
INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER STRASSEN-KONGRESSE

Generalsekretariat : 1, Avenue d'Iéna, Paris.

III. KONGRESS - LONDON - 1913

i. Abteilung : Bau und Erhaltung.
4. Mitteilung.

**Technische und wirtschaftliche
Untersuchung
der Vorzüge der verschiedenen Strassenarten.**

BERICHT

von

B. S. KOUPELSTEIN

Ingenieur, Sektionschef der
Strasse von Moskau nach Warschau, früherer Schüler der französischen
Staatsschule für Strassen- und Wegebau.

PARIS

SOCIÉTÉ ANONYME DES IMPRIMERIES OBERTHUR

3, RUE ROSSINI, 3

—
1913

c



11-353544

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000317653

3043-484/2018



III 17690

Bau der Fahrbahnen in Russland.

In Russland werden alle Fahrbahnen abgesehen von den Strassen der grossen Städte auf einer Sandlage gebaut, im allgemeinen mit gewöhnlichem Makadam mit Wasserbindemitteln gedeckt und bisweilen mit Natursteinen oder Kunststeinen (Klinkern) gepflastert.

Für unsere Untersuchung nehmen wir eine Strasse mit einem mittleren Verkehr von 1.500 schweren und 1.000 leichten Fuhrwerken des Tags an und untersuchen die drei oben angeführten Fahrbahnarten in wirtschaftlicher und technischer Hinsicht. Als Preise der Baustoffe nehmen wir die in Russland, in den mit Strassen versehenen Gegenden vorkommenden Durchschnittspreise, die in Rubeln auf den Kubikfaden angegeben werden. So beträgt der Durchschnittspreis des Pflastersteins von 14 bis 18 cm Grösse, der in Russland allgemein angewendet wird, 40 Rubel für den Kubikfaden (11 Frank das Kubikmeter); der Steinschlag von 2 cm Grösse im Durchschnitt 60 Rubel der Kubikfaden (16,50 Frank das Kubikmeter); der Steinschlag von einer zwischen 2,5 bis 5,75 schwankenden Grösse kostet im Durchschnitt 50 Rubel der Kubikfaden (13,75 Frank das Kubikmeter); der gewöhnliche Sand 8 Rubel der Kubikfaden (2,20 Frank das Kubikmeter); der grobe Sand 12 Rubel der Kubikfaden (3,30 Frank das Kubikmeter); der Klinker 30 Rubel (80 Frank) das Tausend.

Pflasterung in Natursteinen.

Querschnitt.



Plan.



1 Rubel : 2,666 Frank ungefähr. — 1 Faden (Saschen oder Sagine) : 2,1336 m.

Atke 3685 / 51

Das Steinpflaster wird in Russland auf einer Sandlage von 0,18 cm Dicke mittels runder, 14 bis 18 cm grosser, auf dem Felde gesammelter Steine hergestellt; die Zwischenräume zwischen den Steinen werden mit Steinschlag von 2 cm Grösse ausgefüllt und die Oberfläche der Fahrbahn nach dem Rammen mit einer einen Zoll dicken Lage grobkörnigen Sandes bedeckt. Die Herstellungskosten eines Quadratfadens einer solchen Pflasterung, ohne Berechnung der Erdarbeiten zur Herstellung des Betts, setzen sich so zusammen :

| | |
|--|--------------|
| Gewöhnlicher Sand zur Bettung 0,0855 Kubikfaden zu 8 Rubel der Faden..... | 68, 4 Kop. |
| Pflastersteine oder Bruchsteine 0,09 Kubikfaden zu 40 Rubel der Faden..... | 3 R. 60, 0 „ |
| Steinschlag zum Füllen der Zwischenräume 0,01 Kubikfaden zu 60 Rubel..... | 60, 0 „ |
| Grober Sand zum Bedecken der Fahrbahn, 0,012 Kubikfaden zu 12 Rubel der Faden... | 14, 4 „ |
| Steinsetzer und andere Arbeiten mit sorgfältiger Auswahl der Steine..... | 1 R. 22, 2 „ |
| INSGESAMT..... | 6 R. 25 Kop. |

Also 3,67 Frank das Quadratmeter.

