

629

Der derzeitige Stand der Staubbekämpfung auf Straßen

von .

Dr.-Ing. Karl Haller



Leipzig 1917. :: Verlag von F. Leineweber

X
2350



III 17947

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300742

Akc. Nr. 44 / 52

Vorwort.

Die vorliegende kleine Schrift will in erster Linie einen Überblick über die bis heute vorhandenen Mittel und ausgebildeten Verfahren zur Staubbekämpfung auf Straßen geben. Eine eingehendere Behandlung hat nur die Oberflächenteerung erfahren, wobei der Verfasser sein besonderes Augenmerk darauf richtete, die vielumstrittene Frage ihrer Wirtschaftlichkeit nach Möglichkeit zu untersuchen. Mit Rücksicht auf die derzeit schwierige Beschaffung einwandfreien Untersuchungsmaterials wurde von einer kritischen Prüfung der mannigfachen Verfahren der Innenteerung, die zum Teil auch praktisch noch nicht hinreichend lange erprobt sind, abgesehen.

Allen Behörden, namentlich auch der Kgl. Bayer. Obersten Baubehörde im Staatsministerium des Innern in München, sowie den Herren Fachgenossen, die mich, trotz ihrer durch den Krieg bedingten vermehrten Arbeitslast mit der freundlichen Beantwortung der Fragebogen und auch sonst in so entgegenkommender Weise unterstützten, spreche ich auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aus. Zu besonderem Dank verpflichten mich endlich wertvolle Anregungen meines verehrten Lehrers, des Herrn Geh. Hofrat Ferd. Loewe, Professor an der Kgl. Bayer. Techn. Hochschule in München, und das gütige Entgegenkommen des Herrn Verlegers.

Für freundliche Überlassung von Material, das die Erforschung der Ursachen der Erfolge und Mißerfolge der verschiedenen Staubbekämpfungsverfahren fördert, würde ich stets erkenntlich sein.

Rumpenheim a. M., November 1916.

Dr. Ing. Haller.

Inhaltsübersicht.

Abschnitt I.

Allgemeines.

	Seite
§ 1. Geschichtliche Einleitung	1
§ 2. Der Straßenstaub	15

Abschnitt II.

Mittel und Verfahren zur Bekämpfung des Straßenstaubes.

Kapitel I.

Besprenzung der Straßen	19
-----------------------------------	----

Kapitel II.

Teerung der Straßen.

A) Teer und Teeröle	24
B) Ausführung der Teerungen	46
I. Oberflächenteerung	46
II. Innenteerung	49
a) Innenteerung unter Verwendung von Teerpräparaten verschiedener Art.	
1. Teermörtelmakadam.	
§ 1. Teeraufgußverfahren	50
§ 2. Pitchmac	51
§ 3. Gladwell- oder Tarviaverfahren	52
§ 4. Verfahren von Bacher	52
§ 5. Bauweise Dammann	52
Allgemeine Vorschriften des englischen Wegeamtes über Deckenherstellung mit Pechmörtelmakadam	53
2. Teermakadam.	
§ 1. Tarmac	57
§ 2. Das Quarritepflaster	58
§ 3. Bitulithik-Pflaster	59
§ 4. Das Äberli-Verfahren	60
§ 5. Das Nassauer- und Pyknotonverfahren	60
§ 6. Das Bindewald'sche Verfahren	63
§ 7. Bauweise Rhouben	63
§ 8. Das Teerbetonit D. R. P.	64
§ 9. Bauweise nach Prof. Dr. Kippenberger	65

§ 10. Verfahren von Callias	66
§ 11. Bauweise von H. A. Wayß	67
§ 12. Terosalt	68
§ 13. Reformgußverfahren	68
§ 14. Die Bauweise Philippin	69
Allgemeine Vorschriften des englischen Wegeamtes über die Deckenherstellung mit Teermakadam	70

b) Innenteerung unter Verwendung emulgierbarer Flüssigkeiten.

Das Kitonverfahren	71
Literatur	72

Abschnitt III.

**Brauchbarkeit und Wirtschaftlichkeit verschiedener
Staubbindemittel.**

Kapitel I.

Wasser- und Laugenbesprengungen.

§ 1. Die Wasserbesprengung	75
§ 2. Besprengung mit Chlorcalciumlauge	77
§ 3. Besprengung mit Chlormagnesiumlauge	79
§ 4. Rustomit	81
§ 5. Standutin	82
§ 6. Endlaugen der Sulfitzelluloseindustrie	82
§ 7. Westrumit	83
§ 8. Akonia	84
§ 9. Dusterit	85
§ 10. Gewerbesalz	85
§ 11. Kosten verschiedener Staubbindemittel	85
§ 12. Schlußfolgerung	92

Kapitel II.

Die Oberflächenteerung	94
Literatur	134

Kapitel III.

Die Innenteerung	136
Literatur	186

Gesamtschlußfolgerungen und Vorschläge zur wirksameren und wirtschaftlicheren Bekämpfung des Staubes auf Straßen	188
---	------------

Sachregister.

	Seite		Seite
Ablangen d. Sulfitzellulosefabrikation	22	Besprengung mit Wasser	75
Aeberliverfahren, Ausführungsweise		— mit Westrumit	83
des	60	Bindemittel, Verteilung derselben	143
Akonia, Beschaffenheit des	23	Bindewald'sches Verfahren; Ausführungsweise des	63
— Versuche mit	84	Bitulithikpflaster; Ausführungsweise des	59. 60
Ammoniakwasser	26	Bleiglanzschlacke, Zusammensetzung der	66
Analysenvergleich englischer und amerikanischer Teere	40. 41	Callias, Bauweise von	66. 67
Anthrazen	28. 30. 43	Caufourier, P., Ingenieur	101
Anthrazenöl	27. 30. 42. 43	Chinolin; spez. Gewicht und Siedepunkt des	30
Antidustin	23	Chlorkalcium; Zusammensetzung des	20
Asphaltöl, Vorschriften in Amerika für	32. 33	— lauge; Besprengung mit	77
Ausgeführte Innenteerungen	148—185	Chlormagnesium; Zusammensetzung des	20
— Oberflächenteerungen (Zusammenstellung)	112	— lauge, Besprengung mit	79
Bacher, Verfahren von	52	Dammann, Bauweise von	52. 53
Bauweise, Dammann	52	Deckenherstellung mit Pechmörtelmakadam; allgem. Vorschriften für	53
— Prof. Dr. Kippenberger	65	Deckenmaterialverbrauch bei Oberflächenteerungen	48
— Philippin	69	Deckenstaub	15
— Rhouben	63	Destillation des Teers	25—31. 40. 41
— H. A. Wayss	67	Dresden, Ergebnis der Versuche mit Oberflächenmitteln	88
Baden; Versuche mit Oberflächenmitteln und Teerungen	11. 12	Duralit	23
Basel-Stadt; Unterhaltungskosten geteerter Steinschlagstraßen in	114	Dusterit	85
Bayern; Versuche mit Oberflächenmitteln und Teerungen	13. 14	Endlangen der Sulfitzelluloseindustrie, Versuche mit	82
Becher	2	— der Kaliwerke, Zusammensetzung der	22
Bedingungen d. Wegebauamts Nr. 4 für Teer Nr. 1	35. 36	Ergebnis der Versuche mit Laugenbesprengungen in Dresden	88
— des Wegebauamts Nr. 5 für Teer Nr. 2	36. 37	— Karlsbad	87. 144
— — Nr. 6 für Pech	38. 39	— Wiesbaden	86
Benzol, spez. Gewicht und Siedepunkt desselben	30	Fluoren, spez. Gewicht und Siedepunkt	30
— aus Gas- und Koksofenteer	43	Formeln für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit von Oberflächenteerungen	101
Berliner (engl.), Verfahren der Innenteerung	140		
Besandung geteerter Straßen	97. 98		
Besprengung mit Akonia	84		
— mit Chlorkalciumlauge	77		
— mit Chlormagnesiumlauge	79		
— mit Dusterit	85		
— mit Rustomit	81		
— mit Standutin	82		

	Seite		Seite
Fraktionen des Steinkohlenteers	27	Längsgefälle oberflächlich geteeter	
Francon, Ingenieur	2	Straßen	97
Gewerbesalz	85	Laugenbesprengungen in Karlsbad	87
Giranda	3	— in Wiesbaden	86
Gereinigter Teer, Vorschriften in		Le Gavriau	5
Amerika für	31. 32	Leichtöl, Siedepunkt	27
Gesundheitl. Schädigungen durch		Leichte Öle	42. 43
Straßenstaub	15	Mabloja	23
Gewicht, spez. von Teerölen und		Magnesiumchlorid	21
Pech	27. 30	Malik, Robert	68
Gladwellverfahren	52	Materialverbrauch an Teer bei Ober-	
Guglielminetti	3	flächenteerungen	48
Hambloch, Dr.	61	Mittelhartpech	27
Hartpech	27	Mischungsverhältnis, günstiges, des	
Henning, Baurat	60	Schotters bei Innenteerungen 141.	142
Hooley, Ingenieur	57	Nachteile des Akonia	84
Hufbeschlag, Umgestaltung des	191	— der Chlorkalcium- und -mag-	
Innenteerung	49. 136	nesiumlaugen	80
— Ergebnisse in Karlsbad	144	— des Standutin	82
— unter Verwendung emul-		— „ Wassers.	76
gierbarer Flüssigkeiten	71	— „ des Westrumit	83
I. Internationaler Straßenkongreß		Naphtalin	26. 28. 30. 42. 43
(Paris 1908); Beschlüsse des	132	Nassauer-Verfahren	60
II. — (Brüssel 1910)	132. 145	Niederschlagsmengen in verschie-	
III. — (London 1913)	145. 146. 147	denen deutschen Städten	124
Kaltes Öl	33	— — schweizerischen Städten 127	
Karbazol, spez. Gewicht und Siede-		Oberflächenteerung, Anweisung für	
punkt	30	die Ausführung von	99
Karlsbad, Ergebnis der Versuche		— Ausführung der	46. 94. 97. 98
mit Laugen	87	Oberflächenteerungen, ausgeführte,	
— — mit Innenteerung	144	in Deutschland (Zusammenstell.)	112
Keimverminderung durch Teerung	131	Oberflächenteerungen, durchschnitt-	
Kippenberger, Prof. Dr., Ausführung		liche Kosten (Zusammenstell.) 48.	112
der Bauweise nach	65. 66	— Materialverbrauch an Teer	48
Kitonverfahren	71	— Wiederholung der	48
Kleingeschlag, Art des	95	Öl, Beschaffenheit für Wegebespreng-	
Klimat, Einflüsse auf Teerungen	124	ungen in Neuyork	32. 33. 34.
Kohle, englische, sächs., Saarkohle,		Pech	28. 30. 38. 39. 42. 43
schlesische	29	— Vorschriften des Wegeamts	
Kohlenstoff	43	Nr. 6 in Neuyork für	38. 39
Korngröße des Schotters für Innen-		— Anweisung z. Schmelzen des	56
teerungen	138	Pechmörtelmakadam	49
Kosten verschiedener Staubbinde-		— allgemeine Vorschriften für	
mittel	85	die Herstellung	53
Kosten der Laugenbesprengung in		Pechmörtelmakadamverfahren, dop-	
Basel-Stadt	89	peltet, Vorschriften für	55
— Berlin, Breslau, Charlotten-		Petroleumrückstandöl	4
burg, Dresden, Düsseldorf. 90.	91	Pflanzenwuchs, Einfluß der Tee-	
— Bad Harzburg, Leipzig. 92.	93	rung	128. 129. 130
— Dresden	88	Phenantren, spezifisches Gewicht	
— Karlsbad	87	und Siedepunkt	30
— Wiesbaden	86	Philippin, Ausführung d. Bauweise	
Kosten für Oberflächenteerungen	48	nach	69. 70
Kostenverminderung in Basel-Stadt		Pitchmac, Ausführungsweise des	51
durch Teerung	119. 120	Pyknoten-Verfahren, Ausführungs-	
Kreosotöl	43	weise des	60. 61. 62
Kresol, spez. Gewicht u. Siedepunkt	30	Quarritepflaster, Ausführungsweise	
		des	58

