

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER STRASSEN-KONGRESSE

Generalsekretariat : 1, Avenue d'Iéna, Paris.

III. KONGRESS - LONDON - 1913

1. Abteilung : Bau und Erhaltung.
4 Mitteilung.

Technische und wirtschaftliche
Untersuchung
der Vorzüge der verschiedenen Strassenarten

BERICHT

von

H. SIGAULT

Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées
et Agent Voyer en Chef, Châlons-sur-Marne.

PARIS

SOCIÉTÉ ANONYME DES IMPRIMERIES OBERTHUR

3, RUE ROSSINI, 3

1913



11-353538

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000317648

BPu-3-484/2018



Technische und wirtschaftliche Untersuchung der Vorzüge der verschiedenen Strassenarten.

Die Internationale Ständige Kommission der Strassenkongresse hat mich beauftragt, dem III. Kongress einen Bericht über die technische und wirtschaftliche Untersuchung der Vorzüge der verschiedenen Strassenarten zu erstatten. Dazu, dachte ich, gehöre vor allem, die bestimmten Tatsachen zusammenzustellen, die geeignet sind, eine gewisse Grundlage für die anzustellende Untersuchung zu bilden. Das hat mich dazu geführt, die Kollegen nach den Gründen zu fragen, die sie bestimmt haben, in ihrem Geschäftsbereich Fahrbahnen umzugestalten, und nach den technischen und wirtschaftlichen Folgen solcher Umgestaltungen. Alle Kollegen hatten den lebhaften Wunsch, mir bei meiner Arbeit zu helfen, und zu allererst halte ich mich für verpflichtet, ihnen für ihre wertvolle Mitarbeit zu danken.

Mir ist die zu behandelnde Frage folgendermassen gestellt worden :

“ Unter welchen Umständen und Verkehrsbedingungen sind folgende Strassenarten die besten hinsichtlich des Verkehrs und die wirtschaftlichsten?

1. Steinpflaster;
2. Beschotterung unter Verwendung von Teer, Pech, Asphalt oder Bitumen :
 - a) Nach dem Tränkungs- oder Mischungsverfahren,
 - b) Durch Ausbreitung auf der Oberfläche,
 - c) Nach anderen Verfahren;
3. Gewöhnliche Beschotterung mit wasserhaltigem Bindemittel ”.

Wir wollen die verschiedenen angeführten Strassenarten zuerst vom technischen Standpunkt prüfen, also von jeder wirtschaftlichen Betrachtung absehen, darauf vom wirtschaftlichen Standpunkt. Am Ende werde ich die Schlüsse darlegen,

etke 3685/51

soweit es mir möglich erscheint, solche gegenwärtig aus den schon vorliegenden Ergebnissen zu ziehen.

Ich werde übrigens nicht streng der Benennung der Strassenarten in der Aufzählung folgen. Ausser der gewöhnlichen Beschotterung mit Wasser ist gegenwärtig in Frankreich nur noch Beschotterung mit Oberflächenteerung im Gebrauch. Wohl hat man einige zaghafte Versuche mit Beschotterungen mit Innteerung, mit Asphaltbetons, bituminösen und anderen ähnlichen Betons gemacht; aber diese Versuche sind im allgemeinen zu wenig zahlreich und zu jungen Datums, als dass man sie zu einem ernstlicheren Vergleich heranziehen könnte. Diese letztere Fahrbahnarten sind unter der allgemeinen Bezeichnung *befestigte Beschotterungen* vereinigt worden, und wir werden nach einander den technischen Wert der gewöhnlichen Beschotterungen, der Oberflächenteerungen, der befestigten Beschotterungen und der Steinpflaster prüfen. Bei der Prüfung der Wirtschaftlichkeit werden wir besonders die Umwandlungen, und die Oberflächenteerungen betrachten und dabei die wenigen Feststellungen bezüglich der befestigten Beschotterungen erwähnen.

I. Technische Untersuchung.

Gewöhnliche Beschotterung. Niemand bezweifelt, dass die alte Beschotterung unter Verwendung eines Bindemittels und von Wasser, wenn ihr Schnitt gut reguliert ist, eine Fahrbahn bildet, die sich allen Arten des Verkehrs am besten anpasst. Der Verkehr darauf ist sanft, ohne Stösse, ihre Oberfläche ist genügend rauh, um das Gleiten zu verhüten. Deshalb muss auch der Ingenieur nach Kräften dafür sorgen, so lange als möglich diese Art der Fahrbahn zu erhalten. Man weiss z. B., dass die Räder der gezogenen Wagen die Neigung haben hauptsächlich durch den Druck, den sie auf die Baustoffe ausüben, die Beschotterung zu zerstören, dass die Kraftwagen dazu neigen, den einen oder anderen Stein aus seiner Lage zu bringen und besonders die kleinen Stoffteile der Fahrbahn herauszuziehen; man muss also den Widerstand der angewandten Baustoffe dem Druck der gewöhnlich die Fahrbahn benutzenden Achsen anpassen und überdies die Steine stärker zusammendrücken, sowie ein Bindemittel verwenden, das um so besser das Entweichen kleiner Stoffteile verhütet, als der Kraftwagenverkehr an Bedeutung zunimmt.

Eine Feststellung des leitenden Ingenieurs des Sommebezirks zeigt die Bedeutung, die die Anpassung der Baustoffe und der Zusammensetzung der Fahrbahn an die Art des Verkehrs, dem sie zu dienen hat, erlangen kann. Es besteht in seinem Geschäftsbereich eine Strasse, die einen im allgemeinen sehr schwachen, örtlichen Verkehr hat, auf der aber ein sehr lebhafter Vergnügungsverkehr mittels Kraftwagen stattfindet; diese Strasse wurde ursprünglich in harten Baustoffen unterhalten. Infolge des Auftauchens der Kraftwagen hat man festgestellt, dass die Fahrbahn in beunruhigender Weise auf den Strecken mit schwachem, örtlichen Verkehr beschädigt wurde, und es hat genügt, auf den Strecken mit schwachem Ortsverkehr die harten Baustoffe durch weniger widerstandsfähige, aber mehr bindende Kalksteine zu ersetzen, um dem abzuhelpfen.