Bei dem Verkehr, den wir bei unserer Untersuchung angenommen haben, verlangt solche Pflasterung während der beiden ersten Jahre ihres Bestehens keine Unterhaltungskosten; im dritten Jahre belaufen sich die Unterhaltungskosten im Durchschnitt auf 2 Kopeken für den Quadratfaden oder 1,17 Centime für das Quadratmeter; die Unterhaltungskosten steigen dann jedes Jahr und betragen im sechsten Jahre bis zu 21 $\frac{3}{4}$ Kopeken für den Quadratfaden oder 12 $\frac{3}{4}$ Centime für das Quadratmeter. Im siebenten Jahre ist der Zustand der Pflasterung ein solcher geworden, dass die laufende Unterhaltung nicht genügt, um das Pflaster in gutem Stand zu erhalten, und die Fahrbahn muss ganz aufgenommen werden. Die Herstellungskosten eines Quadratfadens setzen sich folgendermassen zusammen :

| | |
|---|-----------|
| Steinlieferung zur Ersetzung fehlender oder zerstörter Steine für den Quadratfaden 0,0018 Kubikfaden zu 40 Rubel..... | 7,2 Kop. |
| Steinschlag zur Füllung der Zwischenräume, 0,01 Kubikfaden zu 60 Rubel..... | 60,0 „ |
| Zu übertragen..... | 67,2 Kop. |

| | |
|--|-----------|
| <i>Uebertrag</i> | 67,2 Kop. |
| Gewöhnlicher Sand zur Ersetzung der oberen, zu Staub gewordenen Lage 0,0415 Kubik- faden zu 8 Rubel..... | 34,2 „ |
| Grober Sand zum Bedecken der Oberfläche 0,012 Kubikfaden zu 12 Rubel..... | 14,4 „ |
| Aufreißen des alten Pflasters, Herstellung der Pflasterung und andere Arbeiten..... | 97,5 „ |

INSGESAMT für den Quadratfaden 2 R. 13,3 Kop.

Also 1,25 Frank das Quadratmeter.

Die Kosten der jährlichen Unterhaltung eines Quadratfadens ohne Berechnung der Ausgaben für die erste Herstellung be-

tragen darnach im Durchschnitt $\frac{2 + 21,75}{2} \times 4 \div 2,133 = 43,47$

Kopeken oder 25 $\frac{1}{2}$ Centime das Quadratmeter. Die jährlichen Unterhaltungskosten einer solchen Fahrbahn erhöhen sich auch bei einem stärkeren Verkehr nicht viel. Zum Beispiel beginnt die Fahrbahn, bei einem Verkehr von 5.000 Fuhrwerken des Tages vom zweiten Jahre ab schlecht zu werden, und muss im fünften Jahre ganz aufgenommen werden. Die jährlichen Kosten für den Quadratfaden belaufen sich daher auf $\frac{2 + 21,75}{2} \times 3 + 213,3 = 62,23$ Kopeken oder 36,52 Centime

$\frac{4}{4}$
das Quadratmeter.

Das Steinpflaster hat den Vorteil, dass seine erste Herstellung nicht zu viel kostet, seine Unterhaltung nicht kostspielig ist, und es ohne Störung des Verkehrs bequem ausgebessert werden kann.