	Seite		Seite
Querprofil oberflächig geteeter Straßen	96	Teermörtelmakadam	49. 50—57
R eformgußverfahren	68	Teerungskosten deutscher Straßen (Zusammenstellung)	195
Rhouben, Ausführung der Bauweise nach	63	— französischer Straßen	109
Rimini, Guido	3	Temperatur in verschiedenen deutschen Städten	125
Rohteer, Beschaffenheit in bezug auf die verwendete Kohlsorte	29	— in verschiedenen schweizerischen Städten	127
— — in bezug auf die Öfen	30	Terosalt	68
Ruhrkohle für Gasbereitung	29. 30	Toepel, Gebr.	64
Rustomit, Hauptbestandteile des	21	Tolnol	27. 30
— Versuche mit	81	Truppenverkehr auf bituminösen Decken	122
S and, Verwendung bei Oberflächen-teerungen	96	U nterhaltungskosten d. Oberflächen-teerungen bei Steigerung des Kraftwagenverkehrs	112
Schädigung, gesundheitliche, durch Straßenstaub	15. 16	— geteerte Steinschlagdecken in Basel-Stadt	114—120
— wirtschaftliche, durch Straßenstaub	17	— — in deutschen Städten (Tabelle).	112
— des Pflanzenwuchses durch Teerungen	128. 129. 130	V erkehrsdichte, Einfluß auf Unterhaltungskosten	112
Schlackenasphalt mit Bleiglanzschlacke	66	— für kies- und wassergebund. Makadamstr. in Massachusetts	122
Schottermaterial für Makadamstraßen	95	— Schwankungen in Sachsen	111
— für Innenteerungen	137	Verkehrstaub	15
Schweröl	27	Verkehrszählungen	122
Siedepunkt der Teerdestillate	27. 30	Versuche der Staubbekämpfung in Amerika	45
Smith, Walker	42	— — Baden	11
Sperrung des Verkehrs bei Ausführung von Teerungen	128	— — Basel-Stadt	6. 89
Spezifisches Gewicht des Leicht-, Mittel-, Schwer-Anthrazenöls und Pechs	27. 30	— — Bayern	13
Sprengelit, Beschaffenheit des	21	— — Frankreich	3. 4
Standutin, „	21	— — Österreich-Ungarn	7
— Versuche mit	82	— — Preußen	8
Steinkohlenteer, Zusammensetzung des Rohteers	24. 28. 42. 43	— — Sachsen	14
— Zusammensetzung des raffinierten Teers	28	— — Schweiz	6
Steinschlagdecken (geteerte), Herstellung in Basel-Stadt	113	— — Württemberg	14
Straßenkongreß, Beschlüsse	132. 145. 146. 147	— — Karlsbad	78. 79. 80
T ardieu	4	— — Wiesbaden	86
Tarmac, Ausführungsweise des	57	V orteile der Chlorkalcium- u. magnesiumlauge	80
Tarviaverfahren	52	— des Gewerbesalzes	85
Teeraufguß-Verfahren	50	— „ Rustomit	81
Teer, Zusammensetzung 25. 31. 40—43	31. 32	— „ Standutin	82
— gereinigter, in Amerika	31. 32	— der Wassersprengung	76
— Analysen von englischen und amerikanischen	40. 41	— „ Westrumitbesprengung	83
— Bedingung der Wegebauämter in Neuyork für	35—37. 45. 47	W alzgewichte	50
— Eigenschaften für Straßenbauzwecke	45. 47	Warren, Gebr.	5
Teerbeton, Herstellung	139	Wasserbesprengung	75
Teerbetonit, Ausführungsweise des	64. 65	Wassergasteer, Zusammensetzung	28
Teermakadam	49. 57. 71	Wasserverbrauch f. Straßenbesprengung in Dresden	77
Teermakadamstraßen, ausgeführte	148	Wayss, Bauweise nach	67
		Wegeamt, Ausführungen des, für Teer Nr. 1	35. 36
		— — für Teer Nr. 2	36. 37
		— — „ Pech	38. 39
		Weichpech	27

	Seite		Seite
Westrumit, Beschaffenheit	22	— Formeln für die Berechnung	
— Versuche mit	83	von Oberflächenteerungen	101
Wiederholung der Teerungen . 48.	128	X ylol	27. 30
Wiesbaden, Ergebnis der Versuche		Z usammensetzung d. Chlorkalciums	20
mit Laugen	86	— des Chlormagnesiums	20
Wiesbadener (deutsches) Verfahren		— der Endlaugen der Kaliwerke	22
der Innenteerung	140	— — d. Endlaugen Sulfitzellular-	
Wirtschaftsgrad, Begriff	80	loseindustrie	92
Wirtschaftlichkeit der Oberflächen-		— des Teers	25. 23
mittel	92		

Abschnitt I.

Allgemeines.

§ 1. Geschichtliche Einleitung.

Nach einer glänzenden Entwicklung unter den Römern begann mit dem Untergang dieses Volkes auch für den Straßenbau die Periode des allmählichen Verfalles. Wenn auch später, im Mittelalter, infolge der sich bildenden Handelsbeziehungen zwischen einzelnen bedeutenden Städten und Staaten Verkehrswege geschaffen werden mußten, so beginnt die Wiederaufnahme eines geordneten Straßenbaues doch erst im 18. Jahrhundert, als die Franzosen 1747 zu Paris eine Fachschule für Brücken- und Wegebau errichteten.

Der Aufschwung im Straßenbau war aber wiederum nur ein kurzer, da mit der Ausbreitung der Eisenbahnen, um die Mitte des 19. Jahrhunderts, die Straßen in ihrer Mehrheit erheblich an Bedeutung verloren. Einen bezeichnenden Wendepunkt in der Geschichte der Straßenbaukunst veranlaßte endlich in den letzten Jahren des 19. Jahrhunderts das Auftreten der Motorfahrzeuge. Nach Einführung dieser Fahrzeuge als Verkehrsmittel sahen sich die Straßenbauingenieure vor vollständig neue und wirtschaftlich sehr bedeutende Aufgaben gestellt, da sich bald herausstellte, daß die bisher üblichen Straßenbefestigungen den starken Angriffen der Motorlastwagen nicht mehr gewachsen waren. Durch die große Geschwindigkeit, welche die Motorfahrzeuge entwickeln, wurde die Inanspruchnahme der Straßen eine wesentlich andere und erhöhte, da alle, auf die Einwirkung bewegter Massen zurückzuführenden Beanspruchungen, mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wachsen. Gleichzeitig aber trat an die Ingenieure noch eine weitere, ebenfalls sehr wichtige Aufgabe, diejenige der Staubbekämpfung heran, der sich heute keine Stadt oder Straßenbauverwaltung mehr entziehen kann. Die rasch fahrenden Automobile verursachen, im

Gegensätze zu den langsam fahrenden, mit Pferden bespannten Fuhrwerken, namentlich auf chaussierten Straßen eine so unangenehme Staubentwicklung, daß die dadurch geschaffenen Verhältnisse eine unbedingte Abhilfe erfordern. Hierzu haben sich in den einzelnen Ländern, besonders innerhalb der letzten 15 Jahre, eine Reihe von Verfahren ausgebildet, die im Nachstehenden zunächst bezüglich ihrer Entwicklung kurze Erwähnung finden mögen.

Von den europäischen Ländern war es wiederum Frankreich, das, neben der Erbauung sachgemäß hergestellter Straßen, sich Verdienste um die Staubbekämpfung erwarb, indem namentlich die ersten bekannten Oberflächenteerungen von französischen Ingenieuren ausgeführt worden sind.

Das hierzu verwendete Teermaterial war ziemlich frühe, nämlich schon im 17. Jahrhundert bekannt. So findet sich in der, von Johann Joachim Becher, geb. 1635 zu Speyer, verfaßten „Närrischen Weisheit“ Nr. 36 u. a. folgende Angabe:

„In Holland hat man Torff und in Engelland Stein-Kohlen, beyde taugen nicht viel zum Brande, weder in Zimmern, noch zum Schmelzen, ich habe aber einen Weg gefunden, nicht allein beyde Sorten zu guten Kohlen zu brennen, die nicht mehr rauchen noch stincken, sondern mit den Flammen davon so stark zu schmelzen, als mit dem Holtze selbst, und so eine große Extension der Feuerflammen, daß ein Schuh solcher Kohlen 10 Schuhe lang Flammen machen; das ich im Haag demonstriert mit Torff und hier in Engelland bey dem Herrn Boyle mit Stein-Kohlen, auch in Windsor, darmit in grosso betrieben. Bei dieser Occasion ist auch merckenswürdig, daß, gleichwie die Schweden ihre Theer aus Kiefern-Holtz machen, also hab ich hier in Engelland aus Stein-Kohlen Theer gemacht, welche der Schwedischen in allem gleich gehet, und noch in etlichen Operationen darüber ist. Ich habe die Probe daran gethan, sowohl auff Holtz als auff Stricke, und ist die Probe gut gefunden worden, gestaltsam dann auch der König eine Probe davon gesehen, welches von Engelländischen eine gute Sache ist, und die Kohlen, wann die Theer daraus gezogen ist, seyn besser zum Gebrauch als vorhin.“

Becher ließ sich im Verein mit einem Henry Serle am 19. August 1681 seine Erfindung patentieren. Das Patent wurde erteilt auf „A new way of makeing pitch and tarre out of pit coale, never before found out or used by any other.“

Die Verwendung von Teer als Straßenbaumaterial schlug in Frankreich zuerst Mr. Ch. Tellier im Jahr 1867 vor, um dadurch einer raschen Abnützung der Chausseen vorzubeugen und den Staub und Schmutz auf denselben zu beseitigen. Vor ihm hatte zwar im Jahre 1854 ein Herr Francou, Ingenieur in Auch (Frankreich) in der Umgebung einer Gasanstalt Teer auf die Wege aufgebracht, doch kann von einem eigentlichen Versuch, bezüglich der Staubbekämpfung, hierbei wohl kaum die Rede sein. In demselben Jahre

soll Lelièvre Innenteerungen ausgeführt haben, die er jedoch infolge Geldmangels nur im kleinen Maßstabe herstellen konnte. Weitere Teerungen führten 1880 Christophe in St. Foy-la-Grande (Gironde) und 1888 Lavigne in St. Gaudens aus.¹⁾ Beide verwendeten hierzu Kohlenteer. 1896 benutzte Girandau in Luçon den Teer kalt und ohne Zusatz irgend eines anderen Stoffes. Über diese tastenden Versuche kam man indessen im 19. Jahrhundert auch in Frankreich nicht hinaus. Von einer systematischen Durchführung der Oberflächenteerungen kann erst seit den Versuchen des italienischen Ingenieurs Guido Rimini²⁾ gesprochen werden, der im Jahre 1901 in Lugo (Provinz Ravenna) erstmals teerte und sich sein Verfahren patentieren ließ. Im Jahre 1902 wurden hierauf in Italien Oberflächenteerungen in den Provinzen Turin und Mailand, 1904 in der Provinz Bologna³⁾, später, zum Teil in größerem Maßstabe, in den Städten Mailand, Genua, Turin, Neapel, Palermo, Verona, Modena, San Remo, Brescia, Treviso, Bologna, Ravenna usw. fortgesetzt.