In derselben Hinsicht sei noch auf eine Feststellung hingewiesen, die im Eurebezirk gemacht worden ist. Man hat sich dort seit der Entwicklung der Kraftfahrzeuge daran gewöhnt, den Sand als Bindemittel durch wenig widerstandsfähigen Kalk zu ersetzen, und hat festgestellt, dass die neuen Fahrbahnen erheblich weniger als die alten unter der Einwirkung der schnellen Kraftwagen leiden. Seit langem schon werden die Fahrbahnen des Marnebezirks in den Kreidegebieten aus Trapp und Kreide hergestellt, und es wird durch Ausstreuen von wenig Kreide auf die Beschotterungen siegreich gegen die Beschädigungen gekämpft.

Wir erinnern endlich daran, dass man eine Beschotterung nur dadurch erhält, dass man zwischen zwei aufeinander folgenden allgemeinen Neudeckungen viel Sorge auf ihre Unterhaltung aufwendet. Es ist hauptsächlich notwendig, Flicke vorzunehmen, um der Fahrbahn ihren regelrechten Schnitt zu bewahren, was den Verkehr erleichtert und die Dauer der Beschotterung verlängert. Es ist übrigens allgemein wirtschaftlich und immer nützlich für den Verkehr, diese Flicke zu walzen.

Dennoch ist es sehr klar, dass trotz aller auf die Wahl der Baustoffe und der für den Verkehr am besten geeigneten Bindemittel verwandten Sorge, trotz der Flicke, Fälle vorkommen, wo die Verschlechterungen so schnell eintreten, dass die Beschotterung nicht mehr eine mittelmässige Fahrbahn bildet, ungeachtet, dass die allzu häufigen Wiederherstellungen für den Verkehr sehr störend werden; dann muss man sicherlich auf die gewöhnliche Beschotterung verzichten, deren Vorzüge nicht

mehr die verursachten Unbequemlichkeiten aufwiegen. Es ist schwer, den Zeitpunkt besser zu bestimmen, zu dem sich die Umgestaltung als nötig ergibt; für denselben Verkehr ändert sich der Zeitpunkt mit den Baustoffen, über die man verfügt, mit der Lage der Orte, den klimatischen Bedingungen u. s. w..... In einer westlichen Stadt sieht man die Umwandlung einer Beschotterung als wünschenswert an, die mit nur 816 Gespannen belastet ist, in einer südlichen Stadt hat man eine Beschotterung umgewandelt, als sie mit 2.884 Gespannen belastet war. Im Allgemeinen indessen, wenn der zu bedienende Verkehr ein mittlerer ist, bei dem die schnell fahrenden Kraftwagen nicht das Uebergewicht haben, muss man zugeben, dass die Wegsamkeit einer gewöhnlichen Beschotterung mittelmässig wird, sobald der Verkehr 1.000 Gespanne erreicht.

Oberflächenteerung. Vor dem Auftauchen der sehr schnell fahrenden Kraftwagen bestand die Hauptursache für die Zerstörung der Beschotterungen in dem von den Wagenrädern auf sie ausgeübten Druck; die Stoffe zerbröckelten unter der Einwirkung dieses Druckes und lösten sich allmählich in Staub auf, den das Wasser und der Wind von der Fahrbahn fortführte. Man begnügte sich damals damit, gegen die Bildung des Staubes anzukämpfen, indem man genügend widerstandsfähige Baustoffe verwandte. Mit den schnellen Kraftwagen erschien aber eine neue zerstörende Kraft. Man erkannte, dass diese Fuhrwerke die Beschotterungen durch die Reibung ihrer Triebräder aus ihrer Lage brachten und ihnen durch Ansaugung ihre kleinen Stoffteile entzog (siehe über diesen Gegenstand den abschliessenden Bericht des leitenden Ingenieurs Salle, *Annales des Ponts et Chaussées*, 1907). Die durch die Reibung aus ihrer Umgebung herausgerissenen Steine, die ihre Unterstützung durch das Verschwinden der kleinen Stoffteile verloren hatten, die sie vorher einschlossen, sahen sich, sobald eine schwere Last über sie fortging, ungewöhnlichen Kräften unterworfen, denen sie nicht widerstehen konnten und die sie zermalmt; daher kam der schnelle Verderb der Beschotterung.

Die Feststellung der besonderen Zerstörungen beim Kraftwagenverkehr fielen augenscheinlich mit dem Beginn von Versuchen mit Oberflächenteerungen zusammen, die zu dem Zweck angestellt wurden, gegen die Bildung des Staubes und Schmutzes anzukämpfen. Man erkannte schnell den heilsamen Einfluss der Teerungen auf die Erhaltung derjenigen Beschotterungen, auf denen häufig Kraftwagen verkehrten; die Zerstö-

rungen und der Staub verschwanden, sobald die Beschotterung geteert war.

Man kann sich die durch die Oberflächenteerung hervorgerufene Wirkung leicht erklären. Der Teer dringt ein wenig in die Fahrbahn ein, befestigt dadurch die Baustoffe in der Schicht, in die er sich hineinzieht, bildet so eine undurchdringliche Kruste, die sich siegreich dem Herausheben der kleinen Stoffteilchen widersetzt.

