verfahren mit einer schweren Walze zu beendigen.

Wenn diese verschiedenen Bedingungen gut beobachtet werden, bildet die Decklage eine einheitliche Platte auf die weder Wasser, noch Sonne, noch Frost einwirken. Nur an der Oberfläche ergibt sich eine Abnutzung und die Staub- und Schmutz- Erzeugung ist so auf das geringste Mass zurückgeführt. Die Fahrbahn bleibt alle Zeit sauber.

Wie bei jeder Sache sind die Kosten von grosser Bedeutung; wir halten es deshalb für nützlich, einige diesbezügliche Nachrichten zu bringen.

Um den Preis des aus zehn Teilen Schlacke, zwei Teilen gelöschtem Kalk und einem Teile Zement zusammengesetzten Bindemörtels zu berechnen, nehme ich an, dass alle Ursprungsstoffe Schlacke, Kalk und Zement 100 Kilometer weit mit der Eisenbahn und 4 Kilometer mit der Achse befördert werden müssen.

a) **Gekörnte Schlacke** (für zehn Tonnen) :

1. Erwerbspreis auf Eisenbahnwagen ab Hütte..	3 Frank.
2. Beförderung 100 Kilometer weit mit Eisenbahn.....	25 „
3. Beförderung 4 Kilometer weit mit Achse.....	20 „
4. Laden in Karre und Ausladen.....	2,50 „
	<hr/>
INSGESAMT.....	50,50 Fr.

Das ergibt 50 Frank für zehn Tonnen oder für 9 Kubikmeter Schlacke.

Der Kubikmeter kostet dann 5,61 Frank,

b) **Kalk** (für zehn Tonnen) :

1. Preis bei der Kalkbrennerei.....	75 Frank.
2. Beförderung 100 Kilometer weit mit Eisenbahn.....	26 „
3. Beförderung 4 Kilometer weit mit Achse.....	20 „
4. Laden in Karre und Ausladen....	2,50 „
<hr/>	
INSGESAMT.....	123,50 Fr.

Das Wachsen des Kalkes ist sehr verschieden, nehmen wir an, dass zehn Tonnen 15 Kubikmeter gelöschten Kalk geben.

Das Kubikmeter kostet dann 8,23 Frank.

c) **Zement** (für zehn Tonnen) :

1. Erwerbspreis bei der Fabrik für Eisenportlandzement.....	190 Frank.
2. Beförderung 100 Kilometer weit mit Eisenbahn.....	67 „
3. Beförderung 4 Kilometer weit mit Achse.....	20 „
4. Laden und Ausladen.....	2,50 „
<hr/>	
INSGESAMT.....	279,50 Fr.

Zehn Tonnen sind gleich 8 Kubikmeter.

Das Kubikmeter kostet also 34,94 Frank.

d) **Preis des Kubikmeters Mörtel**, der aus 10 Teilen Schlacke, 2 gelöschter Kalk und 1 Teil Zement zusammengesetzt ist :

10 Kubikmeter Schlacke.....	56,10 Frank.
2 Kubikmeter Kalk.....	16,46 „
1 Kubikmeter Zement.....	34,94 „
<hr/>	
INSGESAMT.....	107,50 Frank.

Die Mörtelmenge, die man erhält, wird 7,5 bis 9,5 cbm betragen, je nach der Beschaffung der Schlacke und der Feinheit der Mischung.

Nehmen wir 8,5 cbm an; dann kostet das Kubikmeter Stoff 12,65 Frank, wozu man 2,35 Frank für die Lieferung des Wassers, die Anfertigung und die Beförderung zur Arbeitsstelle hinzufügen muss; Posten, die übrigens sehr schwanken.

Das Kubikmeter Schlackenmörtel kostet so dem Unternehmer 15 Frank.

Für das Walzen verwendet man ungefähr 0,03 cbm Mörtel auf den Quadratmeter gewalzter Oberfläche, also für 0,45 oder 0,50 Frank, wenn man den Unternehmergeinn hinzuzählt.

Für das Walzen braucht man ungefähr 20 Mann, drei Pferde mit ihrem Führer, eine Hackmaschine und eine Dampfwalze, was eine Ausgabe von ungefähr 160 Frank bei zehnstündigem Tagelohn ergibt.

Man kann nicht mehr als 40 bis 50 Quadratmeter die Stunde einwalzen und der Preis des Walzens einschliesslich der Zurichtung der Fahrbahn kostet ungefähr 0,35 Frank das Quadratmeter.