Durch die Versuche Rimini's angeregt, nahm sich der bekannte Arzt Guglielminetti in Monte Carlo dieser Frage an und gründete in Frankreich die erste „Ligue contre la poussière sur les routes“. Von diesem Zeitpunkte an ist ein rasches Anwachsen der Versuche auf dem genannten Gebiete der Staubbekämpfung, namentlich in Bezug auf die Oberflächenteerung, festzustellen. Besonders zwei Faktoren erzeugten und erhielten das Leben dieser Bewegung: die überraschenden Erfolge, welche im Westen der Vereinigten Staaten von Nordamerika mit asphalhaltigen Rohölen erzielt wurden und das ständige Anwachsen des Kraftwagenverkehrs, dem gegenüber sich, wie bereits erwähnt, die bestehenden Landstraßen als unzulänglich erwiesen.

Auf Veranlassung Guglielminetti's wurden vom Jahre 1902 an in Monaco, Monte Carlo und Nizza Teerungen ausgeführt. In Nizza, auf der Promenade des Anglais, wurde dem Teer ein Siccativ (Terpentin) zugesetzt, um dadurch ein rascheres Trocknen zu erreichen. Da jedoch hiermit kein besseres Ergebnis, gegenüber der Verwendung des einfachen Steinkohlenteers, erzielt werden konnte, hat man dieses Verfahren in der Folgezeit wieder verlassen. Weitere

¹⁾ Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau, 1907; Nr. 12, S. 245—247.

²⁾ „La catramatura delle strade in Provincia di Ravenna (Lugo).“ *Le Strade*; Torino; 1905, S. 39 und 185.

³⁾ „La catramatura delle strade nella Provincia di Bologna.“ *dasselbst*; 1905, S. 132 und „Lavori eseguiti in circondario di Lugo in Provincia di Ravenna nell 1906“. *Dasselbst*; 1907, S. 83.

Versuche sind im Jahre 1902 laut „Bulletin de L'Association Generale Automobile“ zwischen dem 5. und 6. August auch in Champigny ausgeführt worden, wo eine 200 m lange Strecke eines 5—6 m breiten Vizinalweges geteert und eine Teilstrecke hiervon mit Petroleum behandelt wurde. In demselben Sommer sind überdies Teerungsversuche zur Verhinderung der Staubbildung im Juni und August auf der Chaussée nationale Nr. 144 und der Staatsstraße Nr. 141 zwischen der Brücke bei Jarnac über die Charente und der Eisenbahnstation Saintes Angoulême gemacht worden.¹⁾ In den folgenden Jahren wurden die Teerungsversuche in Frankreich mit besonderer Gründlichkeit und Zweckmäßigkeit durchgeführt; heute sind sie bereits zu einem Abschluß gebracht worden.

Der Gedanke, die Wege mit Erdöl zu besprengen, scheint zunächst in Rußland, später auch in Amerika entstanden zu sein, wo man 1898 z. B. in Los Angeles die Straßen mit Rohpetroleum begoß. Die damit erzielten guten Erfolge und die billige Beschaffung geeigneten Petroleums begünstigten die Einführung dieses Verfahrens in den Weststaaten, besonders in Kalifornien und Texas, wo es bald eine große Verbreitung fand. Im Jahre 1905 wurden auch in den östlichen Staaten durch Jackson Versuche angestellt. Das hierbei angewandte Verfahren war ein äußerst einfaches, indem man zu Beginn der Versuche genau wie bei der Wasserbesprengung verfahren ist.

Auf Grund der günstigen Ergebnisse, welche in Kalifornien und Texas mit Ölbesprengungen erzielt worden sind, ließ Tardieu, Wegedezernent im Departement Oran, im Jahre 1895 Ölungsversuche machen und zwar zunächst mit Aloöl, später mit Naphtaöl oder Astaki (Rohpetroleumrückstand). Das Ergebnis war ein solch zufriedenstellendes, daß weitere Städte in Algier, wie z. B. Oran, Bel Abbè, Algier usw. dieses Verfahren anwandten und beibehielten.

In Frankreich selbst hat im Jahre 1902 Herr Deutsch auf einige 100 m Länge eine Straße in Saint Germain mit Rückständen russischen Petroleums (Astaki oder Masut genannt) behandelt. Gleichzeitig wurden mit demselben Verfahren Versuche auf der Staatsstraße Nr. 141 und auf der Staatsstraße Nr. 10 von Paris nach Bayonne zwischen Versailles und St. Cyr-L'École, durchgeführt, auf welch' letzterer Strecke Pancrazi leichtes Petroleumrückstandöl verwendete. Doch wurden im Laufe der Zeit außer den Versuchen mit Oberflächenteerungen und Ölbesprengung, auch solche mit anderen Staubbindemitteln wie z. B. Odokreol, Rapidit,

¹⁾ Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau, 1903; Nr. 13, S. 193/194.

Pulveranto, Apulvit, Westrumit, Pulvivore, Poussiërite, Injectolin, und einer Anzahl hygroskopischer Salze mit mehr oder weniger gutem Erfolge ausgeführt.

Auch den kalten Teerungen wurde bereits im Jahre 1904 die Aufmerksamkeit der Ingenieure zugewendet; so teerte z. B. Le Gavrian¹⁾ in dem genannten Zeitraum in Versailles eine Straßenstrecke mit einem Gemenge aus 90 % kaltem Kohlenteer und 10 % schweren Ölen. In welchem Maße damals schon die Teerungsversuche in Frankreich gefördert worden sind, dürfte u. a. auch daraus hervorgehen, daß 1903 zusammen 3658 qm, 1904 jedoch bereits 42700 qm heißer Teerungen ausgeführt worden sind.

Ähnlich ging man in den ersten Jahren des 20. Jahrhunderts auch in England²⁾ im Kampfe gegen den Straßenstaub zu Werke. So wurden beispielsweise in Liverpool im Jahre 1902 die ersten Versuche in dieser Richtung durch Besprengung der Straßen mit Creosot-Öl und zwar in warmem und kaltem Zustande gemacht. Dem Creosot-Öl wurden kleine Zusätze von Pech oder Harz, auch Talg, beigegeben. Weitere Versuche sind mit heißem Kohlenteer, gewöhnlichem Petroleum und Rohpetroleum aus Texas ausgeführt worden. Im Sommer 1904 versuchte man auch die Besprengung der Straßendecken mit Westrumit, ferner mit Fichtenharzöl, Calciumchlorid und einer Art Creosot, die als sogenanntes „Crystallised Creosot“ auf den Markt gebracht wurde. Auch mit Teermakadam und Blöcken aus Betonmakadam wurde versucht, der Staubplage in wirksamer Weise, unter gleichzeitiger Verbesserung der Fahrbahndecken, entgegen zu treten.

Ganz besonders in England, wie auch in Amerika, wurde die Innenteerung ausprobiert. So sollen in Nottingham und in der Grafschaft Sheffield bereits in den sechziger Jahren des letzten Jahrhunderts Teerschotterstraßen zur Ausführung gekommen sein. Ebenso baute man in Liverpool schon im Jahre 1879 Teerschotterstraßen, wobei auf 1 cbm Kleingeschlag als bituminöses Bindemittel ungefähr 0,4 cbm Pech und 0,04 cbm Creosotöl verwendet worden sind. Ähnlich lagen die Verhältnisse bezüglich der Tiefenteerung in Amerika, woselbst nach Angaben der Gebrüder Warren³⁾, von diesen bis zum Jahre 1902 bereits 600000 qm Asphaltschotterstraßen ausgeführt worden sind. Eine sehr rasche Verbreitung fand in Amerika besonders auch das Bitulithikpflaster,

¹⁾ Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau; 1906; Nr. 27.

²⁾ Zeitschrift für Transportwesen u. Straßenbau, 1905. Nr. 18, S. 344/345.

³⁾ Bituminous Macadam Pavement. Eng. Record, 1902. Vol. 45, S. 84.

das dort im Jahre 1901 beispielsweise von der bereits genannten Firma, in den Städten: Pawtucket, Brooklin, Cambridge, Holyoke, New Bedford, Massachusetts und Salem im Umfange von 16400 Quadratyards verlegt worden ist. Wie rasch sich dieser bituminöse Makadam einführte, zeigen nach Angaben der Gebrüder Warren die in den folgenden Jahren bebauten Straßenflächen: 1902... 440831; 1903... 915630; 1904... 940231; 1905... 1091825 und 1906... 2881715 Quadratyards; dies entspricht innerhalb dem Zeitraum von 6 Jahren einem gesamten Flächenraum von nicht weniger als 5255361 qm.

Noch früher als diese vorgenannten Bauweisen, wurden Versuche mit Zementmakadam gemacht, der im Jahre 1892 erstmals in Belfontaine in Ohio ausgeführt worden ist und sich bis zum Jahre 1904 erhalten haben soll.¹⁾ Größere Zementmakadamstrecken kamen in den Jahren 1899 und 1903 in Toronto in Kanada zur Ausführung.

In demselben Zeitraum, da in den bereits genannten Ländern des europäischen Festlandes der Feldzug gegen die Staubplage eröffnet wurde, begann auch die Schweiz sich hieran zu betätigen. Bereits im Sommer 1902 wurden, auf Veranlassung des Kurvereins in Davos, daselbst Oberflächenteerungen ausgeführt.²⁾ Zu Anfang 1902 ließ der Oberingenieur des Kantons Genf eine Strecke der nach Lausanne und Florissant führenden Landstraße teeren, sowie einen großen öffentlichen Platz vor dem Theater in Genf mit „Mazout“ d. i. Erdöl, dem das Petroleum und Benzin bereits entzogen ist, erfolgreich behandeln. Besonders ausgedehnte und systematisch durchgeführte Versuche auf diesem Gebiete hat der Kanton Basel-Stadt³⁾ zu verzeichnen. Dort wurden in den Jahren 1903—1905 Besprengungen mit Westrumit, 1905 mit Basilit, 1904—1908 mit Asphaltineöl, 1907—1912 mit Calciumchlorid ausgeführt. Die ersten Versuche mit Oberflächenteerungen, mit denen man in Basel besonders gute Erfahrungen gemacht hat, stammen aus dem Jahre 1904, diejenigen der Innenteerungen aus dem Jahre 1912.

¹⁾ Municipal Engineering. Band XXVII u. Judson: „City Roads and Pavements“.

²⁾ Zeitschrift für Transportwesen u. Straßenbau, 1902. Nr. 31, S. 505.

³⁾ Über die Herstellung von Schotterdämmen unter Verwendung von Teer, Bitumen und Asphalt in der deutschen Schweiz mit besonderer Berücksichtigung der Bekämpfung des Straßenstaubes und Verwendung von Steinkohlenteer beim Unterhalt der chaussierten Straßen im Kanton Basel-Stadt. Bericht an den III. Internat. Straßenkongreß (London 1913), erstattet von Rich. M. an der Auer, Straßeninspektor des Kantons Basel-Stadt.