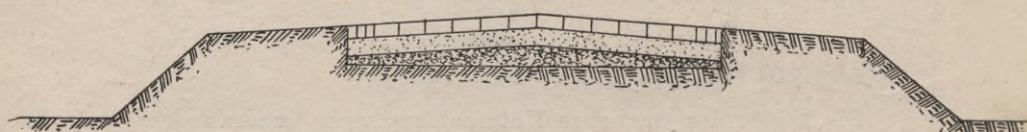
Aber diese Art Pflasterung hat auch viele Nachteile. Da es aus runden Steinen hergestellt ist, ist seine Oberfläche nicht glatt, und obgleich die Zwischenräume mit kleinem Steinschlag ausgefüllt sind, bleiben immer Löcher, in denen sich Staub ansammelt; dieser bildet bei feuchter Witterung einen sehr schwer zu beseitigenden Schmutz; aus demselben Grunde erschüttert diese Pflasterung die Wagen sehr, sie ist geräuschvoll, was besonders in den Städten unerträglich ist; diese Decke ist gesundheitlich wenig günstig, denn das Schmutzwasser kann durch die Zwischenräume leicht in den Untergrund dringen, und endlich bietet sie dem Zug einen grossen Widerstand, da ihre Oberfläche nicht glatt ist.

Pflasterung mit künstlichen Steinen (Klinkern).

Querschnitt Nr. 1.



Querschnitt Nr. 2.



Plan.



An einigen Orten, wo der Stein schlecht oder zu teuer ist, hat man für die Deckung der Fahrbahnen zur Pflasterung mit Ziegelsteinen (Klinkern) gegriffen; man bedient sich dieser Art Decke ebensowohl bei den neuen Fahrbahnen wie bei den alten beschotterten Fahrbahnen, die man erneuern muss. Eine neue Fahrbahn in Ziegelsteinen (Querschnitt Nr. 1) wird auf einer 18 cm dicken Sandlage hergestellt. Der $20 \times 10 \times 5$ cm messende Klinker wird hochkant (10 cm hoch) schwalbenschwanzartig oder senkrecht zur Strassenachse versetzt, indem man jedoch auf jeder Seite der Fahrbahn drei Reihen Ziegel gleichlaufend mit der Strassenachse als Stütze setzt. Die Kosten der ersten Herstellung betragen bei der angenommenen Gründung für den Quadratfaden :

| | |
|---|-----------------|
| Gewöhnlicher Sand zur Bettung 0,083 Kubikfaden zu 8 Rubel..... | 68,4 Kop. |
| Klinker, 285 Stück zu 30 Rubel das Tausend am Bauplatz, einschliesslich der Abnutzung des Arbeitsgeräts | 8 R. 55 „ |
| Sand zum Füllen der Fugen für den Quadratfaden | 8 „ |
| Pflaster- und andere Arbeiten..... | 1 R. |
| INSGESAMT..... | 10 R. 31,4 Kop. |

Also 6 Frank 5 Centime das Quadratmeter.

Am häufigsten bedient man sich des Klinkers zur Deckung der alten beschotterten Fahrbahnen, die man wiederherstellen muss (Querschnitt Nr. 2). Dazu hackt man die alte Schotterfahrbahn auf 2 bis 3 Zoll Tiefe auf und gleicht den Bruch in der Weise aus, dass alle Unebenheiten (Gleise, Schlaglöcher und Senkungen) beseitigt werden und der Oberfläche eine regelmässige Form mit der gewünschten Wölbung gegeben wird; dann breitet man eine 6 Zoll starke Lage Sand aus und versetzt die Ziegel, wie ich es weiter oben bei den neuen Fahrbahnen auseinandergesetzt habe. Die Herstellungskosten einer solchen Decke betragen für den Quadratfaden :

| | | |
|--|------------|-----------|
| Sand für die Bettung und Füllung der Fugen | | |
| 0,0855 Kubikfaden zu 8 Rubel..... | | 68,4 Kop. |
| Klinker 285 Stück zu 30 Rubel das Tausend... | 8 R. 55 | „ |
| Hacken | | 3 „ |
| Pflasterarbeit, Walzen und andere Arbeiten.. | 1 R. 14 | „ |
| | | <hr/> |
| INSGESAMT..... | 10 R. 40,4 | Kop. |

Also 6,10 Frank das Quadratmeter.