Aber so sicher diese Wirkung der Oberflächenteerung ist, so irrig würde es sein, mehr von ihr zu hoffen; die befestigte Schicht, deren Bildung sie hervorruft, ist zu dünn, um einen merklichen Einfluss auf die Verteilung des Drucks zu haben, und die Oberflächenteerung bringt für den Kampf gegen die Wirkung des Drucks keine merkliche Besserung der Beschotterung hervor; sie stellt sich dem Heraustreten der Zerfallmassen, aber nicht ihrer Bildung entgegen. Man kann zur Stützung dieser Behauptung die Tatsache anführen, dass dann, wenn die Schutzschicht von der geteerten Beschotterung an einer Stelle verschwindet, sich sofort an dieser Stelle ein Schlagloch bildet, das sehr schnell tiefer wird; es scheint so, als ob die Fahrbahn sich frei macht von den Zerfallmassen, die sich unter der schützenden Schicht angehäuft haben. Ich weise noch in dieser Hinsicht auf die Ergebnisse von Versuchen hin, die im Seine-et-Oise-Bezirk gemacht worden sind. Man hat im Jahre 1906 auf einer Strassenstrecke mit gewöhnlichem, örtlichem Verkehr, die aber von Kraftwagen sehr belebt war, eine Neudeckung von 900 m Länge ausgeführt, von der zwei Teile von je 300 m mit einer Oberflächenteerung versehen worden sind, die nicht erneuert wurde, während der Rest in dem Zustand gewöhnlicher Beschotterung belassen wurde. Während der beiden ersten Jahre hat man einen merklichen Unterschied in der Abnutzung der verschiedenen Teile festgestellt. Nach Ablauf von zwei Jahren betrug die durchschnittliche Abnutzung auf der gewöhnlichen Beschotterung 30,6 mm und nur 20,7 mm auf den geteerten Teilen. Trotz dieses merklichen Unterschieds in der Abnutzung war die ganze Strecke von 900 m am Ende des dritten Jahres in demselben Zustand und musste ganz neugedeckt werden. Es ist wahrscheinlich, dass die Baustoffe unter der schützenden Teerschicht wie in dem nicht geteerten Teile zerbröckelten und dass nach dem Verschwinden der Schutzschicht auch alle kleinen Stoffteilchen schnell verschwunden sind.

Es ergibt sich daraus sofort, woher es kommt, dass die Oberflächenteerung nur insoweit eine ernstliche Wirkung haben

kann, als sie unterhalten d. h. zu rechter Zeit erneuert wird, um das Verschwinden der schützenden Schicht zu verhüten. Man erneuert im allgemeinen jährlich die Teerung ganz oder teilweise, je nach dem die schützende Schicht abgenutzt ist; auf Strecken mit starkem Verkehr teert man sogar zweimal im Jahr. Wo die Abnutzung besonders bestimmte Stellen angreift, ist es auch wichtig, verschiedene Teerungen im Laufe des Jahres auszuführen, was eine sehr leichte, dem Streichen der Maler vergleichbare Arbeit ist.

Man kann auch daraus schliessen, woher es kommt, dass man nur die Beschotterungen teeren muss, deren Baustoffe für den Verkehr, den sie auszuhalten haben, genügend widerstandsfähig sind. Es ist in dieser Hinsicht sogar klug zu übertreiben und bei der Herstellung der Fahrbahn die härtesten Baustoffe zu verwenden, die man erlangen kann; man ist dann sicherer, dass die Beschotterung nicht zerrüttet und die deckende Teerschicht nicht zerstört wird. Man hat übrigens immer bei den verschiedenen Versuchen der Oberflächenteerung, die hier und da angewandt wurden, festgestellt, dass die Decklage nur da gute Erfolge hat, wo die Widerstandsfähigkeit der Baustoffe der Inanspruchnahme durch den Verkehr entsprach. Ich muss indessen darauf hinweisen, dass man im Savoiebezirk dank der Oberflächenteerung dazu übergegangen ist, Quarzite durch weiche Kalksteine zu ersetzen; ich muss hinzufügen, dass die Haltbarkeit dieser geteerten Beschotterungen nicht zwei Jahre dauert, sodass man Grund hat, sich zu fragen, ob die Teerung da wohl ihre gewohnte Wirkung ausübt.

Umgekehrt ist daraus zu folgern, dass die Oberflächenteerung nicht für alle Fälle passen kann. Wenn sie siegreich gegen die zerstörenden Wirkungen der Kraftwagen kämpft, aber auf die Druckwirkungen ohne sichtbaren Einfluss bleibt, so ist sie nur da passend anzuwenden, wo der Kraftwagenverkehr bedeutend und wo der gesamte Verkehr leicht ist; man gelangt zu mässigen Ergebnissen, wenn man eine Beschotterung teert, auf der sich hauptsächlich schwere Lastwagen bewegen, das ist die Erfahrung, die man bisher gemacht hat.

Ich muss indessen darauf hinweisen, dass ich meinerseits ausgezeichnete Ergebnisse mit der Teerung der Zufuhrwege zu Zuckerfabriken erzielt habe, die während des Herbstes einen die Fahrbahn sehr mitnehmenden Verkehr hatten; dadurch ist es mir gelungen, die Ausführung einer Umwandlung von Beschotterung in Pflasterung aufzuschieben, die man für unumgänglich

hielt, um eine gute Fahrbahn ohne Gleise zu erhalten. Man ist mit dem Verfahren fortgesetzt zufrieden und unterhält diese Teerungen seit über 6 Jahren sorgfältig. Das Ergebnis, das man in dem angegebenen Falle hatte, zeigt, dass an der Zerstörung der gewöhnlichen Beschotterung nicht Mängel in der Widerstandsfähigkeit der Baustoffe die Schuld trug, sondern wohl ein ungewöhnlicher Verkehr zu einer Zeit, wo sich die gewöhnlichen Beschotterungen leicht zerschneiden liessen; es hat genügt, die Fahrbahn gegen das Eindringen von Wasser zu schützen, um das Einschneiden zu verhüten, da die Baustoffe genügend hart waren, um dem Druck der Räder zu widerstehen.

Es ist übrigens ganz klar, dass, wenn selbst leichter Verkehr zu bedeutend wird, — besonders der Kraftwagenverkehr, der die Oberschicht der Fahrbahn bei dem vorkommenden Gleiten durch Reibungen abnutzt — die Haltbarkeit der Oberflächenteerung so gering werden kann, dass man die Teerdeckung unterlässt; man muss indessen anerkennen, dass die Unterhaltung zahlreicher an der Oberfläche geteeter Beschotterungen in Paris, besonders der der Avenue du Bois de Boulogne, anzudeuten scheint, dass die Oberflächenteerung ziemlich starken Verkehr siegreich ertragen kann.