Heute hat der Kanton Basel-Stadt an Oberflächenteerungen von Fahrbahnen und Gehwegen bereits ca. 550000 qm ausgeführt. Seit dem Jahre 1914 wird hierzu Steinkohlenteer verwendet.

Zahlreiche Teerungen sind im Jahre 1903 auch in den Kantonen Genf, Waadt, Neuenburg und Bern ausgeführt worden. An Bauten von Schotterstraßen mit Bindemitteln aus teerigen, bituminösen und asphaltigen Stoffen als Einbaumittel, sind bis heute, wenigstens in den französischen Kantonen, nur wenige Versuche gemacht worden und zwar: 1910 im Kanton Waadt nach dem seit 1909 bestehenden System Philippin (Teer- und Asphaltbrei), 1909 im Kanton Waadt nach System Aeberli und 1912 in dem Kanton Waadt und Genf nach dem sogenannten System „Reformguß“ (Teer, Asphalt, Harz usw.).

Auch in Österreich-Ungarn, sowie in Griechenland (1909), wurden Versuche zur Bekämpfung des Straßenstaubes gemacht. In Österreich sind von den Versuchen städtischer Straßenbauverwaltungen besonders diejenigen von Karlsbad hervorzuheben. Schon in den Jahren 1904 und 1905 wurden dort kleinere Straßenstrecken geteert; die günstigen Ergebnisse dieser Teerungen führten im folgenden Jahre 1906 dann zu größeren Versuchen unter Verwendung von Steinkohlengasteer aus der städtischen Gasanstalt in Donitz. In demselben Jahre wurden auch Versuche mit Westrumit, Akonia, Stopdust, Standutin, Expreßol, Calciumchlorid, Magnesiumchlorid, Hartmanit, Sprengelit usw. gemacht, die zum Teil im Jahre 1907 fortgesetzt worden sind. Gleichzeitig wurden auch Versuche mit Tiefenteerungen eingeleitet und in den folgenden Jahren fortgesetzt.

Ungefähr zu derselben Zeit (1906 und 1907) begann auch die österreichische Regierung in Tirol Versuche mit Oberflächenteerungen anzustellen. Innerhalb des Zeitraumes 1907—1911 wurden diese Versuche auf weitere 10 Kronländer ausgedehnt und zwar mit solchem Erfolge, daß am Ende des Jahres 1911 eine Fahrbahnfläche von insgesamt 1162931 qm österreichischer Reichsstraßen mit Oberflächenteerungen versehen waren, die sich auf die einzelnen Kronländer folgendermaßen verteilen¹⁾:

¹⁾ Th. Bradaczek, K. K. Baurat im Minist. der öffentl. Arbeiten in Wien. Bericht, erstattet für den III. Internationalen Straßenkongreß; London, 1913.

Kronland	Länge m	Fläche qm
Niederösterreich .	57 820	308 800
Oberösterreich . . .	35 192	189 435
Salzburg	33 906	193 888
Steiermark	1 985	9 920
Kärnten	600	2 400
Küstenland	2 545	12 423
Tirol u. Vorarlberg	11 698	65 562
Böhmen	53 207	309 083
Mähren	6 534	53 640
Schlesien	1 060	4 240
Galizien	2 960	13 540
	207 507	1 162 931

Diese Versuche sind auch auf die Innenteerung ausgedehnt worden, nach welcher in den Jahren 1907—1911 zusammen 88 529 qm österreichischer Reichsstraßen hergestellt worden sind.

In Deutschland, wo man gegenüber Amerika, England und Frankreich, erst etwas später mit weitgehenderen Versuchen zur Staubbekämpfung begonnen hat, ist deren Durchführung dann in einer umso gründlicheren Weise betrieben worden. Gleichwie in den anderen Ländern, wurden auch innerhalb der verschiedenen deutschen Bundesstaaten diese Versuche sowohl auf die Mittel zur Straßenbesprengung, als auch auf die Oberflächen- und Tiefenteerungen ausgedehnt. In Preußen, wo die Staubbekämpfungsversuche in größerem Maßstabe ausgeführt worden sind, kann Köln, das schon 1891 und 1893 alte Straßen teerte, das Verdienst beanspruchen, die ersten Versuche in Deutschland in dieser Richtung unternommen zu haben. Später, im Jahre 1903, begannen die staatlichen Straßenbauverwaltungen, vor allem diejenigen der Rheinprovinz, mit Oberflächenteerungen, die auf folgenden Strecken zur Ausführung gekommen sind ¹⁾:

Landesbauamt	Straßenstrecke	von km	bis km
	1903		
Koblenz	Koblenz-Olpe	1,6	1,7
Düsseldorf	Düsseldorf-Mühlheim-Münster	6,3	6,6

¹⁾ Zeitschrift für Transportwesen u. Straßenbau, 1906. Nr. 36, S. 735/736.

Landesbauamt	Straßenstrecke	von km	bis km
1904			
Saarbrücken	Trier-Saarbrücken-Saargemünd	84,9	85,4
	” ” ”	86,5	87,0
Trier	Trier-Luxemburg	3,3	3,8
Kreuznach	Kreuznach-Ebernburg	1,88	2,38
Koblenz	Koblenz-Olpe	1,7	2,2
Bonn	Cöln-Trier	32,7	33,9
	Cöln-Mainz	30,8	31,305
Aachen S.	Aachen-Lüttich	6,4	6,9
” N.	Aachen-Roermond	5,1	5,6
	Aachen-Cöln	19,2	19,7
Cöln	Cöln-Trier	11,21	11,63
Siegburg	Beuel-Honnel	6,914	7,916
	Beuel-Overath	2,355	3,310
	Koblenz-Olpe	86,946	87,036
	” ”	88,100	89,146
Crefeld	Neunkirchen-Betzdorf	10,067	10,085
	Aachen-Crefeld	53,2	53,7
	Düsseldorf-Neuß-Cöln	1,5	1,592
	” ” ”	1,622	2,2
	Grefrath-Hülz	8,1	8,6
	Crefeld-Süchteln	12,0	12,5
Düsseldorf	Düsseldorf-Mühlheim-Münster	10,707	11,313
Cleve	Düsseldorf-Cleve	92,430	92,853
1905			
Kreuznach	Bingen-Tarbach	3,73	4,64
Bonn	Cöln-Trier	32,515	32,7
	” ”	33,9	34,237
Aachen S.	Aachen-Lüttich	5,2	5,7

Landesbauamt	Straßenstrecken	von km	bis km
Cöln	Cöln-Luxemburg 1	18,65	18,85
	„ „ 2	18,35	18,45
	„ „ 3	18,45	18,65
Siegburg	Mühlheim-Altenkirchen	21,3	21,7
	„ „	21,7	21,9
	„ „	30,6	31,6
	Nierdöllendorf-Kircheip	8,6	8,85
	„ „	8,85	9,048
Crefeld	Heerdt-Abtshof	14,412	14,828
	„ „	14,828	15,1
Crefeld 2	Aachen-Crefeld	54,0	54,5
	Viersen-Schwarzenpuhl	2,1	2,7
	„ „	2,7	2,8
Düsseldorf	Beurath-Toche	1,950	2,1
Bonn	Cöln-Trier	33,5	33,7

Von Städten, in denen Oberflächenteerungen seitens ihrer Straßenbauverwaltungen versuchsweise zur Ausführung gekommen sind, wären zu erwähnen:

Crefeld (1906), Hannover (1908), Gelsenkirchen (1908), Braunschweig (1908), Hagen i. W. (1908), Charlottenburg (1908), Wiesbaden (1909), Düsseldorf (1911), u. a.

Mit Tiefenteerungen, wie z. B. mit Quarrite, wurden Versuche größeren Umfanges 1908/09 auf der Döberitzer Heerstraße, 1909 in Steglitz bei Berlin, 1910 in Lankwitz bei Berlin angestellt. Mit dem Nassauer Verfahren wurden von Henning im Jahre 1909 bei Braubach und an der Hohenrheiner Brücke bei Niederlahnstein Versuche gemacht, denen sich im September desselben Jahres die Provinzialverwaltung anschloß, die das Verfahren auf den Provinzialstraßen bei Oberwesel und bei Sayn angewandt hat. Im Verein mit Dr. Hambloch hat Henning diese Bauweise weiter ausgebildet und als „Pyknotonverfahren“ bezeichnet.

Heute sind fast alle bisher bekannten Mittel und Verfahren in mehr oder weniger großem Umfange von einer großen Zahl städtischer und staatlicher Straßenbauverwaltungen erprobt worden, die aber an dieser Stelle nicht alle aufgeführt werden können. Auch Baden hat schon im Jahre 1903, also kurz nach dem Bekanntwerden der französischen Versuchsergebnisse, den Kampf gegen die Staubplage aufgenommen. Hier waren es vor allem die städtischen Bauverwaltungen, welche mit den Versuchen vorangegangen sind. In welchen Orten und Zeiträumen sich diese hauptsächlich abspielten, lassen die beiden nachstehenden Zusammenstellungen erkennen:

TABELLE I.

Versuche badischer Städte mit Staubbekämpfungsmitteln zur Besprengung der Straßen¹⁾:

Ort der Versuche	Staubbindemittel	Jahr der Ausführung
Mannheim	Universalöl	1903
Baden-Baden	Westrumit	1903
Karlsruhe	"	1904
Bruchsal	"	1905
Lahr	Zelluloseabwässer	1905
Karlsruhe	Rustomit	1907
Konstanz	Westrumit	1907
"	Meisners Staub- vertilger	1907

¹⁾ Zeitschrift für Transportwesen u. Straßenbau, 1908. Nr. 33, S. 698/699.

TABELLE II.

Versuche badischer Städte zur Staubbekämpfung mittelst
Oberflächenteerung¹⁾.

Ort der Teerung	Zeit der Ausführung derselben	Geteerte Fläche in qm
Baden-Baden	Juli 1903	2 000
Lahr	Juli 1903	—
Karlsruhe	Juli 1904	1 800
„	Juli 1905	1 700
„	Juli 1906	4 180
Mannheim	August 1907	6 812
„	Juli 1907	19 420
Karlsruhe	Juni/Juli 1907	3 220
Pforzheim	Juli/August 1907	14 300
Lahr	August 1907	3 270
Freiburg	Juli/August 1907	36 870
Schopfheim	August/September 1907	2 120
Villingen	August 1907	3 900
Konstanz	Juni/Juli 1907	315
Heidelberg	Juli 1908	—

Den städtischen Verwaltungen schloß sich die großherzogliche Straßenbauverwaltung seit 1905 an und teerte in diesem Jahre auf der Durlacher Allee eine Fläche von 4160 qm; 1906 wurden die Teerungsversuche fortgesetzt und insgesamt 4160 qm, 1907 zusammen 12 400 qm an Oberflächenteerungen ausgeführt. Später wurden diese Versuche auch auf die einzelnen Verfahren der Innenteerung ausgedehnt.

¹⁾ Zeitschrift für Transportwesen u. Straßenbau, 1908. Nr. 33, S. 698/699.