Das Walzen einschliesslich des Bindemörtels kostet also ungefähr 0,85 Frank das Quadratmeter.

Für das Walzen nach dem gewöhnlichen Verfahren braucht man an Stoffen und Arbeitskräften fast dasselbe, aber der Bindestoff kostet kaum mehr als 3 bis 4 Frank das Kubikmeter, das ist für 0,03 cbm auf das Quadratmeter gewalzter Oberfläche ungefähr 0,10 Frank.

Das Walzen geht auch schneller, man kann eine Fläche von 50 bis 60 Quadratmetern in der Stunde bewältigen, die Zurichtung der Fahrbahn mit eingeschlossen, und im Durchschnitt kostet das Quadratmeter nur 0,30 Frank.

Das Walzen einschliesslich des Bindemittels beläuft sich also auf 0,40 Frank das Quadratmeter, das ist 0,45 Frank weniger als für die Arbeit mit Mörtel.

Bedenken wir aber, dass wir angenommen haben, dass die für die Anfertigung des Mörtels nötigen Stoffe mit der Eisenbahn 100 Kilometer und mit der Achse 4 Kilometer weit befördert werden müssen. Diese Entfernungen sind ziemlich beträchtlich, und wir befinden uns in Belgien selten in so ungünstiger Lage. Bei den Arbeiten, die wir in der Umgegend von Hütten ausgeführt haben, kostete der Mörtel kaum 12 Frank das Kubikmeter.

Die gewalzten Deckungen, die wir nach diesem Verfahren seit 1908 ausgeführt haben, halten sich in gutem Zustand; sie nutzen sich langsam ab und erzeugen fast keinen Schmutz oder Staub.

Wir haben davon ungefähr 430.000 Quadratmeter während des laufenden Jahres auf den Staatsstrassen in der Provinz Lüttich ausgeführt. Das will heissen, dass das Verfahren in das Gebiet der wirklichen Verwendung eingeführt ist.

Was hiervor gesagt ist, bezieht sich besonders auf gewalzte, allgemeine Neudeckungen der alten Fahrbahnen, ist aber auch auf neue Strassen anwendbar, weil es sich in beiden Fällen um dieselbe Deckung handelt.

In meinem Dientsbezirk sind vier Strecken neuer Strassen von 17.598,50 m Gesamtlänge gebaut worden, deren Gründung eine solche Packlage bildet, wie sie oben beschrieben ist, und deren Deckung mit Schlackenmörtel gewalzt worden ist.

Auf zwei dieser Strassen hat die Deckung bedeutende Verschlechterungen in Teilen erlitten, wo die Strasse auf einem feuchten und weichen Boden verlegt worden ist. Unter der Wirkung ungleichmässiger Senkungen ist die Oberfläche der Fahrbahn zerfallen. Der untere Teil der Deckung ist indessen hart geblieben. Bei einer der Fahrbahnen haben die Senkungen aufgehört und die Fahrbahn ist gut wieder hergestellt.

Bei diesen beiden Strassen hatten wir einen weniger reichen Mörtel als gewöhnlich verwendet, er setzte sich aus 14 Teilen Schlacke, 2 Teilen Kalk und 1 Teil Zement zusammen. Aber das scheint nicht die Hauptursache des festgestellten Zerfalles zu sein, da auf den Teilen der Fahrbahnen, die auf alten Wegen mit festem Untergrund verlegt worden sind, keine Verschlechterungen hervorgetreten sind.

Diese sind also wahrscheinlich von den ungleichmässigen Senkungen der Beschotterung verschuldet worden, folglich von der mangelhaften Widerstandskraft der Gründung.

Wir bauen gegenwärtig drei Strecken beschotterter Fahrbahnen; für zwei von ihnen haben wir vorgeschrieben, dass die Packlage mit einer Schicht von 0,07 m gekörnter Schlacke, der 1/10 Zement zugefügt ist, bedeckt wird. Die erste Steinschlaglage wird auf dieser Schlacke gewalzt, die dadurch in die Fugen der Bruchsteine eingepresst wird. Sobald sie abgebunden hat, wird sie diese Steine ohne Zweifel genügend untereinander verbinden, so dass sie nicht einzeln unter dem Gewicht der Lasten einsinken können. Bisher scheint das Ergebnis sehr gut zu sein.

Bei einer dritten, im Bau befindlichen Strassenstrecke ersetzen wir die Packlage durch eine Gründung von 0,15 m Dicke aus Schlacke der ein Zehntel Zement zugesetzt ist.