Ich muss endlich darauf hinweisen, dass die Oberflächenteerungen einige Unbequemlichkeiten bringen. Zu allererst sind sie ziemlich leicht schlüpfrig und nähern sich in der Hinsicht ein wenig den asphaltierten Fahrbahnen. Man beseitigt diese Unbequemlichkeit durch kräftiges Sandstreuen, zum mindesten ist das Sandstreuen aber eine Last. Man hat den geteerten Beschotterungen vorgeworfen, sie erzeugten einen Schmutz, der Flecke besonders auf dem Anstrich von Luxuswagen machte; diese Beschotterungen sind ziemlich wenig schmutzig, im Winter sind sie es freilich ein wenig. Endlich wirft man ihnen einen verderblichen Einfluss auf die benachbarten Anpflanzungen vor, und es scheint in der Tat, dass einige Arten von Bäumen sich ziemlich schlecht an diese Nachbarschaft gewöhnen.

Befestigte Beschotterungen. Die schnell erkannte Notwendigkeit, Oberflächenteerungen zu unterhalten, der Misserfolg dieser Abdeckungen bei schwerem Verkehr führte die Ingenieure bald dazu, auf Mittel zu sinnen, um die Dicke der Deckschicht der Oberflächenteerung erheblich zu verstärken, und veranlassten sie zu Versuchen mit befestigten Beschotterungen.

Man hat sich zuerst an den Teer gehalten und versucht, damit die ganze Dicke der Decklage zu tränken. Ich habe meinerseits

versucht, in die Decklage beim Herstellen Teer hineinzubringen, indem ich die Steine auf einer dicken Lage Teer ausbreiten und so lange walzen liess, bis der Teer an der Oberfläche erschien, oder aber indem ich Teer auf die schon stark gewalzten Steine ausgiessen liess. Ich habe im allgemeinen nur ungleichartige Fahrbahnen erhalten, die an einer Stelle mehr, an der anderen Stelle weniger durchtränkt waren und die sich sehr ungleichmässig abgenutzt haben. Diese wenigen und schon alten Versuche (sie gehen auf das Jahr 1906 zurück) haben wenigstens gezeigt, dass da, wo der Teer die ganze Beschotterung durchdrungen hat, sie eine fest gefügte Masse von ausserordentlicher Widerstandsfähigkeit gebildet hat.

Anderwärts hat man die Baustoffe vor ihrer Verwendung mit Teer überzogen, was augenscheinlich zu einer gleichmässigen Tränkung der Beschotterung geführt hat. Man schien durch dieses Verfahren, mit dem man ein wenig ausgedehntere Versuche beginnt, eine Fahrbahn erhalten zu haben, die dem verfolgten Zwecke entsprach; so hat man auf den Zufahrtstrassen von Aix-les-Bains bei einer Wegestrecke, die einen schweren Lastwagenverkehr auszuhalten hat, eine gewöhnliche Beschotterung in harten Quarziten, deren Haltbarkeit nicht drei Jahre überschritt, durch eine Beschotterung aus geteerten, weichen Kalksteinen ersetzt, die schon seit sieben Jahren liegt und deren wahrscheinliche Haltbarkeit man auf zehn Jahre schätzt (s. *Annales P. C.*, 1911).

Man hat die Befestigung ebenfalls dadurch zu erlangen gesucht, dass man trocknes Pechpulver dem Bindemittel beimischte (ein Versuch jungen Datums). Endlich erprobt man seit kurzem Bitumen-Beschotterungen, die aus Steinschlag gebildet werden, den bituminöse Stoffe zusammenkleben. Diese Fahrbahnen müssen anscheinend gute Ergebnisse haben.

Die befestigten Fahrbahnen schienen einen doppelten Vorzug vor den Oberflächenteerungen zu haben, sie erforderten nicht alle Augenblicke eine Unterhaltung und, dank ihrer Eigenschaft schnell den Druck zu verteilen, widerstanden sie einem schweren Verkehr. Nach dem Beispiel der Fahrbahn von Aix-les-Bains scheint es sogar, dass das geschmeidige Bindemittel Baustoffe zu verwenden gestattet, die an sich unfähig wären, dem Verkehr wirksam zu widerstehen. Man hatte in der Tat auf jenen Strecken von den weichen Kalksteinen abgehen und sie durch harte Quarzite ersetzen müssen, und es hat genügt, die Baustoffe vor ihrer Verwendung mit Teer zu überziehen, um die weichen

Kalksteine wieder nehmen zu können. Noch mehr, diese überzogenen Kalksteine leisten besser Widerstand, als die harten Quarzite, da letztere kaum drei Jahre halten, während die überzogenen Kalksteine schon seit sieben Jahren verlegt sind, und man nicht annimmt, dass sie vor drei Jahren zu erneuern sind. Es ist sicherlich von Wert, mit Versuchen mit dieser Art von Beschotterung fortzufahren, bei denen man weiche Baustoffe zu verwenden sucht, die sich übrigens wahrscheinlich besser mit Teer tränken lassen.

Ich beschränke mich auf den Hinweis, dass die befestigten Beschotterungen, besonders die mit Teer, die am Ende des vorigen Kapitels erwähnten, unangenehmen Nebenerscheinungen zeigen.