In Bayern kamen die ersten Teerungsversuche zur Staubbekämpfung ebenfalls im Jahre 1903 zur Ausführung und zwar in Augsburg. In demselben Jahre erteilte auch die Generaldirektion der Kgl. Bayerischen Staatseisenbahnen den ihr unterstellten Behörden die Weisung, solche Wegübergänge, bei denen sich die Besprengung mit Wasser zur Staubbekämpfung als unzureichend erwiesen habe, versuchsweise mit Teeröl zu besprengen.¹⁾

Im Jahre 1904 wurde in München eine besondere „Gesellschaft zur Bekämpfung des Straßenstaubes“ gegründet, die sich jedoch später wieder aufgelöst hat. Immerhin hat dieselbe insofern Gutes geleistet, als sie auf die Bedeutung dieser, für das öffentliche Gesundheitswesen wichtigen Frage nachdrücklich hingewiesen und weitere Kreise hierfür aufgeklärt und interessiert hat. Es wurden dann auch von einer Reihe städtischer und staatlicher Straßenbauverwaltungen Staubbekämpfungsversuche unternommen, so z. B. Oberflächenteerungen im Jahre 1904 in Nürnberg, 1905 in Kaiserslautern, 1908 in Würzburg, 1910 in München usw. In besonders dankenswerter Weise nahm sich die Kgl. Bayerische Oberste Baubehörde dieser Sache an, die durch die ihr unterstellten Straßenbauämter Teerungen in größerem Maßstabe ausführen ließ, die auch recht befriedigende Ergebnisse hatten.²⁾ So wurden beispielsweise im Jahre 1908 Oberflächenteerungen ausgeführt bei Traunstein, 1910 bei Aibling, Kochel, Lindau, Ludwigshafen, Nürnberg, Bad Kissingen, in einer Gesamtausdehnung von 7,7 km. Aber auch mit anderen Staubbindemitteln wurden Versuche angestellt, so z. B. 1908 mit Chlormagnesium und Calciumchlorid auf der Staatsstraße Berchtesgaden-Königsee, in Tegernsee und Traunstein, auf einer Strecke von zusammen 4,7 km. Diesen Versuchen schlossen sich in den folgenden Jahren 1909 und 1910 solche mit Epphygrit an, das in Berchtesgaden, Traunstein, Garmisch-Partenkirchen, Tegernsee und Oberammergau auf einer zusammen 12 km langen Strecke verwendet worden ist.

Staublegungsversuche mit Kiton wurden erstmals 1909 von dem Erfinder dieses Mittels und auf dessen Kosten bei Ludwigshafen ausgeführt. Ausgedehntere Versuche damit folgten 1910 auf den Staatsstraßen Speyer-Worms und Kaiserslautern-Ludwigs-

¹⁾ Zeitschrift für Transportwesen u. Straßenbau, 1904. Nr. 8, S. 140.

²⁾ „Über die Staubbekämpfung auf den bayerischen Staatsstraßen.“ Herausgegeben von der Kgl. Bayer. Obersten Baubehörde im Staatsministerium des Innern. München. — Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau, 1912. Nr. 18 und 19.

hafen und 1913 auf den Staatsstraßen Augsburg-Ulm von km 2,976 bis km 3,986 und Augsburg-Regensburg von km 1,760 bis km 2,200.

Die ersten Versuche mit Teermakadam, nach dem System Aeberli, wurden im Jahre 1908 in einer Ausdehnung von 500 m Länge auf der Staatsstraße Rosenheim-Salzburg, nächst Traunstein, ausgeführt. Weitere Versuche damit folgten: 1909 auf der Staatsstraße Nr. 17 „Bamberg-Lobenstein“ in einer Ausdehnung von 900 m und auf der Staatsstraße Nr. 11 „Augsburg-Kempten-Lindau“ bei Langeringen auf eine Länge von 1174 m. 1910 wurde eine Strecke der Staatsstraße Schwabmünchen-Türkheim nach demselben Verfahren behandelt. Die Breining'sche Ausführungsweise wurde im Jahre 1910 auf den Staatsstraßen Nr. 36 „Friedensau-Ludwigshafen a. Rh.“ und Nr. 54 „Kaiserslautern-Ludwigshafen a. Rh.“ und Nr. 113 „Regensburg-Nürnberg (bei Nürnberg)“ in einer Gesamtausdehnung von zusammen 2387 m versuchsweise angewandt. In demselben Jahre wurde endlich auch mit dem Nassauer Verfahren der Innenteerung ein Versuch angestellt und zwar auf einer 400 m langen Strecke der Staatsstraße Nr. 145 „Würzburg-Ansbach“ in der Nähe von Würzburg.

In Württemberg sind, außer einigen Versuchen bei Künzelsau, solche, wenigstens seitens der staatlichen Behörden, im größeren Umfange nicht durchgeführt worden. An Versuchen städtischer Straßenbauämter sind besonders die 1907 in Ludwigsburg und später in Stuttgart ausgeführten zu erwähnen. Dagegen hatte man in Sachsen seinerzeit Staubbekämpfungsversuche gemacht, die jedoch nur teilweise zu Erfolgen geführt haben. Ungünstige Erfahrungen ergaben sich dort besonders bei den Oberflächenteerungen, weshalb diese von der staatlichen Straßenbauverwaltung wieder aufgegeben worden sind. Gute Erfolge haben dagegen manche städtische Bauverwaltungen z. B. Leipzig und Dresden aufzuweisen, die bereits im Jahre 1903 mit Staublegerungsversuchen begonnen hatten.

§ 2. Der Straßenstaub.

Man kann den Straßenstaub bezüglich seiner Herkunft bekanntlich in zwei Hauptarten einteilen, nämlich: 1.) in den Deckenstaub und 2.) in den Verkehrsstaub.

Der Deckenstaub entsteht infolge Abnützung der Straße selbst; seine Bildung wird durch die mechanischen Wirkungen der Räder und Hufe, sowie durch chemische und physikalische Einflüsse bewirkt. So ist zum Beispiel das Wasser, das stets einen gewissen Prozentsatz Säuren — Kohlensäure, schweflige Säure, Humussäure — und dergl. enthält, im Stande, eine langsame Zersetzung der mineralischen Bestandteile vieler Gesteinsarten, welche zu Straßenbauzwecken Verwendung finden, herbeizuführen. Auch säurefreies Wasser vermag auf einige Gesteinsarten zersetzend einzuwirken. Die chemische, zersetzende Tätigkeit des Wassers macht sich anfangs nur in geringem Grade bemerkbar; sie schreitet aber mit der, unter den Beanspruchungen des Verkehrs erfolgenden Zertrümmerung des Steinmaterials rasch fort und führt schließlich eine mehr oder weniger weitgehende Zerstörung des Materiales herbei. Freilich vermag bei Schotterdecken diese Tätigkeit des Wassers in manchen Fällen auch eine günstige Wirkung hervorzubringen, indem hierdurch eine festere Verkittung der einzelnen Steinstücke bewirkt werden kann. An physikalischen Einflüssen, die zur Abnützung der Schotterdecken und dadurch zur Staubbildung beitragen, sind als die wirksamsten die der Atmosphärien, — des Frostes, Regens und Windes — zu nennen.

Der Verkehrsstaub wird, wie schon die Bezeichnung sagt, in der Hauptsache der Straße durch den Verkehr zugeführt, so z. B. durch die Beförderung staubender Stoffe (bei Zement- und Kalktransporten, Beförderung von Backsteinen usw.), durch Bautätigkeit (bei Abbruch alter Gebäude, Zubereitung von Beton), durch Müllabfuhr usw.; auch ist seine Herkunft aus den Wohnungen nachweisbar. Seine Zusammensetzung ist, je nach den örtlichen Verhältnissen, eine verschiedene. Im Großstadtstaub findet man Teilchen verwitterter Tierexkreme, Pflanzenfasern, Kohlentelchen, Hautschuppen, Tierhaare, Abkehrprodukte von den Bürgersteigen, tierische und menschliche Auswurf- und Abfallstoffe, Eisen- teilchen, Kalkteilchen, Glassplitter, Sand, Lederteilchen, von der Abnützung der Schuhbekleidung herrührend, Pflanzensamen, Schimmel- und Hefepilze, Bakterien usw.

Die Gefährlichkeit des Straßenstaubes in gesundheitlicher Hinsicht besteht vor allem darin, daß durch die scharf-

kantigen und spitzen Staubeilichen die menschlichen Atmungsorgane Verletzungen erleiden können, die zu Katarrhen führen, die Luftwege für die Aufnahme von Bakterien empfänglich machen und beim Eindringen in die Lungengewebe dort krankhafte Veränderungen herbeizuführen vermögen. Dies läßt sich besonders im Vorfrühling und im Spätherbst beobachten, wo bei uns in den gemäßigten Klimaten jene plötzlichen, starken Luftströmungen, bedingt durch rasche Temperaturwechsel, auftreten, durch welche die nicht völlig ausgetrockneten Massen des Straßenstaubes in die Luft gewirbelt, eingeatmet und geschluckt werden. Durch letzteren Umstand hervorgerufen, treten z. B. nach Prof. Schottelius¹⁾ die in jenen Jahreszeiten häufigen, akuten Entzündungen des Isthmus faucium auf, was um so erklärlicher erscheint, als durch eine Reihe von bakteriologischen Untersuchungen, außer dem Erreger des Wundstarrkrampfes (*Bac. tetanus*) die gewöhnlichen Eitererreger, wie Staphylokokken, Streptokokken und Bazillen des malignen Ödems im Straßenstaube einwandfrei festgestellt werden konnten. So wurden beispielsweise im Straßenstaub von Berlin im Jahre 1913 an einem Tag ohne Niederschläge auf 1 qcm Flächenraum 7 Kolonien, an einem andern Tage mit Niederschlägen 2 Kolonien gefunden, die vorwiegend aus Sarcinen und Kokken bestanden. Außer den genannten pathogenen Bakterien können zur Infizierung des Isthmus faucium — der Tonsillen, des Gaumensegels und der hinteren Rachenwand — auch noch andere, nicht eigentlich spezifisch menschlich krankheitserregende Bakterien, z. B. Spaltpilze und sonstige niedere Mikroorganismen beitragen. Glücklicherweise gehen die meisten pathogenen Bakterien im Straßenstaube infolge der Einwirkung des Sonnenlichtes zu Grunde. Die gefährlichsten Krankheitserreger, die der Pest und Cholera, können überhaupt nicht durch den Straßenstaub verbreitet werden, wie die Untersuchungen von Koch und Kitasato einwandfrei bewiesen haben. Anders verhalten sich solche Bakterien, die im Gegensatze zu den beiden letztgenannten Erregern, zu ihrem Fortkommen sehr wenig Wasser benötigen oder, wie z. B. die Sporen und Tuberkelbazillen, in ihrer Umhüllung eine Schutzeinrichtung gegen raschen Wasserverlust besitzen. Trotzdem spielt der Tuberkelbazillus im Straßenstaub, ebenso wie auch der Typhusbazillus, für die Verbreitung von Infektionskrankheiten nur eine sehr untergeordnete Rolle, da beide infolge Austrocknung verhältnismäßig rasch zu Grunde gehen. Eine er-

¹⁾ Die Schädlichkeit des Straßenstaubes vom medizinischen Gesichtspunkt. Münchener medizinische Wochenschrift, 1903; S. 1068.

heftlich gefährlichere Infektionsquelle für Tuberkulose ist der Wohnungstaub, der aber hier nicht weiter besprochen werden soll.