Die betonierte Decklage wird auf diese Gründung einige Tage nach ihrer Ausführung, wenn sie abzubinden beginnt, aufgebracht. Die Decklage wird in gewohnter Weise gewalzt, aber man beginnt die Arbeit mit einer Walze von sieben bis acht Tonnen Gewicht; mit einer Walze von 12 bis 14 Tonnen Gewicht wird darauf das Walzen beendet.

Diese Gründung, die wir seit einigen Jahren für unsere Pflasterungen anwenden, bildet eine einheitliche, ihre Form nicht verändernde Platte und ihre Anwendung bei Beschotterungen befriedigt vollständig. Ungefähr zwei Kilometer solcher Fahrbahn sind soeben fertig gestellt worden und sind von Wagen befahren worden, auf denen Zuckerrüben befördert wurden; kein Stein hat sich gelöst, keine Senkung ist dadurch hervorgerufen worden.

Übrigens ist das eine billige Gründung; unter den zuvor angeführten Bedingungen, dass das Kubikmeter Schlacke 5,61 Frank und Zement 34,94 Frank kostet, kostet eine Mischung von 10 Kubikmetern Schlacke und 1 Kubikmeter Zement :

$$56,10 + 34,94 = 91,04 \text{ Frank.}$$

Da diese Mischung gestampft 8,80 cbm ergibt, kostet also eine Gründung von 0,15 m Dicke das Quadratmeter,

$$\frac{91,04}{8,8} \times 0,15 = 1,55 \text{ Frank.}$$

Rechnet man noch für die Wasserlieferung, die Mischung, das Ausbreiten, das Stampfen der Stoffe, den Verdienst des Unternehmens 0,40 Frank hinzu, so kommt man auf den Preis von 1,95 Frank für das Quadratmeter.

Eine Gründung in Packlage kostet im allgemeinen mehr.

Da der Zweck dieses Berichts hauptsächlich der ist, unser neues Verfahren für Deckung der Fahrbahn auseinanderzusetzen, werden wir sehr schnell die zehn Punkte prüfen, die durch die Mitteilung 3 in dem Verzeichnis der für den III. Internationalen Strassenkongress vorgeschlagenen Fragen aufgestellt worden sind.

Einige von ihnen haben wir übrigens schon im Vorhergehenden berührt.

1. Gründung und Entwässerung.

Wir haben soeben in einigen Worten eine neue Art Fahrbahngründung angegeben. Die Entwässerungen werden häufig so ausgeführt, dass man ziemlich tief unter der Fahrbahn oder unter den Strassenbermen Tonröhren legt. Dies Verfahren ist immer sehr wirksam.

Wir haben auch Entwässerungen mittels Steinpackungen ausgeführt. Ein Graben von 0,30 bis 0,50 m Breite auf 0,30 bis 0,50 m Tiefe unter Höhe des Bettes hinabgeführt, wird in der Flucht der Fahrbahnränder ausgehoben. Er wird mit Bruchsteinen angefüllt, auf denen man diese Ränder verlegt. Abzugsröhren, unter die Bermen durchgelegt, führen das Sickerwasser nach den neben der Strasse liegenden Geländen ab.

Diese Entwässerung ist im allgemeinen billiger als die erstere.

2. Auswahl der Materialien.

Man verwendet zur Unterhaltung und zum Bau der beschotterten Strassen häufig die Baustoffe, die sich nahebei finden, und man wird dadurch verleitet, Steine von geringer Güte zu verarbeiten. Dann erhält man natürlich staubige und schmutzige Fahrbahnen, die häufige Ausbesserungen verlangen.

Es ist daher allgemein wirtschaftlich, diese Steine zurückzuweisen und wenigstens zur Decklage andere von viel höherem Preis, aber von guter Eigenschaft zu verwenden.

3. Grösse und Form des Schotters und der Abgänge vom Sieben des Steinschlags.

Die Grösse der Steine der Decklage kann verschieden sein nach ihrer Widerstandsfähigkeit und der Lebhaftigkeit des schweren Verkehrs. Weiche Baustoffe müssen grösser sein als harte, eine Fahrbahn aus grossen Baustoffen widersteht dem grossen Verkehr besser als eine andere aus Steinschlag von kleinerem Ausmass, aber diese gibt eine weniger runzelige Decke.