Pflasterung. Das Steinpflaster besitzt die Eigenschaft allen Ursachen der Verschlechterung der Fahrbahnen zu widerstehen, wenn es gehörig gesetzt wird, wenn Haltbarkeit der Steine im Einklang steht mit dem Achsdruck, wird der Verkehr darauf von statten gehen, mehr oder weniger leicht, aber er wird darauf von statten gehen. Trotz dieser augenscheinlich wertvollen Eigenschaft bildet indessen die Pflasterung nur eine ziemlich wenig günstige Fahrbahn für den Verkehr, und es ist angezeigt, sie nur da zu verwenden, wo die anderen Fahrbahnarten sich nicht eignen können. Die Pflasterung ist hart, sie wirkt roh auf den Fuss des Pferdes, der darunter leidet, und auf die Wagen, die hoch geworfen werden; die Pflastersteine runden sich und rütteln die Fahrzeuge, das Pflaster bekommt Schlaglöcher, wie eine Beschotterung. Es ist offenbar leicht Schlaglöcher auszubessern, es genügt dazu, zur rechten Zeit Hebungen, Aufblasungen, vorzunehmen. Unglücklicherweise ist man zu sehr geneigt anzunehmen, dass eine Pflasterung eine Unterhaltung nicht nötig hat, und man trifft zu oft verunstaltete Pflasterungen, auf denen der Verkehr beschwerlich ist. Um die Unannehmlichkeit der abgerundeten Pflastersteine zu beseitigen, müsste man allgemein die Dauer des Gebrauchs der Pflastersteine so weit einschränken, dass man dann vor den Kosten, die eine so häufige Erneuerung herbeiführt, zurückschreckt; dadurch kommt es, dass der Verkehr genötigt ist, sich ziemlich lange Zeit auf Pflastersteinen mit runden Köpfen zu bewegen. Die Unannehmlichkeit der Härte ist von dem zur Pflasterung verwendeten Stein abhängig.

Wie dem auch sei, da man sich gegenwärtig noch fast vollständig in Unkenntnis befindet über den Wert der Beschotte-

rungen aus befestigten Baustoffen, den einzigen, die vielleicht fähig sind, dem schweren Verkehr zu widerstehen, so muss man gegenwärtig zur Pflasterung seine Zuflucht nehmen, wenn man sich einem bedeutenden Verkehr schwer belasteter Wagen gegenüber befindet. Wie ich schon bei den gewöhnlichen Beschotterungen gesagt habe, kann man den Verkehr, der die Anwendung von Pflasterungen fordert, nicht genauer bezeichnen; diese Fahrbahnart drängt sich auf, sobald die Beschotterungen, welche Sorge man auch auf ihre Instandhaltung anwendet, nicht mehr als zwei oder drei Jahre halten.

Uebrigens ist es im höchsten Masse wichtig, die grösste Sorge für die Herstellung und Unterhaltung der Pflasterungen zu tragen, um die Unannehmlichkeiten fernzuhalten, die sie für den Verkehr bringen. Besonders muss man nach Möglichkeit sehr harte und einheitliche Pflastersteine verwenden, und die Sandunterlage auf eine regelrechte Bettung, zum Beispiel von magerem Beton, aufbringen.

II. Wirtschaftliche Untersuchung.

Umwandlungen. In diesem Kapitel werden allein die Umwandlungen von gewöhnlicher Beschotterung in Pflasterung und von Pflasterung in gewöhnliche Beschotterung betrachtet werden.

In fast allen Fällen der Umwandlung von Beschotterung in Pflasterung, die zu meiner Kenntnis gekommen sind, ist die Umformung in der Absicht unternommen worden, die Verkehrsbedingungen ohne Rücksicht auf die wirtschaftliche Folge des Vorgehens zu verbessern. Ueber das wirtschaftliche Ergebnis befand man sich allgemein im Unklaren, weil man nicht wusste, wie lange die Pflasterung halten würde. Zu den Umwandlungen von Pflasterungen, die unbrauchbar geworden waren, in Beschotterung hat im Gegenteile immer die Wirtschaftlichkeit geführt; es fehlt übrigens ebenfalls an genauen Angaben über die erhaltenen, wirtschaftlichen Ergebnisse. Die mir zugegangenen Nachrichten erlauben indessen einige wertvolle Feststellungen.

In einer südlichen Stadt hat man eine Schotterstrecke umgewandelt, die einen Verkehr von 2884 Gespannen hatte, darunter zahlreiche schwere Fuhrwerke; die Unterhaltungskosten betragen in den der Umwandlung vorhergehenden Jahren im Durchschnitt 5,28 Franken für das laufende Meter Fahrbahn (0,66 Franken für das Quadratmeter); die Kosten der Umwand-

lung haben 144 Franken für das laufende Meter betragen. Die Kosten für die Unterhaltung der aufgegebenen Beschotterung stellten also 3,67 % der Kosten der Umwandlung dar. Mit anderen Worten, wenn man die jährlichen Ausgaben für die Unterhaltung der Beschotterungen dazu verwendet hätte, eine Anleihe aufzunehmen für den Bau der Pflasterung, hätte man nur 3,67 % im Jahr zur Tilgung dieser Anleihe verwenden können. Diese Summe würde kaum für die Verzinsung genügt haben. Das ist ein sehr klarer Fall, dass die Umwandlung sicher wegen der Bedeutung und der Art des Verkehrs erfolgt ist; die Umänderung ist offensichtlich eine Last gewesen.

Betrachten wir den Fall aus dem Seinebezirk. Man scheint hier im Augenblick einige Kilometer Beschotterung von Staatsstrassen, die hier noch vorhanden sind, in Pflasterung umzuwandeln, und auch da muss die Umänderung wahrscheinlich wichtig sein. Nach der Statistik vom Jahre 1910 belaufen sich die Unterhaltungskosten für die Beschotterungen des Seinebezirks auf 5,50 Franken für das laufende Meter. Ich kenne nicht den für die Umwandlung zu zahlenden Preis, aber er muss sicher 150 Franken für das laufende Meter überschreiten. Die Kosten der Unterhaltung der Beschotterungen betragen also weniger als 3,67 % der Summe, die zu ihrer Umwandlung in Pflaster aufgewendet werden muss.

Von allen Fällen, die zu meiner Kenntnis gekommen sind, scheint ein einziger ein wirtschaftliches Verfahren gewesen zu sein; die Schotterunterhaltung belief sich auf 1,154 Franken und die Kosten der Umwandlung auf 11,430 Franken. Das ist übrigens ein ganz besonderer Fall, die Umwandlung hat sich auf eine Strecke von 3 m Breite erstreckt, wo sich wegen der Gegenwart von Strassenbahnwagen auf dem übrigen Teil der Strassenbreite ein bedeutender Verkehr häufte.