Neben den vorgenannten gesundheitlichen Nachteilen veranlaßt der Straßenstaub auch wirtschaftliche Schädigungen, die sich namentlich in solchen Gegenden, die viele Bade- und Luftkurorte aufweisen, in recht bedenklichem Maße bemerkbar machen können. In dieser Hinsicht sind nach einem Bericht der Kgl. Bayerischen Obersten Baubehörde¹⁾ hauptsächlich drei Gesichtspunkte beachtenswert, nämlich:

1. Wirtschaftliche Schädigungen der an den Straßen Wohnenden;
2. Wirtschaftliche Schädigungen infolge Entwertung der längs der staubenden Straßen liegenden landwirtschaftlichen Grundstücke und
3. Belästigung der auf den Straßen zu Fuß oder Wagen verkehrenden Personen.

In der ersten Gruppe wären hier hauptsächlich jene Schädigungen zu erwähnen, die aus der Veranlassung, auch bei schönem Wetter die Fenster nicht zu öffnen und der sich daraus mancherorts ergebenden Unvermietbarkeit, bezw. Entwertung solcher Wohnungen und der etwa dazugehörigen Hausgärten entstehen. Dies ist besonders für Sommerfrischen und Kurorte von höchster Bedeutung, da hier die Staubplage zur völligen Verödung führen kann, dann aber auch für die Villen- und Arbeiterhäuserkolonien, die dem meist gepflasterten Weichbild größerer Orte vorgelagert sind. Weiter käme noch u. a. die Schädigung an Waren in den Geschäften, namentlich solcher für Nahrungsmittel, die erschwerte Reinhaltung der Kranken- und Operationssäle usw. in Betracht.

Zur zweiten Gruppe gehört die Entwertung der landwirtschaftlichen Grundstücke, Gemüsegärten und dergl. Besonders bei Wiesen, die in engen Tälern mit vorwiegend Landwirtschaft treibender Bevölkerung, vielfach ohnehin in kaum ausreichender Weise vorhanden sind, macht sich die Staubplage durch die fortwährende Ablagerung von Schmutz äußerst nachteilig bemerkbar, da neben einer Wachstumsbehinderung das Gras unter Umständen in einer für das Vieh gesundheitsgefährdenden Weise verdorben werden kann. Wo die Landwirtschaft auf solche Grundstücke allein angewiesen ist, wie dies z. B. öfters in vielbesuchten Gebirgstälern zutrifft, kann die Verstaubung bei lang anhaltender Trockenheit verhängnisvoll werden.

¹⁾ „Über die Staubbekämpfung auf bayerischen Staatsstraßen.“ Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau, 1912. Nr. 18 und 19.

In die dritte Gruppe endlich gehört der Umstand, daß infolge Staubbelästigung in der Nähe von Städten beliebte Spaziergänge auf Landstraßen gemieden und die zugehörigen, oder in der Nähe gelegenen Ausflugs- und Erholungsstätten nicht mehr besucht werden.

Endlich wären noch solche wirtschaftliche Schädigungen anzuführen, die infolge der Gefährdung der Verkehrssicherheit auf Landstraßen, namentlich bei starkem Automobilverkehr, eintreten können.

Abschnitt II.

Mittel und Verfahren zur Bekämpfung des Straßenstaubes.

Im wesentlichen haben sich bis heute zur Bindung und Verminderung des Straßenstaubes nachbenannte Mittel eingeführt und folgende Verfahren damit ausgebildet:

a) Die Besprengung der Straßenoberfläche mit Lösungen wasseranziehender Salze; b) die Besprengung der Straßenoberfläche mit Rohpetroleum, Teerölen und anderen leicht flüssigen Ölen ähnlicher Beschaffenheit; c) die Besprengung der Straßenoberfläche mit wasserlöslichen, d. h. mit Wasser emulgierbaren Ölen; d) das Aufbringen von Steinkohlen- und anderen Teeren auf die Fahrbahn und Gehwegdecke (die sogenannte Oberflächenteerung); e) die Verwendung von Steinkohlen- oder anderen Teeren und ähnlichen dickflüssigen Substanzen innerhalb des Schotterkörpers von Makadamstraßen (Innenteerung); f) die Verwendung von emulgierbaren Ölen innerhalb der Schotterdecken bei Makadamstraßen.

Kapitel I.

Besprengung der Straßen.

Von den unter die Gruppen a) bis c) fallenden Mitteln, von denen, wie schon früher bemerkt, die Ölbesprengung bei uns nicht eingeführt werden konnte, sind bis heute bereits eine recht erhebliche Anzahl auf den Markt gebracht worden. Es mögen hiervon folgende genannt sein:

Chlorcalcium, Chlornatrium, Chlormagnesium, Gewerbesalz, Sprengelit, Dusterit, Rustomit, Antistaubit, Duralit, Akonia, Ephygirit, Fixatolit, Coeberit, Expressol, Westrumit, Apokonin, Geolin, Hartmannit, Stopdust, Liebleinöl, Simplizit, Zibellit, Standutin, Solutin, Spezialöl, Antistof, Vidnol, Gulophin, Bitumit, Bavnit,

Odokreol, Rapedit, Zylith, Sadol-Vaseline, Goudrogenit, Compactarium, Mabloja, Westrumit-Asphalt, Injektolin, Endlaugen der Kali- und Sulfitzelluloseindustrie.

Damit dürfte die Liste der bis heute bekannten Mittel, von denen viele, infolge ihrer Wertlosigkeit für die beabsichtigten Zwecke, ebenso rasch als sie auftauchten auch wieder verschwunden sind, ziemlich erschöpft sein. Von einigen der bekannteren Mittel, die unter gewissen Umständen mit Erfolg verwendet werden, möge im folgenden eine kurze Charakteristik gegeben werden:

Das von den deutschen Sodawerken in Bernburg in den Handel gebrachte Chlorcalcium hat nach Angabe der Firma folgende Zusammensetzung: ca. 75,982 % Chlorcalcium, 0,049 % Chlornatrium, 0,031 % Gips, 0,024 % Kieselsäure, 0,023 % Eisen, 0,014 % Tonerde, 0,019 % Kalk, 23,852 % Wasser.

Die Verwendung dieses Staubbindemittels erfolgt entweder in trockener oder flüssiger Form. Im ersteren Falle, bei der sogenannten trockenen Methode, wird gekörntes Chlorcalcium mittels Streumaschinen auf die Straßendecke aufgebracht, wobei im Durchschnitt auf 1 qm Fläche etwa $\frac{1}{4}$ kg Salz erforderlich ist. Infolge der stark wasseranziehenden Eigenschaft des Chlorcalciums nimmt dieses sofort Feuchtigkeit aus der Luft auf und verbindet sich dadurch fest mit der Steinschlagdecke, so daß ein Abtragen des Salzes durch Wind, was mancherorts schon befürchtet worden ist, nicht in nennenswertem Maße stattfinden kann. Ebenso sind schwache Regenfälle unbedenklich. Nur anhaltender starker Regen bewirkt eine teilweise Auflösung und ein Abschwemmen des Salzes, wodurch dann dessen Wirkungsdauer herabgemindert wird.

Bei dem nassen Verfahren werden 10 prozentige Laugen mittelst Sprengwagen auf die Straßen ausgesprengt. Die Anwendung dieses Verfahrens kommt in erster Linie in Städten, wo Sprengwagen vorhanden sind, in Betracht. Die trockene Methode ist für Stadtstraßen deshalb nicht zu empfehlen, weil das Chlorcalcium an den Schuhsohlen haftet und leicht in die Wohnungen verschleppt werden kann.

Genau dasselbe ist auch für das Chlormagnesium zu sagen.

Die aus Salzen gelieferte Chlormagnesiumlauge hat beispielsweise nachstehende durchschnittliche Zusammensetzung für 1 Liter Lauge: 318 g Chlormagnesium, 40 g schwefelsaure Magnesia, 14 g Chlorkalium, 15 g Chlornatrium und ein spezifisches Gewicht von 1,3 bei 33° Bé.

Gekörntes Chlormagnesium kann von den Firmen Dr. Krüger & Sommerfeld in Kassel und von Stolle & Kopke in Rumburg bezogen werden.

Magnesiumchlorid endlich ist ein Salz, das in großen Mengen als Nebenprodukt bei der Verarbeitung der Staßfurter Abraumsalze gewonnen wird. Es zieht, wie die beiden vorgenannten Salze, ebenfalls begierig Feuchtigkeit an. Zur Verwendung als Staubbindemittel wird das Magnesiumchlorid in Wasser gelöst und die Lösung, die ein schmutzig gelbliches Aussehen und einen schwachen Modergeruch hat, mittelst Sprengwagen auf die Straßendecke gegossen.

Das von den deutschen Sprengelitwerken in Leipzig-Plagwitz gelieferte Sprengelit weist in der Hauptsache 38,20 % Chlormagnesium, 2,58 % schwefelsaure Magnesia und Spuren von Bromverbindungen auf. Die Verwendung erfolgt wie bei den vorhergehenden wasseranziehenden Mitteln in kaltem Zustande und hier überdies mit einer Verdünnung durch Wasser.

Ähnlich verhält es sich mit Rustomit, Standutin, Coeberit und Antistaubit, von denen Rustomit etwa 32 % Chlormagnesium, ferner schwefelsaure Magnesia, Spuren von Chlorcalcium und einen Zusatz von Melasse als hauptsächlichste Bestandteile enthält. Rustomit wirkt ähnlich wie Magnesiumchlorid und Calciumchlorid, indem es Feuchtigkeit aus der Luft aufsaugt und dadurch die mit ihm besprengte Straßendecke feucht hält. Die Besprengungen sind geruchlos. Das in Leopoldstadt bei Staßfurt hergestellte Rustomit kann von der Firma Max Rust in Düsseldorf bezogen werden.

Das Standutin ist ein in Wasser leicht lösliches Öl von gelber Farbe. Hinsichtlich seiner Verwendung macht die liefernde Firma (Standut Öl-Compagnie in Dresden) folgende Angaben:

1. Das Standutin ist vor seiner Verwendung im Fasse gründlich zu schütteln;
2. in den Kessel des Sprengwagens ist zuerst das Standutin, hierauf das Wasser einzulassen, damit eine gute Mischung der beiden Flüssigkeiten erreicht wird;
3. zuerst ist eine 10 prozentige Lösung auf die Straße aufzubringen, nach 5—6 Tagen eine weitere Behandlung, jedoch nur mit einer 5 prozentigen Lösung vorzunehmen;
4. in Zwischenräumen von 8—10 Tagen sind alsdann Besprengungen mit 5 prozentigen Lösungen auszuführen. In den Zwischenzeiten bleibt die Straße staubfrei;
5. Eine Kehrung der Straßfläche vor der Aufbringung des Standutins kann vorgenommen werden, ist aber nicht notwendig.

Coeberit ist im wesentlichen ebenfalls Chlormagnesium und Antistaubit, das sowohl in flüssiger, als auch in fester, kristalli-

sierter Form zum Versand gelangt, enthält dieselben wirksamen Bestandteile, wie die vorerwähnten Mittel.

Seit etwa 3 Jahren werden Versuche gemacht, die Ablaugen der Kaliwerke und Sulfitzellulosefabriken für die Staubbekämpfung nutzbar zu machen. Beide werden in flüssiger Form mittelst Wassersprengwagen auf den Straßenkörper aufgetragen.