Bei dem mittleren Verkehr, den wir am Anfang dieses Berichts vorausgesetzt haben, hält eine Decke aus Klinkern 10 Jahre. Während des ersten Jahres erfordert die Pflasterung keine Unterhaltungskosten; das zweite Jahr verlangt die Fahrbahn schon eine Flickausbesserung, die in der Ersetzung von etwa 5.000 Ziegeln auf den zu 1.000 Quadratfaden zu berechnenden Werst (1) also von $\frac{5\ 000}{1\ 000} = 5$ Ziegeln auf den Quadratfaden besteht. Die Unterhaltungskosten belaufen sich demnach bei dem Quadratfaden auf :

| | | |
|--------------------------------------|----|-------|
| 5 Ziegel zu 3 Kopeken das Stück..... | 15 | Kop. |
| Arbeitslohn | 5 | „ |
| | | <hr/> |
| INSGESAMT..... | 20 | Kop. |

oder 11,7 Centime beim Quadratmeter. Während der folgenden Jahre wächst die Menge der Steine, die zur Ausbesserung der schlechten Stellen notwendig ist, und erreicht im Durchschnitt 10.000 Ziegel auf den Werst bis zum zehnten Jahre, dem Zeitpunkt, zu dem die Fahrbahn erneuert werden muss; also die

(1) 1 Werst = 1,067 km.

jährlichen Unterhaltungskosten für einen Quadratfaden für die folgenden sieben Jahre sind für

| | |
|---------------------------------------|---------|
| 10 Ziegel zu 3 Kopeken das Stück..... | 30 Kop. |
| Arbeitslohn | 10 „ |
| INSGESAMT..... | 40 Kop. |

oder 23,4 Centime das Quadratmeter.

Das zehnte Jahr wird die Fahrbahn ganz aufgenommen, und man muss den alten Ziegeln 40.000 neue Ziegel auf einen Werst hinzufügen; die Ausgaben für den Quadratfaden sind die folgenden :

| | |
|---|--------------|
| Ziegel $\frac{40\ 000}{1.000} = 40$ zu 3 Kopeken das Stück..... | 1 R. 20 Kop. |
| Sand zum Füllen der Fugen..... | 8 „ |
| Aufreissen der Fahrbahn, Pflasterung und andere Arbeiten..... | 1 R. 25 „ |
| INSGESAMT..... | 2 R. 53 Kop. |

also 1,48 Frank das Quadratmeter.

Demnach kostet die jährliche Unterhaltung einer Fahrbahn in Ziegeln bei einem Verkehr von 2.500 Fuhrwerken des Tags ohne Berechnung der Kosten der ersten Herstellung im Durchschnitt der Quadratfaden : $\frac{20 + (7 \times 40) + 253}{9} = 61,44$ Kopeken, also 36 Centime das Quadratmeter.

Bei einem stärkeren Verkehr, zum Beispiel von 4.000 bis 5.000 Fuhrwerken des Tags. hält eine solche Decke nur sechs Jahre, alle anderen Bedingungen bleiben dieselben. Folglich beläuft sich die jährliche Ausgabe für die Unterhaltung auf den Quadratfaden im Durchschnitt auf $\frac{20 + 3 \times 40 + 253}{5} = 78,6$ Kopeken oder 46,12 Centime auf das Quadratmeter. Eine Pflasterung in Klinkern erzeugt beim Verkehr kein Geräusch, sie fährt sich sanft; das Ziehen wird ohne grossen Kraftverlust bewirkt; die Oberfläche ist eben; die Pflasterung ist also auch gesundheitlich gut, besonders wenn die Fugen mit Teer gefüllt worden sind, was die Kosten nicht viel erhöht. Aber eine Pflasterung in Klinkern kostet schon viel mehr als eine Pflasterung aus runden, auf den Feldern gesammelten Steinen, sowohl bei der ersten Herstellung als auch bei der Unterhaltung; andererseits hat ein Klinkerpflaster einen sehr niedrigen Abnutzungskoeffizienten, 2,22 bei den besseren Klinkern, und bildet viel

Staub, der sich während der feuchten Witterung in Schmutz verwandelt.

Schotterfahrbahnen.

Querschnitt.