Die Steine müssen möglichst von derselben Grösse sein. In Belgien wird meist Steinschlag von 0,04 bis 0,06 m verwendet.

Der Steinschlag muss in allen Richtungen fast dieselben Masse haben; die platten Steine sind weniger empfehlenswert, ebenso wie die Flusskiesel.

Ich bin der Meinung, ohne indessen jemals einen Versuch damit gemacht zu haben, dass die Kiesel von 0,04 bis 0,06 m Grösse, mit einer gewissen Menge kleineren Kieses gemischt und mit Schlackemörtel gewalzt eine gute Deckung geben können, soweit als der Stein von guter Eigenschaft ist.

Der Mörtel wird sie aneinander heften, und sie werden die Beweglichkeit verlieren, die bisweilen ihr einziger Fehler ist.

Die Abgänge vom Sieben des Steinschlags, scheint es, dürfen in den Decklagen nicht verwendet werden, höchstens bei wenig beanspruchten Beschotterungen.

4. Verwendung von Stoffen, die zum Teil zur Bildung der Decklage schon benutzt worden sind.

Diese Baustoffe sind in Schmutz gehüllt, wofern sie nicht von einem sehr trocknen, kieselsäurehaltigen Steine herrühren, und es ist oft sehr schwierig, sie zu säubern. Man sollte sie nur in der unteren Lage der Deckung und nach den Seiten der Fahrbahnen hin verarbeiten.

Die kleinen Steine können nützlich als Gegenlage längs der Ränder der Beschotterungen verwendet werden.

5. Dicke und Zusammensetzung der Beschotterung unter verschiedenen Verhältnissen.

Bei einem durchlässigen und wenig weichem Untergrund braucht die Beschotterung, wie ich schon weiter oben gesagt habe, nur geringe Dicke zu haben, wenn sie gut unterhalten wird.

Bei einem feuchten Untergrund oder in einem undurchlässigen Gelände, das mit Regenwasser einen Brei bildet, muss man eine Fahrbahn genügend entwässern und umso dicker herstellen, je stärkere Fröste in der Gegend, wo sie angelegt wird, auftreten.

Eine Schicht Fabrikasche oder Sand ist oft in dem Falle sehr nützlich. Sie verhütet, dass der Frost den Grund des Bettes erreicht, und die Fahrbahn wird beim Auftauen nicht mehr durch die breiigen Erdmassen des Untergrundes durchdrungen.

Ich habe vorher gesagt, dass eine aus einem Stück bestehende, undurchlässige Fahrbahn in gleicher Weise diesen schweren Missstand verhütet.

6. Haltbarkeit der Decke unter den verschiedenen Verhältnissen des Verkehrs, der Temperatur, des Untergrundes u. s. w.

Es ist äusserst schwierig, die Haltbarkeit einer Decke zu bestimmen, es gibt solche, die nach zwei oder drei Jahren erneuert werden müssen, andere halten zehn, fünfzehn Jahre und selbst länger.

Die Haltbarkeit ist natürlich um so grösser, je weniger bedeutend der Verkehr ist, je besser der Steinschlag, je widerstandsfähiger der Untergrund ist und je günstiger die Witterungsverhältnisse sind.

Aber besonders die gute Unterhaltung einer Fahrbahn sichert ihr ein langes Bestehen. Unabhängig von den allgemeinen Erneuerungen der Decke, muss sie immer gut von Schmutz gesäubert und, sobald sich ein Schaden zeigt, ausgebessert werden, ohne zu warten, dass er erst erheblich wird.

Eine so von einem sorgsamem Streckenwärter unterhaltene Fahrbahn bleibt unvergleichlich länger glatt und gut fahrbar als jede andere, die unter gleichen Verhältnissen der Sorge einer nachlässigen Arbeitskraft anvertraut ist.

Der Verkehr der Kraftwagen ist auf gewissen Strassen viel zerstörender als der mit schweren Lasten. Wenige Fahrbahnen widerstehen den zerreisenden Wirkungen ihres Gleitschutzes.

Die mit Schlackenmörtel gewalzten Fahrbahnen sind in dieser Hinsicht den gewöhnlichen Fahrbahnen weit überlegen, aber man kann ihre Haltbarkeit noch nicht bestimmen.

7. Wert der Ausbesserungen und der periodischen Erneuerungen der Decke. — Verfahren bei Erneuerung der Decke.

Je besser die Flickausbesserungen zur gegebenen Zeit ausgeführt werden, um so seltener kommen sie vor, was natürlich die Ausgaben für die laufende Unterhaltung herabdrückt, und damit werden auch die Fahrbahnen bis zur fast völligen Abnutzung der Beschotterung vollkommen fahrbar erhalten.