Die Endlauge der Kaliwerke, die rein anorganischer Natur ist, hat bei einem spezifischen Gewicht von 1,319 folgende Zusammensetzung:¹⁾ Chlorkalium (KCl) 1,25 %, Chlornatrium (NaCl) 0,95 %, Chlormagnesium ($MgCl_2$) 29,50 %, Brommagnesium ($MgBr_2$) 0,30 %, Magnesiumsulfat ($MgSO_4$) 2,22 %, Wasser (H_2O) 65,78 %.

Man erkennt, daß auch hierin die Wirkung als Staubbinde- mittel in dem ziemlich hohen Gehalt an dem sehr hygroskopischen Magnesiumchlorid gelegen ist.

Die größtenteils kolloide Stoffe enthaltende Ablauge der Sulfitzellulosefabriken, die vorwiegend organischer Natur ist, enthält nach Dr. Rohland außer Wasser noch die Stoffe: 6 % Lignin, 0,2 % schweflige Säure, 3,25 % Kohlehydrate, 0,9 % Kalk, 0,15 % Protein, 0,03 % Harz und Wachs, 9,43 % Glühverlust. Infolge der kolloidalen Beschaffenheit dieser Lauge ist die Staubbindung eine vollständige und der auf der Fahrbahndecke gebildete Überzug ein elastischer.

Die Lauge, die entweder unverdünnt, oder als eingedickte Lauge bezogen werden kann und in letzterem Falle vor ihrer Verwendung mit einer entsprechenden Menge Wasser löslich gemacht werden muß, wird von den Zellulosefabriken (z. B. von derjenigen in Gröditz bei Riesa) unentgeltlich abgegeben, so daß der Besteller lediglich die Transportkosten und eine kleine Miete für die Kesselwagen zu entrichten hat.

Von der Emulsionsgruppe wäre an dieser Stelle namentlich das Westrumit zu erwähnen, mit welchem bisher im allgemeinen recht gute Erfahrungen gemacht worden sind. Es verdient auch vor allem deshalb an erster Stelle genannt zu werden, weil es schon über 10 Jahre in Verwendung ist und bei verhältnismäßig langer Staubbindefähigkeit den Wirtschaftsgrad des Wassers nicht immer erreicht, d. h. billiger als dieses ist. Es ist eine in Wasser lösliche Mischung von Mineral- und Pflanzenölen, deren Ammoniakgeruch nach kurzer Zeit verschwindet. Die dem Erfinder durch Patent geschützte Lösung wird in bestimmtem Prozentsatz, je nach

¹⁾ Dr. Rohland. „Die Abwässer der Fabriken als Straßenstaubbekämpfungsmittel“, Techn. Gemeindeblatt, 1912/13, No. 16, S. 247/48.

dem zu besprengenden Fahrbahnbelag (Asphalt-, Holz- oder Schotterstraße etc.), dem Sprengwasser beigegeben.

Der sogenannte Westrumit-Asphalt ist ebenfalls eine Emulsion und zwar aus Trinidad-Lake-Asphalt mit verschiedenen harzigen, ammoniakhaltigen, chemischen Erzeugnissen. Das Gemisch ist in Wasser leicht löslich. Akonia, das unter anderem auch bei den Karlsbadener Versuchen Anwendung fand, ist ein in Wasser lösliches festes Salz aus Calciumchlorid mit Pech- und Harzzusatz. In England wurde es mit Erfolg verwendet.

Mabloja stellt nach den Untersuchungen Proskauers¹⁾ eine gelbe, schleimige, trübe Flüssigkeit mit suspendierten Flocken dar, welche auf Zusatz von Säuren und Chlorcalcium starke Niederschläge gibt. Es besteht in der Hauptsache aus einer mit Alkohol und Seife versetzten wässerigen Abkochung, bezw. einem Auszug der Samen von *Plantago Psyllium* und möglicherweise noch anderer Pflanzenteile. Die alkalisch reagierende Flüssigkeit, vom spezifischen Gewicht 0,995, ergibt bei 100° C einen Trockenrückstand von 7,08 % und eine, hauptsächlich aus kohlensaurem Alkali bestehende Asche von 1,46 %.

Antidustin heißt eine schwarze Flüssigkeit mit teerigem Geruch, die mit Wasser eine etwas trübe, schäumende, alkalische Mischung gibt. Es raucht bei Annäherung von Salzsäuredämpfen und läßt sich auch bei einer Temperatur von 100° C nicht völlig eintrocknen. An Asche (kohlensaurem Alkali) verbleiben 7,98 %. Antidustin, das ein spezifisches Gewicht von 1,0430 hat, besteht aus einer alkoholartigen, wässerigen Lösung von durch Alkalien löslich gemachten teer- oder pechartigen Produkten, wie Harz, Harzöl und dergl.

Duralit ist eine gelbbraune, fast geruchlose, dickliche Flüssigkeit, die sich mit Wasser klar mischt, mit Alkohol dagegen eine geringe Trübung erzeugt. Die schwach alkalisch reagierende Flüssigkeit hat ein spezifisches Gewicht von 1,417 und hinterläßt einen Aschengehalt von 28,05 %, der fast ausschließlich aus Chlorcalcium besteht.

Die Besprengung der Straßen mit den unter Gruppe b) aufgeführten Ölen wurde schon in der geschichtlichen Einleitung gewürdigt. Näheres über die dabei verwendeten Materialien ist aus Kapitel II, Teerung der Straßen, A) Teer und Teeröle, zu ersehen.

¹⁾ Die Gesundheit. Jahrgang 1912. No. 16.

Kapitel II.

Teerung der Straßen.

A) Teer und Teeröle.

Der Teer findet in Deutschland, im Gegensatz zu Asphalt, im Straßenbau erst seit verhältnismäßig kurzer Zeit Verwendung. Er entsteht bei der trockenen Destillation von Stein- und Braunkohlen in Gasanstalten und Kokereien, wobei sich in der Teervorlage etwa 62 %, an den Skrubbern 26 % und an den Kondensatoren 12 % abscheiden. Weiterhin wird auch Teer bei der Wassergasbereitung gewonnen, wobei sich das zur Karburierung verwendete Öl infolge eines Zersetzungsprozesses bei der Hitze zu mindestens 20 % in den Karburierungsanlagen umsetzt und in Teervorlagen niederschlägt. Teer aus Gasanstalten enthält 15—30 %, aus Kokereien 10—20 %, aus Wassergasanlagen 1—3 Gewichtsprozent freien Kohlenstoff.

Der Steinkohlenteer der Gasanstalten und Kokereien ist eine dunkle, meist schwarze Flüssigkeit von öartiger oder zähflüssiger Beschaffenheit und einem charakteristischen Geruch. Seine Farbe verdankt er dem Gehalt an „freiem Kohlenstoff“, d. i. einer hochkondensierten, kohlenwasserstoffartigen Substanz, die jedoch so arm an Wasserstoff ist, daß man dieselbe als reinen Kohlenstoff bezeichnen kann.

In der Regel ist der Gasteer der konsistentere und für die Gewinnung des künstlichen Asphaltes geeigneter, während der Koks-ofenteer dünnflüssiger und mehr öliger Natur ist und sich infolgedessen für die Verarbeitung auf Teerdestillate als wertvoller erweist.

Der Steinkohlenteer ist von dem, ihm in der Beschaffenheit und den übrigen physikalischen Eigenschaften nahestehenden Bergteer schon durch seine elementare Zusammensetzung durchaus verschieden. Vor allem kennzeichnet sich dieser Unterschied in einer vergleichenden Betrachtung der Natur der den Steinkohlenteer zusammensetzenden Bestandteile, gegenüber jenen der natürlichen Asphalte. Während wir es bei den Destillationsprodukten des

Steinkohlenteers vor allem mit Kohlenwasserstoffen und deren Hydroxyderivaten zu tun haben, fehlen diese Körper den natürlichen Bitumen so gut wie vollständig.

Der bei der Bereitung von Gas oder Koks aus Steinkohle gewonnene Teer ist keine einheitliche organische Verbindung, sondern ein Gemenge aus sauren (sauerstoffhaltigen), basischen (stickstoffhaltigen) und neutralen (reinen) Kohlenwasserstoffen und ganz geringen Schwefelverbindungen, Substanzen, die entweder spezifisch leichter, ebenso schwer, oder aber schwerer als Wasser sind. So hat z. B. nach G. Krämer (Journal für Gasbeleuchtung, 1891, S. 225) Teer aus deutschen Gasanstalten im Durchschnitt folgende Zusammensetzung:

Reihe $C_n H_{2n-6}$ (Benzol und Homologe)	2,50 %
„ $C_n H_{2n-7} OH$ (Phenol und Homologe)	2,00 %
„ $C_n H_{2n-7} N$ (Pyridin- und Chinolinbasen)	0,25 %
„ $C_n H_{2n-12}$ (Naphthalin, Acenaphten)	6,00 %
„ $C_n H_n$ (Schwere Öle)	20,00 %
„ $C_n H_{2n-8}$ (Anthrazen, Phenanthren)	2,00 %
„ $C_{2n} H_n$ (Asphalt, lösliche Bestandteile des Pechs)	38,00 %
„ $C_{3n} H_n$ (Kohle, unlösliche Bestandteile des Pechs)	24,00 %
„ $H_2 O$	4,00 %
„ Gase (Verlust bei der Destillation)	1,25 %
	<hr/>
	zus. 100 %

Eine genaue Analyse des Steinkohlenteers ist außerordentlich schwierig durchzuführen. Dr. Lunge hat schon 1904 nicht weniger als 15 verschiedene Arten Kohlenwasserstoffe festgestellt, von denen jede wieder 2—25 verschiedene Verbindungen enthält. Außer diesen ermittelte er etwa 44 Arten Sauerstoff-, 24 Arten Schwefel-, 32 basische und 8 nicht basische Stickstoffverbindungen, wozu noch Chlorverbindungen und verschiedene Arten von freiem Kohlenstoff kommen. Heute ist die Analysierung des Teers genauer durchführbar, was jedoch an der Schwierigkeit dieser Arbeit wenig ändert, zumal hierbei keinerlei Normen aufgestellt werden können, da die Zusammensetzung des Teers jeweils von der Verwendung der Kohlenart abhängig ist.

Im Gegensatz zum Asphalt, wird der Teer und seine Produkte in flüssiger Form verwendet. Zieht man aber den Umstand in Betracht, daß dem Teer in diesem Zustande wohl eine gewisse

Zähigkeit (Viscosität), aber keinerlei Festigkeit zukommt, so kann er auch auf dem Straßenkörper nicht etwa dieselben oder ähnliche Funktionen, wie der Asphalt, ausüben, da der Teer an der Luft ohnehin unbeständig ist und sich zu Pech verwandelt. Zur Oberflächeneteerung, zwecks Staubbinding, ist der Teer infolge seiner Klebrigkeit gut geeignet; hört jedoch diese Eigenschaft infolge Umbildung des Teers in Pech auf, so geht nicht nur die Wirkung der Staubbinding verloren, sondern es tritt infolge der Zermürbung des zu Pech gewordenen Teeres sogar eine vermehrte Staubbildung auf.