Man baut in Russland die Schotterfahrbahnen auf einer Sandlage von 18 cm Stärke und einer Lage Steinschlag von 7 Zoll Stärke nach dem Walzen; als Bindemittel verwendet man die Splitter, die vom Schlagen der Steine für den Makadam herrühren und die man umsonst bekommt.

Die Herstellung einer solchen Fahrbahn ohne Berechnung der Ausführung des Bettes kostet auf den Quadratfaden :

| | |
|--|----------------|
| Sand 0,085 Kubikfaden zu 8 Rubel der Faden. | 68,4 Kop. |
| Steinschlag 0,116 Kubikfaden zu 50 Rubel der Faden..... | 5 R. 80,0 „ |
| Walzung einschliesslich der Abnutzung des Gerätes und alle anderen Arbeiten..... | 65,0 „ |
| INSGESAMT..... | 7 R. 13,4 Kop. |

Also 4,20 Frank das Quadratmeter.

Bei einem Verkehr von 2.500 Fuhrwerken des Tags erfordert eine solche Fahrbahn während der beiden ersten Jahre keine Unterhaltungskosten; während der drei folgenden Jahre belaufen sich die durchschnittlichen, jährlichen Unterhaltungskosten auf 41 Kopeken für den Quadratfaden; im sechsten Jahre muss die Fahrbahn wieder beschüttet werden. Die Kosten der Neuschüttung setzen sich für den Quadratfaden wie folgt zusammen :

| | |
|--|--------------|
| Aufhacken | 3 Kop. |
| Steinschlag, 0,035 Kubikfaden zu 50 Rubel der Faden..... | 1 R. 75 „ |
| Das Beschütten einschliesslich der Abnutzung des Gerätes und aller anderen Arbeiten..... | 40 „ |
| INSGESAMT..... | 2 R. 18 Kop. |

also 1,28 Frank das Quadratmeter.

Die durchschnittlichen, jährlichen Unterhaltungskosten für den Quadratfaden ohne die Kosten der ersten Herstellung sind also folgende :

$$\frac{3 \times 41 + 218}{5} = 68,2 \text{ Kopeken oder } 40 \text{ Centime für das Quadratmeter.}$$

Bei einem stärkeren Verkehr wachsen die Kosten sehr; so muss bei einem Verkehr von 5.000 Fuhrwerken die Neuschüttung alle drei Jahre ausgeführt werden, und die Fahrbahn hat schon im zweiten Jahr einige Flickausbesserungen nötig, die 40 Kopeken für den Quadratfaden kosten, und die durchschnittlichen, jährlichen Unterhaltungskosten steigen auf :

$$\frac{40 + 218}{2} = 1 \text{ Rubel } 29 \text{ Kopeken der Quadratfaden oder } 75,7 \text{ Centime das Quadratmeter.}$$

Die beschotterte Fahrbahn hat den Vorteil sich sanft zu fahren; sie verursacht kein Geräusch; das Ziehen ist ein leichtes, wenn die Fahrbahn in gutem Zustand ist, die Oberfläche kann gut gereinigt werden; sie ist also gesundheitlich gut. Aber die Unterhaltung einer beschotterten Fahrbahn ist teuer, und sie ist sehr schwierig auszubessern, wenn der Verkehr mehr oder weniger stark ist; die Ausbesserungen und besonders die häufigen Neubeschüttungen verursachen dem Verkehr viel Hindernisse. Andererseits hängt der Zustand einer beschotterten Fahrbahn von der Güte der Stoffe ab, aus denen sie gebaut ist. Der Makadam, den man in Russland für die Fahrbahnen verwendet, rührt im allgemeinen von Steinen jeder Art her, die auf den Feldern zusammengelesen sind; diese Steine sind von sehr verschiedener Güte. Man findet hierbei den härtesten Granit und gleichzeitig den Sandstein von sehr geringer Widerstandsfähigkeit; andererseits werden die Steine in Russland überall mit der Hand geschlagen, was Schottersteine von sehr verschiedener Grösse gibt, und das Sortieren geschieht nur mittels zweier Siebe, durch die die Grösse der Schottersteine nach unten und oben begrenzt wird; diese Grenzen liegen sehr weit voneinander $\frac{3}{4}$ bis 2 Zoll bei dem harten Stein, 1 bis 2 $\frac{1}{4}$ Zoll für den Stein von mässiger Widerstandsfähigkeit und 1 $\frac{1}{4}$ bis 2 $\frac{1}{2}$ Zoll bei den Steinen von schwacher Widerstandsfähigkeit; die so zusammengesetzten Fahrbahnen sind also von sehr verschiedener Widerstandsfähigkeit. Die schwächsten und kleinsten Steine nutzen sich schnell ab und verursachen in kurzer Zeit auf der Oberfläche der Fahrbahn Höhlungen und auch Schlag-