Der Generalinspektor Heude hat in den *Annales des Ponts et Chaussées* (1908) Vergleiche zwischen Pflasterung und Beschotterung angestellt; sein Schluss ist der, dass von gewissen ganz ausnahmsweisen Fällen abgesehen, die Pflasterung immer teurer ist, als die Beschotterung. Und dabei geht Herr Heude von Preisen aus, die für Beschotterung aussergewöhnliche sind; er stellt die Zinsen für die erste Einrichtung der Beschotterung in Rechnung, Zinsen, die ohne Bedeutung sind, wenn es sich um eine Umwandlung handelt; für den Bau der Pflasterung setzt er ungenügende Preise ein; er vernachlässigt endlich die Unterhaltung der Pflasterung, die in Frankreich im Durchschnitt 740

Franken für das Kilometer beträgt und wahrscheinlich ungefähr 0,10 Franken für das Quadratmeter. Wenn man seinen Vergleich im Sinne dieser Bemerkungen ändert, so wird man finden, dass die Schlüsse, zu denen er kommt, ausserordentlich zu verschärfen sind.

Es ist kaum nötig hinzuzufügen, dass, wenn die Umwandlung von Beschotterung in Pflaster auf Strecken mit starkem Verkehr kein wirtschaftliches Verfahren ist, die Umwandlung von Pflasterung in Beschotterung auf Strecken mit gewöhnlichem Verkehr immer ein solches sein wird.

Oberflächenteerung. Man hat die Teerung in Frankreich viel versucht; es scheint nicht, dass man viel dabei geblieben ist. Man wendet die Oberflächenteerung kaum mehr an, nur an den Stellen, wo sie solche Dienste in technischer Hinsicht geleistet hat, dass man nicht daran denken kann, heut von ihr abzugehen. Es folgt daraus, dass man die wirtschaftlichen Ergebnisse eines Verfahrens wenig erforscht hat, das man in gewissen Fällen schnell verlassen hat und das man in anderen Fällen als unumgänglich ansieht, welche Kosten es auch immer verursachen mag. Diese Erforschung würde übrigens in sehr vielen Fällen ziemlich schwierig gewesen sein wegen der tief gehenden Aenderungen, die der Verkehr seit der Annahme der Teerung erlitten hat. Man könnte erkennen, was die geteerte Fahrbahn jetzt kostet, man könnte erkennen, was die gewöhnliche Beschotterung ehemals kostete, aber man weiss nicht, was die Beschotterung bei dem neuen Verkehr gekostet haben würde. Es ist mir indessen gelungen, einige Nachrichten zu erhalten, die fähig sind, ein wenig Licht in die wirtschaftliche Erforschung dieser Fahrbahnart zu bringen.

Ich weise zuerst auf die Avenue du Bois de Boulogne in Paris hin, die man seit dem Jahre 1906 teert. Vor dieser Zeit hielt eine Neudeckung drei Jahre; bei der letzten Neudeckung, die der Zeit der Teerung vorausging, hatte der Preis der Unterhaltung 2,10 Franken für das Quadratmeter betragen. Die jetzt liegende Neudeckung geht bis zum September 1906 zurück, ihre Erneuerung steht noch nicht in Frage, und der Preis der Unterhaltung beläuft sich auf 1,32 Franken für das Quadratmeter. Da der Verkehr in der Zeit von 1906 bis 1912 sicher dem Verkehr in der Zeit von 1903 bis 1906 überlegen gewesen ist (wäre es auch nur wegen der Entwicklung des Kraftfahrwesens), so kann man behaupten, dass bei Beibehaltung der gewöhnlichen Beschotterung während der Zeit von 1906 bis 1912 der jährliche Preis der

Unterhaltung der Fahrbahn 2,10 Franken für das Quadratmeter überschritten hätte. Andererseits ist die jetzige Fahrbahn noch nicht an der Grenze ihrer Abnutzung angelangt, so dass der Durchschnittspreis der Unterhaltung während der Dauer der jetzt liegenden Neudeckung sicher unter 1,32 Franken für das Quadratmeter herabgehen wird. (Es würde genügen, dass die Neudeckung noch ein Jahr hielte, um die Unterhaltungskosten auf 1,23 Franken herabzudrücken.) Die Teerung der Avenue du Bois de Boulogne ist also ein ganz besonders wirtschaftliches Verfahren gewesen.

Prüfen wir jetzt den Fall einer Fahrstrasse der Umgebung von Paris, die Staatsstrasse 184 zwischen dem P. N. d'Achères, im Walde von Saint-Germain, und Saint-Ouen-l'Aumône. Dies war vor der Entwicklung des Kraftwagenverkehrs eine ganz gewöhnliche Verkehrsstrasse (100 bis 200 Gespanne), auf der die Neudeckungen durchschnittlich neun Jahre hielten. Man führte auf dieser Strasse im Jahre 1906 eine gewöhnliche Neudeckung von 900 m Länge aus, darauf anschliessend im Jahre 1907 eine zweite Neudeckung von 600 m, die man teerte und deren Teerung man regelmässig unterhielt. Die erstere Neudeckung hielt drei Jahre, die zweite hält noch, und man rechnet, dass man sie vor 1914 nicht erneuert. Heut wird die ganze Strecke im geteerten Zustand unterhalten. Wenn man den Jahresdurchschnittspreis der Neudeckungen vergleicht, so findet man, dass die gewöhnlichen Neudeckungen früher 307 Franken für hundert Meter kosteten, während die jetzigen geteerten Neudeckungen die Unterhaltung der Teerung miteinbegriffen, nur 191 Franken kosten.