Um die Deckung zu erneuern, hat man die Fahrbahn gehörig zu hacken, damit die Bindung der neuen Stoffe mit dem erhaltenen Teil der Beschotterung erleichtert wird.

In Belgien werden die beschotterten Fahrbahnen fast sämtlich mit Packlagen gebaut.

Um die Oberflächenschicht der Beschotterung zu erneuern, muss man in erster Linie die alte Steinlage bis zur Packlage mittels der Hackmaschine aufreissen, darauf die Gründung mit der Metallbürste gut säubern und das Aufgehackte sieben.

Da die Herstellung der Decklagen in Schlackenmörtel noch zu jung ist, haben wir sie noch nicht zu erneuern brauchen,

jedoch haben wir auf einer kurzen Fahrbahnstrecke einen Versuch gemacht, hierfür ein verwendbares Verfahren kennen zu lernen.

Um die Decke auszubessern, muss man die Fahrbahn auf eine bestimmte Tiefe aufhacken.

Wir haben von einer Druckwalze über eine zehn Monate vorher ausgeführte Deckung eine Hackmaschine mit sechs Zähnen ziehen lassen; sie hat darin nur einige Ritze gemacht.

Wir haben vier Zähne fortnehmen und nur die zwei mittleren stehen lassen. Nachdem diese allein den ganzen Druck der Hackmaschine erhielten, haben sie den Beton durchbrochen, der auf eine genügende Tiefe aufgerissen wurde, sodass eine Neudeckung vorgenommen werden konnte.

Die Zerstörung der Deckung kann also in gewöhnlicher Weise bewerkstelligt werden, wenn man die Zahl der Zähne der Hackmaschine, die so schwer wie möglich sein muss, verkleinert.

Um Flickausbesserungen auszuführen, hat das Aufreissen der Fahrbahn mit einem schweren Metallschneidemeissel bewirkt werden können, einer Art Hammer mit langem Stiel, fünf bis sechs Kilo schwer, der — in der dem Stiel gleichen Richtung — eine als Schneide ausgebildete Seite hat.

Das Werkzeug, das in der Weise wie eine Hacke oder ein Treibhammer gehandhabt wird, spaltet die Steine und reisst den Beton ziemlich schnell auf.

Die so vorbereitete Fläche ist gebürstet, mit Mörtel, dann mit Steinen bedeckt und, wie es passte, gewalzt oder gestampft worden.

Die vollständigen oder teilweisen Wiederherstellungen können also zweckmässig ausgeführt werden.

Ich habe weiter oben die verschiedenen Arten von Fahrbahnen angeführt und den Kostenpreis derjenigen mit Hochofenschlacke angegeben, was der Zweck dieser Mitteilung ist, ich werde deshalb auf die Punkte, 8,9 und 10 nicht eingehen.

Ich schliesse damit, dass ich diejenigen, die sich mit Strassen beschäftigen, einlade, die eben beschriebene Bauart zu versuchen. Da sie durch ein Patent nicht geschützt worden ist, steht ihrer Anwendung nichts entgegen.

Sie hat bei uns zu ausgezeichneten Ergebnissen geführt, aber ohne Zweifel kann sie nach den Umständen und den Baustoffen, über die man verfügt, geändert werden.

Wir haben Schlacke verwendet, einen Stoff, der in unserem ganzen Dienstbereich sehr billig ist und viel ungelöschten Kalk

enthält. Zweifellos kann man auch andere Stoffe, alle in oder mit Schlacke gemischt, erproben.

Die Fabrikaschen, die gebrannten Schiefer von gewissen Halden von Kohlenbergwerken, der Sand oder andere Stoffe, mit Schlacke, Kaik und Zement gemischt, können bisweilen die Kosten des Mörtels herabmindern, ohne der Güte Eintracht zu tun.

Es sollten Versuche damit angestellt werden, kluger Weise aber in kleinem Umfang.

Lüttich (Belgien), den 31. Oktober 1912.

A. CORNET,

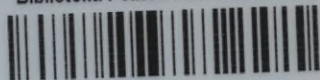
Ingénieur en Chef

Directeur des Ponts et Chaussées, in Lüttich.

(Uebersetzer : Otto WAHLE.)

10.01

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-353530

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000317639