löcher, während sich gleichzeitig die sehr harten und grossen Schottersteine fast nicht abnutzen und Vorsprünge bilden. So wird infolge der unvollkommenen Stoffe, die man in Russland für die beschotterten Fahrbahnen verwendet, ihre Oberfläche kurze Zeit nach der Beschüttung sogar infolge eines wenig starken Verkehrs holperig, was für den Verkehr sehr böse ist und einen grossen Verlust bei der Zugwirkung herbeiführt. Andererseits werden die vorspringenden Teile durch die Pferdehufe herausgeschlagen, was den Zerfall der Fahrbahn beschleunigt, indem viele Schottersteine auf der Oberfläche rollen. Wir haben bei unseren beschotterten Fahrbahnen versucht, diesem Mangel abzuhelfen, indem wir die Oberfläche der Fahrbahn immer mit einer dünnen, erdigen Sandschicht bedeckt hielten; diese Schicht verhütet erstens die ungleiche Abnutzung, dann verhütet sie auch das Herausschlagen der vorspringenden Schottersteine, indem die Höhlungen ausgefüllt werden, die durch die Abnutzung der Schottersteine von schwacher Widerstandsfähigkeit gebildet werden. Aber diese Sandschicht wird immer bei Wind und bei Trockenheit fortgefegt, sie muss fast alle Tage erneuert werden, was kostspielig ist; ausserdem hat sie den Nachteil bei trockener Witterung und Wind viel Staub und bei feuchter Witterung auch viel Schmutz zu erzeugen, was eine Unbequemlichkeit für den Verkehr ist.

Das bei unseren Fahrbahnen verwandte Bindemittel ist auch nicht vollkommen. Als Bindemittel verwendet man in Russland die Splitter der Stein selbst, die man für den Makadam schlägt. Man erhält dieses Erzeugnis als Rückstand, nachdem man die Schottersteine über das feinste Sieb (von $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{1}{4}$ Zoll Maschenweite) hat gehen lassen. Diese Art Stoff verbindet sich nicht innig mit dem Steinschlag, d. h. er verkittet nicht die Steine miteinander und bindet sie nur mechanisch, indem er so zu sagen nur wie Keile zwischen den Schottersteinen wirkt. Da diese Splitter von geringer Widerstandsfähigkeit sind und sehr schnell unter dem Druck der Fuhrwerke zermalmt werden, werden sie vom Wind leicht weggefegt; wenn jede mechanische Bindung zwischen den Schottersteinen vernichtet ist, so löst sich die Fahrbahn auf. Da die Fahrbahn ausserdem nicht auf ihrer ganzen Oberfläche gleichmässig abgenutzt wird, aus dem von uns weiter oben auseinandergesetztem Grunde, so verschwindet die Bindung in kurzer Zeit von selbst, und darum findet man in Russland Fahrbahnen, die wenig benutzt, sogar fast neu, aber dennoch zerfallen sind; während der trockenen Zeiten ist die