Wir besitzen ebenfalls die Ergebnisse der im Seine-et-Marne-Bezirk im Jahre 1906 begonnenen und seitdem regelmässig fortgesetzten Versuche. Man hat zwischen Meaux und Trilport eine ziemlich lange Strassenstrecke gewählt, die auf ihrer ganzen Länge genau dieselben Bedingungen des Verkehrs, der Herstellung, der Benutzung u. s. w. hat (eine ebene Strasse auf einer Hochfläche). Der durchschnittliche Verkehr ist ziemlich bedeutend, er erreichte 290 Gespanne im Jahre 1903; er hat keine andere Besonderheit, als in ziemlich starkem Verhältnis dem Vergnügungskraftwagenverkehr zu dienen (man schätzt die Zahl dieser Wagen täglich auf ungefähr 40). Man hat auf dieser Strassenstrecke eine lange Neudeckung ausgeführt, von der ein Teil in dem Zustand gewöhnlicher Beschotterung erhalten worden ist, während der andere Teil mit einer Ober-

flächentierung bedeckt worden ist, die man seit ihrer Herstellung regelmässig unterhalten hat. Man hat in gewissen Entfernungen längs der Versuchsbahn Merksteine gesetzt, auf die man von Zeit zu Zeit einen Lehrbogen legt, um den Querschnitt der Fahrbahn aufzunehmen. Bisher hat man folgende Ergebnisse erhalten :

Mittlere Abnutzung im nicht geteerten Teil : 40 mm. (Man muss die Neudeckung im Jahre 1913 nach sieben Jahren erneuern).

Mittlere Abnutzung in dem geteerten Teil : 8 mm.

Kosten der ursprünglichen Neudeckung für das Quadratmeter : 1,742 Franken.

Jährliche Ausgaben für Unterhaltung eines Quadratmeters in dem nicht geteerten Teile : 0,030 Franken.

Jährliche Ausgaben für Unterhaltung eines Quadratmeters in dem geteerten Teile : 0,081 Franken.

Es geht aus diesen Feststellungen hervor, dass die Teerung wirtschaftlich gewesen ist, wenn die geteerte Fahrbahn mehr als neun Jahre hält, und nach den Aufnahmen über die Abnutzung zu urteilen, scheint es wohl, dass dieses Ergebnis leicht erreicht werden wird.

Wir finden noch wertvolle Belehrungen in den von dem Unteringenieur Luya in dem Aix-les-Bains-Bezirk erhaltenen Ergebnissen. Er unterhält auf verschiedene Weise mehrere Strecken einer Strasse, bei der gleiche Bedingungen des Verkehrs, der Benutzung und des Untergrundes vorliegen. Es ist eine Strasse, die beständig schwere Steinfuhren sowie einen lebhaften, leichten und Kraftwagen-Verkehr in der guten Jahreszeit auszuhalten hat. Sie hat Fahrbahnen in Quarzit ohne Teerung und andere in weichem Kalkstein sowie in Quarzit, die man jedes Jahr teert. Die Neudeckung der ersteren kostet ihm 0,692 Franken auf das Jahr und Quadratmeter, die Neudeckung und Teerung der zweiten 0,50 Franken.

Man kann sich rechnermässig eine Vorstellung von dem wirtschaftlichen Wert der Oberflächentierung machen. Wenn eine Neudeckung P Kosten verursacht und m Jahre hält, so verlängert die auf der Neudeckung unterhaltene Teerung die Haltbarkeit um n Jahre und führt eine jährliche Mehrausgabe d herbei. Soll die unterhaltene Teerung wirtschaftlich sein, so muss dann :

$$\frac{P}{m+n} + d < \frac{P}{m}$$

oder :

$$n > m \times \frac{1}{\frac{P}{dm} - 1}$$

Die Ausgabe d ist eine augenscheinlich feste Ausgabe, die wenig von 0,05 Franken für das Quadratmeter abweicht; die Wahrscheinlichkeit einer Wirtschaftlichkeit, die man mit dem Verhältnis n/m messen kann, hängt also von den Grössen P und m ab, man sieht daraus, dass die Wahrscheinlichkeit der Wirtschaftlichkeit, die man von einer unterhaltenen Teerung erwarten kann, um so grösser ist, je grösser der Preis der gewöhnlichen Neudeckung und je kürzer ihre Haltbarkeit ist.

Ich führe endlich die Ergebnisse an, die man auf fünf zerstreut gelegenen, geteerten Strecken erhalten hat, deren jede verschieden, von 100 bis 900 m lang war und die zusammen 2510 m Fahrbahn darstellten; es sind Teerungen, die auf den Zufuhrstrassen zu Zuckerfabriken in Brie ausgeführt worden sind, auf Strecken von Strassen und Wegen von gewöhnlichem, mittlerem Verkehr, deren Beschotterung aber während der Zeit der Zuckerrübenbeförderung ganz besondere Sorgfalt erforderte. Man hat eine erste Teerung auf einer neuen Deckung, von 1902 bis 1905, ausgeführt und seitdem die Teerung regelmässig unterhalten. Vor den Teerungen waren drei Monate lang vier Aushilfsarbeiter auf diesen Beschotterungen beschäftigt, man verflückte dabei jährlich durchschnittlich 29 cbm Steine, um die Schlaglöcher aufzufüllen; trotzdem waren die Fahrbahnen fast immer mit dickem Schlamm bedeckt und wurden ziemlich häufig zerschnitten. Seit den Teerungen hat man die Aushilfsarbeiter entlassen, die Menge des Flickstoffs ist auf 20 cbm herabgegangen und die Fahrbahn ist viel besser. In Geld umgerechnet beläuft sich die Wirtschaftlichkeit so auf ungefähr 1.300 Franken, also 50 Franken für hundert Meter, dem gegenüber man die Ausgaben für Unterhaltung der Teerung einstellen muss; diese Ausgabe beläuft sich nur auf kaum 25 Franken für hundert Meter, denn man nimmt fast nur Ausbesserungen mit Teer vor. Aber das ist nicht alles: früher musste man im Durchschnitt alle acht Jahre die Beschotterungen erneuern, die jetzigen Neudeckungen liegen aber schon acht bis elf Jahre, und man braucht sie vor 1914 frühestens nicht zu erneuern. Ich bemerke dazu endlich, dass auf der Hälfte der bezeichneten Fahrbahnen der

Kraftwagenverkehr eine solche Entwicklung genommen hat, dass es sicher nicht gelungen sein würde, seit 1902 diese Fahrbahnen unter den wirtschaftlichen Bedingungen zu unterhalten, wie wir sie bei der Vergleichung mit den Ausgaben der jetzigen, geteerten Beschotterungen haben.