ganze Strasse mit rollenden Steinen bedeckt, die ein wahres Hindernis für den Verkehr bilden. Eine gründliche Abhilfe würde erreicht werden, wenn man ein kräftiges Bindemittel zur Ver kittung der Steine miteinander hinzusetzte; wir haben in dieser Hinsicht auch schon einige Versuche gemacht, und die Ergebnisse sind erstaunliche; aber die Anwendung eines kittenden Bindemittels ist in Russland zu teuer und mit den für die Unterhaltung der Fahrbahnen bewilligten Geldmitteln nicht möglich. Zum Beispiel hat uns die Anwendung von Teer, der auf der Oberfläche im Verhältnis von 26 Pfund auf den Quadratfaden (2,4 kg auf das qm) ausgebreitet wurde, 80 $\frac{1}{4}$ Kopeken für den Quadratfaden (47 Centime das Quadratmeter) gekostet ohne das Arbeitslohn und die Erwärmung des Teers (die Arbeiten wurden von den Streckenarbeitern ausgeführt und die Heizung wurde den Holzvorräten zur Heizung der Dampfwalzen entnommen).

Ein anderer Versuch, den wir gemacht haben, bestand darin: Nach sorgfältiger Reinigung der aufgehackten Oberfläche haben wir eine Lage Beton ausgebreitet, der aus Steinsplittern von 1 bis 2 cm Grösse, Portlandzement und Kalk im Verhältnis von 0,0075 Kubikfaden Steinschlag, 32 Pfund (14 kg) Zement und einem Pud (16 kg) Kalk auf den Quadratfaden bestand; auf dieser Lage wurde der Makadam ausgebreitet, den man dann walzte, bis der Zement an die Oberfläche hervorkam; wir haben so erreicht, dass die Betonzwischenlage sowohl in die untere wie in die obere Makadamlage eingedrungen ist und diese beiden Lagen gut verbunden hat; wir haben eine einheitliche und gut verbundene Decke erhalten. Diese Art Bindemittel hat zu sehr guten Ergebnissen geführt und ist billiger als die vorgenannte gewesen, 60 Kopeken der Quadratfaden (35,2 Centime das Quadratmeter) ohne das Arbeitslohn und ohne die Kosten der Geräteabnutzung; aber dieses Verfahren ist für unsere Geldmittel noch zu teuer.

Wir haben noch andere Verfahren versucht, indem wir den Steinsplittern, die als Bindemittel dienen, Zement und Kalk beigemischt haben und dies auf der Oberfläche der reichlich mit Wasser besprengten Fahrbahn ausgebreitet haben; oder auch indem wir die Oberfläche der Fahrbahn nach vollendetem Walzen mit einem mageren Mörtel begossen haben. Diese letzteren Verfahren sind billiger gewesen, 25 Kopeken der Quadratfaden (14,67 Centime das Quadratmeter) aber die Wirkung war auch viel geringer.

Schlüsse.

Zur Vergleichung der oben angeführten Zahlen, können wir folgende Tabelle zusammenstellen :

| Art der Fahrbahn | Kosten der ersten Herstellung in Frank für das Quadratmeter | Durchschnittliche Unter- haltungskosten in Frank für das Quadratmeter | | Bemerkungen |
|---|--|---|---|---|
| | | Für einen mittleren Verkehr von 2500 Fahrwer- ken des Tages | Für einen starken Verkehr von 5000 Fahrwer- ken des Tages | |
| Fahrbahnen, die mit runden, auf dem Felde zusammenge- lesenen Steinen ge- pflastert sind..... | 3,67 | 0,255 | 0,3652 | In Russland wird der Steinschlag im allgemeinen von Unternehmern geliefert und der Vertrag alle drei Jahre erneuert; der in diesem Bericht angenom- mene Durchschnittspreis des Steinschlags ist ein Durchschnitt von drei Jah- ren, 1910-1912, aber in den folgenden drei Jahren wird der Preis zweifellos höher sein. |
| Fahrbahnen in Ziegel- steinen (Klinkern). | 6,10 | 0,36 | 0,4612 | |
| Beschotterte Fahr- bahnen mit Wasser- bindemitteln..... | 4,20 | 0,40 | 0,757 | |

Bei Prüfung der Angaben in dieser Tabelle sehen wir, dass die mit runden, auf dem Felde zusammengelesenen Steinen gepflasterten Strassen die geringsten Ausgaben für ihre erste Herstellung sowie für die jährliche Unterhaltung erfordern; es sind also in Russland die billigsten Strassen. Aber es sind auch aus den weiter oben auseinandergesetzten Gründen die am wenigsten bequemen Strassen und diese Strassenart sollte zweifellos überall da abgeschafft werden, wo man die geringste Möglichkeit dazu hat.

Was die beiden anderen Strassenarten anlangt, die in Russland gebräuchlich sind, die Pflasterung in Klinkern und die Beschotterung mit Wasserbindemitteln, so muss man ohne Zweifel in technischer Hinsicht der ersteren den Vorzug geben wegen der Mängel, die die Schotterfahrbahnen mit Wasserbindemitteln haben und die ausschliesslich von der schlechten Beschaffenheit der in Russland zum Bau dieser Fahrbahnen verwandten Bindemittel herrührt. Der Pflasterung in Klinkern muss in Russland auch in wirtschaftlicher Hinsicht besonders für die Strassen mit mehr oder weniger starkem Verkehr der Vorzug gegeben werden. Wahr ist es, dass die Ausgaben für die erste Herstellung für die mit Klinkern gepflasterten Fahrbahnen höher sind als für die beschotterten Fahrbahnen mit Wasserbindemitteln; aber die Unterhaltungskosten sind

dagegen für die letzteren beträchtlicher und diese Kosten wachsen mit der Dichtigkeit des Verkehrs und werden bei einem Verkehr von 5.000 Fuhrwerken des Tags fast doppelt so gross. Ausnahmen kann man nur für die Gegenden zulassen, wo der Stein sehr billig ist oder auch da, wo man Stein von guter, einheitlicher Beschaffenheit findet, der aus Steinbrüchen herührt, und das Bindemittel kittende Eigenschaften besitzt. Unter diesen letzteren Bedingungen würde die Schotterfahrbahn mit Wasserbindemitteln in wirtschaftlicher Hinsicht der mit Ziegelsteinen gepflasterten Strasse vorzuziehen sein; aber in technischer Hinsicht ist diese Bevorzugung nur für Strassen gerechtfertigt, auf denen der Verkehr nicht zu beträchtlich ist, denn die Strassen mit grossem Verkehr verlangen häufige, allgemeine Neubeschüttungen, die für den Verkehr sehr störend sind und deren Ausführung viel Mühe macht.

Ich habe in diesem Bericht nicht die Fahrbahnen geprüft, die mit Hilfe irgend eines anderen Bindemittels als Wasser z. B. Teer, Pech, Asphalt oder Bitumen beschottert sind, denn die Verwendung dieser Bindemittel ist in Russland noch im Zustande der Versuche und wir besitzen bis jetzt nicht genügende Angaben, um diese Untersuchung auf sie auszudehnen; aber wir können nichtsdestoweniger sagen, dass diese Bindemittel in Russland zu teuer sind und dass die für die Unterhaltung unserer Strassen bewilligten Mittel ihre Verwendung durchaus nicht erlauben würden.

Wir haben auch die Strassen mit schwachem Verkehr unberücksichtigt gelassen; diese Strassen sind in Russland überall makadamisiert mit Wasserbindemitteln; unter jenen Verkehrsbedingungen müssen diese Fahrbahnen in Russland weiter den Vorzug behalten. Es ist wahr, dass auf diesen Strassen wegen der unvollkommenen Bindemittel, die mit Wasser besprengt werde, und wegen des Fehlens des Verkehrs Gras wächst und durch seine Wurzeln den Zerfall der Fahrbahn erleichtert; aber diese Schäden sind nicht nennenswert.

Die Pflasterung in Steinen von irgend einer regelmässigen Form ist von uns auch nicht untersucht worden, denn diese Pflasterung ist in Russland zu teuer und wird nur in einigen reichen, grossen Städten angewandt.

Breste-Litowsk, den 15. November 1912.

B. KOUFERSTEIN.

(Uebersetzer : Otto WAHLE.)

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-353544

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000317653