Befestigte Beschotterungen. Ich habe nur wenige Nachrichten über diese Arten Fahrbahnen sammeln können, die übrigens im allgemeinen vor zu kurzer Zeit erst hergestellt worden sind, als dass man ihre wirtschaftlichen Ergebnisse schon erkennen könnte. In Aix-les-Bains finden wir den ältesten Versuch und die sichersten Ergebnisse von den Beschotterungen, die mit vorher geteerten Baustoffen ausgeführt worden sind. Im Wettstreit mit gewöhnlichen, aus harten Quarziten hergestellten Beschotterungen sowie geteerten Beschotterungen, von denen die einen aus Quarziten, die anderen aus weichen Kalksteinen gebildet waren, hat man im Jahre 1906 eine Neudeckung mit weichen Kalksteinen, die vorher mit Teer umkleidet waren, ausgeführt. Die Bedingungen des Verkehrs, der Lage, der Benutzung u. s. w. waren dieselben für alle Arten der Fahrbahnen, wie wir schon angedeutet haben. Nun, während die gewöhnlichen Beschotterungen in Quarziten zwei bis drei Jahre halten, während die Beschotterungen in Quarziten, die mit einer unterhaltenen Teerschicht bedeckt wurden, vier Jahre halten, während die Beschotterungen in Kalksteinen, die mit einer Teerschicht bedeckt wurden, zwei Jahre halten, liegt die Fahrbahn, die aus vorher geteerten Kalksteinbaustoffen gebildet worden ist, seit sieben Jahren, und man berechnet ihre Haltbarkeit auf zehn Jahre. Ich habe schon gesagt, dass die gewöhnliche Beschotterung 0,692 Franken für das Quadratmeter und Jahr, die geteerte Beschotterung 0,50 Franken kostete; die aus vorher geteerten Baustoffen gebildete Fahrbahn wird nur 0,284 Franken kosten, wenn sie zehn Jahre hält, wie man rechnet. Schon jetzt übrigens, mit ihrer Haltbarkeit von sieben Jahren, kostet sie nur 0,33 Franken. Der Kalkstein kostet am Ort der Verwendung 5 Franken das Kubikmeter, die Bekleidung mit Teer verursacht eine gleiche Ausgabe, die Verarbeitung der Baustoffe wird auf 3 Franken veranschlagt, das sind im ganzen 1,04 Franken für das Quadratmeter einer Neudeckung von 0,08 m Dicke; wenn man auf eine zehnjährige Haltbarkeit rechnet, stellt sich der Preis der Neudeckung für das Quadratmeter und Jahr auf 0,104 Franken und mit einer jährlichen Teerung auf 0,18 Franken (vom Erbauer dieser Fahrbahn veranschlagte Herstellungs-

kosten), der Durchschnittspreis der Unterhaltung für das Quadratmeter und Jahr auf 0,284 Franken. Das erhaltene Ergebnis ist sicherlich äusserst wirtschaftlich.

III. Schlüsse.

Es folgt aus der Untersuchung hiervor, dass es in dem sehr häufigen Fall eines Verkehrs mittleren Umfangs, an dem aber Vergnügungskraftwagen einen verhältnismässig bedeutenden Anteil haben, oft genügen wird, um die besonderen Schäden zu vermeiden, die die Kraftwagen verursachen, die Beschotterung aus verhältnismässig weichen, aber bindenden Baustoffen herzustellen, und ein kalkhaltiges Bindemittel anzunehmen, was festere Fahrbahnen gibt, aus denen die Zerfallstoffe schwerer entweichen.

Wenn die Bedeutung und die Art des Verkehrs Beschotterungen aus harten Baustoffen fordern und wenn die Beschädigungen besonders den schnellen Kraftwagen zuzuschreiben sind, ist es ganz angezeigt, zu den Oberflächenteerungen zu greifen. Diese Teerungen führen in diesem Falle zu ausgezeichneten Ergebnissen sowohl hinsichtlich der Bequemlichkeit des Verkehrs wie in wirtschaftlicher Hinsicht; sie erlauben besonders die höchste Haltbarkeit der Beschotterung zu erzielen, die mit ihrem Widerstand gegen Zertrümmerung vereinbar ist, woraus folgt, dass man, um den ganzen Vorteil zu haben, in den Beschotterungen mit Oberflächenteerung sehr widerstandsfähige Baustoffe verwenden muss. Die Oberflächenteerungen führen übrigens nur dann zu guten Ergebnissen, wenn sie unterhalten werden. Auf den Strecken, wo der Kraftwagenverkehr stark ist, kann es von Wert sein, auf diese Teerung deshalb zu verzichten, weil sie sich zu schnell abnutzt und ihre Erneuerung zur rechten Zeit schwierig ist.

Die Oberflächenteerungen verbessern die Beschotterung nicht merklich hinsichtlich des Widerstandes auf Druck und sind folglich nicht empfehlenswert bei starkem Verkehr. Die Ergebnisse, die man mit den wenigen, in Frankreich angewendeten, befestigten Beschotterungen erzielt hat, lassen hoffen, dass diese Arten Fahrbahnen sich für diesen Fall eignen werden, und dass besonders die Beschotterungen, die aus vorher geteerten Baustoffen gebildet werden, fähig sind, die Frage wirtschaftlich zu lösen.

Wenn die Hoffnung sich nicht rechtfertigt, oder an den Stellen, wo selbst die befestigten Beschotterungen nicht genügen, wird immer die Pflasterung als Lösung bleiben; aber von besonderen, äusserst seltenen Fällen abgesehen, wird diese Lösung niemals wirtschaftlich sein.

H. SIGAULT.

(Übersetzer : Otto WAHLE.)



10101

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-353539

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000317648