Nun kann man aber bekanntlich rohen Teer, wie derselbe in den Gasanstalten usw. gewonnen wird, nicht ohne Weiteres für Oberflächen- oder Innenteerungen verwenden. Dort, wo dies früher geschehen ist, hat man durchaus schlechte Erfahrungen damit gemacht. Die Ursache ist darin zu suchen, daß der Teer u. a. auch Bestandteile enthält, welche sich für Straßenbauzwecke keineswegs eignen. Hierzu gehört hauptsächlich das Ammoniakwasser, das insofern schädlich wirkt, als es die Verseifung einiger im Teer enthaltenen Öle herbeiführt, wodurch diese in den Stand gesetzt werden, sich mit Wasser zu verbinden, so daß sie beim ersten starken Regenfall aus dem Schotter herausgespült werden können. Weiter wird auch die Behandlung des wasserfreien Teers, namentlich in erhitztem Zustande, wesentlich erleichtert. Sicher scheint festzustehen, daß wasserfreie Teererzeugnisse leichter in Schotterdecken eindringen, als solche, die noch einen geringen Gehalt an Ammoniakwasser besitzen. Es konnte z. B. vielfach beobachtet werden, daß bei Verwendung von stark wasserhaltigem Teer die Straßendecken das Wasser aufsaugen, bevor der Teer in die Decke einzudringen beginnt, wodurch eine innige Verbindung von Teer und Steinschotter nicht zustande kommen kann. Die Folgen einer solchen verfehlten Teerung äußern sich dann zumeist darin, daß sich mit der Zeit der Teerüberzug von den Steinen vollständig ablöst.

Ein weiterer, für Straßenbauzwecke ungeeigneter Bestandteil des Steinkohlenteers ist das Naphtalin, durch dessen Gegenwart die Kitt- und Klebefähigkeit des Teers mit anderen Baustoffen verringert wird. In reinem Zustande bildet das Naphtalin, das keinerlei staubbindingeigenschaften besitzt, glänzende, weiße, schuppenähnliche Kristalle, die sich bei gewöhnlicher Zimmertemperatur verflüchtigen.

Außer den genannten schädlichen Bestandteilen des Steinkohlenteeres müssen auch die leicht flüchtigen Kohlenwasserstoffe Benzol,

Xylol, Toluol usw., die sogenannten Leichtöle, tunlichst entfernt werden, wenn der Teer straßenbautechnisch geeignet sein soll.

Ein Austreiben dieser spezifisch leichten Stoffe aus dem flüssigen Gemenge ist auf mechanischem Wege nicht durchführbar, da sich diese Bestandteile mit den spezifisch schwereren Substanzen gegenseitig in Lösung halten. Die Austreibung im Einzelnen kann deshalb nur durch eine Destillation erreicht werden, die sich in der Regel in stehenden, cylinderischen Blasen von 5 bis 25 t Füllraum vollzieht. Hierbei destillieren bei verschiedener Temperatur neutrale, saure und basische Kohlenwasserstoffe, je nach ihrer Flüchtigkeit, nebeneinander über und man erhält innerhalb der angegebenen Siedegrenzen nachstehende Fraktionen¹⁾:

	Ungefähre Grenzen der Siedepunkte	Durchschnittliches spezifisches Gewicht	Ungefähre Mengen des Destillats.
Wasser	von 120 ° an	—	4—5 %
Leichtöl	„ 170 ° „	0,910—0,950	2—4 „
Mittelöl	„ 230 ° „	1,010—1,020	10—12 „
Schweröl	„ 270 ° „	1,035—1,04	8—10 „
Anthrazenöl	„ 300 ° „	1,085—1,095	16—18 „
Pech (Rückstand)	—	1,3	50—60 „

Der Rückstand, der das wertvolle Anthrazen enthält, ist nach dem Erkalten mehr oder weniger hart. Man erhält Weichpech, wenn man die Destillation gerade bis zum Beginn der Anthrazenölperiode treibt, Mittelhartpech, wenn man das Anthrazenöl etwa zur Hälfte und Hartpech, wenn man es vollständig abtreibt.

Da nun einerseits die Siedepunkte der Leichtöle bei etwa 90 ° C (120 ° Grenze der Anilinbenzole) liegen und andererseits ein Gemenge aus Benzol und Wasser schon bei 69 ° C siedet, so ist bei einer Erwärmung des Rohteers auf 90 °—100 ° C hinreichende Sicherheit dafür geboten, daß der so vorbehandelte Rohteer straßenbautechnisch eine haltbare Ausführung gewährleistet. Die gegenüber dem Wasser spezifisch gleichen und schweren Bestandteile, die Kreosot und Karbol enthaltenden Mittel- und Schweröle,

¹⁾ Dr. Köhler, Die Chemie und Technologie der natürlichen und künstlichen Asphalte. Braunschweig, 2. Auflage 1913, S. 103;

Naphtalin und Anthrazen, sind säurehaltige Kohlenwasserstoffverbindungen, die infolge ihres hohen Kohlenstoffgehaltes in straßenbautechnischer Hinsicht keinerlei Bindefähigkeit besitzen. Beide Stoffe scheiden sich bereits bei gewöhnlicher Temperatur aus ihren Fraktionen in Kristallform aus, wodurch die Homogenität der Masse aufgehoben wird.

Bei der Herstellung des für den Straßenbau zu verwendenden Peches sollte man die Destillation nicht bis zur Entstehung von Hartpech (360° C) durchführen, sondern nur bis zur Entstehung von Mittelhartpech, weil das Hartpech die Eigenschaft, mit Anthrazenöl und Schweröl ein hinreichend zähes Teerpräparat zu geben, bereits verloren hat. Es ist auch nicht zu empfehlen, Pech von höherem Kohlenstoffgehalt, als 22°—28° Bé (auf Mittelhartpech bezogen) zu verwenden, weil ein höherer Kohlenstoffgehalt die Viskosität in ungünstiger Weise beeinflussen soll. Da der aus Gasanstalten gewonnene Teer, gegenüber dem Kokereiteer in der Regel ein Pech mit höherem Kohlenstoffgehalt ergibt, so wäre das aus letztgenanntem Teer gewonnene Pech für Straßenbauzwecke geeigneter. Andererseits soll aber für den Bestand des Peches und der Teerpräparate ein gewisser Prozentsatz an freiem Kohlenstoff erforderlich sein, weshalb das aus Wassergasanlagen gewonnene, kohlenstoffärmste Pech, für den Straßenbau weniger zu empfehlen ist. Bei amerikanischen Versuchen ergab auch in der Tat nach übereinstimmendem Urteil die Verwendung von Wassergasteer für Straßenbauzwecke eine kürzere Wirkungsdauer, als diejenige von schwerem Steinkohlenteer.

Nachstehende Tabelle zeigt die durchschnittliche Zusammensetzung der drei Teerarten:¹

Art des Teeres	Spezifisches Gewicht	Ammoniak-Wasser in %	bei 170° C flüchtige Öle in %	Bei 170—270° C flüchtige Öle in %	Rückstand in %
Wassergasteer	1,041	2,4	21,6	52,0	24,0
Roher Steinkohlenteer	1,210	2,0	17,2	26,0	54,8
Raffinierter Steinkohlenteer	1,177	0,0	12,8	47,6	39,6

¹) Amtlicher Bericht der obersten amerikanischen Baubehörde über die

Wie bereits erwähnt wurde, ist die jeweilige Zusammensetzung des Teers eine verschiedene und eine von dem verwendeten Kohlenmaterial abhängige.

So fand z. B. Dr. Spilker in Bezug auf die Beschaffenheit der Kohle folgende Unterschiede in den Rohteeren:¹⁾

Wasser in %	Minderwertige Destillate in %			Kohlensorte	Wertvolle Destillate in %			Pech in %
	Leicht- öl	Mittel- öl	zus.		Schwer- -Öl	An- thrazen	zus.	
4,1	3,8	10,8	14,6	Saarkohle	8,6	12,1	20,7	59,4
3,1	3,3	9,4	12,7	Englische Kohle	7,0	17,0	24,0	59,9
4,9	2,5	12,9	15,4	Sächsische Kohle	11,2	15,2	26,4	55,2
3,0	2,1	12,0	14,1	Schlesische Kohle	9,2	18,0	27,2	55,1
2,7	1,4	3,5	4,9	Ruhrkohle	9,9	24,7	34,6	56,4

Diese Zahlen entsprechen den Betriebsergebnissen aus mehreren deutschen Teerproduktenverwertungsfabriken, von denen die einzelne Fabrik nur Teere aus ein und derselben Kohlensorte, jedoch sämtliche Fabriken unter gleichem Arbeitsgang und derselben Einrichtung verarbeiteten. Dabei können sich aber trotzdem in ein und derselben Gasfabrik und bei Verwendung derselben Kohlensorte, je nach Art der Öfen, ganz verschiedene Zusammensetzungen des Rohteeres ergeben, wie die nachstehende Tabelle von Grothe zeigt:²⁾

Staubbekämpfung auf chaussierten Straßen. Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau, 1909. Nr. 3.

¹⁾ Dr. Ing. Scheuermann, Teer als Straßenbaumaterial. Daselbst, 1915. Nr. 3, Seite 51. Aus Dr. Spilker: „Kokerei- und Teerprodukte der Steinkohle.“ Halle a. S.; Verlag Knapp, 1908.

²⁾ Dr. Ing. Scheuermann: Teer als Straßenbaumaterial. Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau, 1915. Nr. 3, Seite 51.



Fraktionen und deren Grade in C	Je nach Bauart der Retorten			Destillate und deren spezifisches Gewicht
	liegend	als Kammeröfen	stehend	
	ergaben sich an Destillaten			
0°—170°	9%	6%	5%	Leichtöl: 0,98
170°—230°	8%	21%	16%	Mittelöl: 1,02
230°—360°	30%	33%	42%	Schweröl: 1,04 Anthrazenöl: 1,08
über 360°	50%	40%	35%	Pech

Eine weitere, ausgedehntere Analyse von den ohne Mißerfolgen ausgeführten Oberflächenteerungen der Schulhöfe in Wiesbaden gibt nachstehende Tabelle¹⁾ wieder. Die darin angegebenen Zahlen sind die Werte, die sich im Sommer 1910 aus einer Anzahl von Destillationen des Teers des Wiesbadener Gaswerkes ergeben haben, wo nur Ruhrkohlen zur Gasbereitung Verwendung finden:

Entwässerung und erste Destillation des Steinkohlenteers.

Straßenbautechnisch schlechte Destillate (keine Klebkraft, lösende Wirkung, leichte Verflüchtigung)			Gehalt in %	Straßenbautechnisch wertvolle Destillate (Beständigkeit, Unlöslichkeit, schwere Verflüchtigung.)			
Spezif. Gew.	Bezeichnung der Öle und festen Destillate	Siedepunkt in °C		Siedepunkt in °C	Bezeichnung der Öle und festen Destillate	Spezif. Gew.	
Ammoniakwasser			3,8	6,2	Schweröle enthaltend:	1,04	
Leichtöle enthaltend:			bis	bis	210° Naphtalin C ₁₀ H ₈		
0,885	Benzol C ₆ H ₆	80°			bis		300° Kresol C ₇ H ₈ O
0,872	Toluol C ₇ H ₇	110°	4,2	300° Chinolin C ₅ H ₇ N			
0,976	Xylol C ₈ H ₁₀	140°	6,4	Anthrazenöl enthaltend:			
Mittelöle enthaltend:			13,6 bis 3,8 14,8	6,8 bis 3,8 3,8	295° Fluoren C ₁₃ H ₁₀	1,1	
1,01	Naphtalin C ₁₀ H ₈	150°			bis		340° Phenantren C ₁₄ H ₁₀
1,08	Karbolsäure (Phenol) C ₆ H ₆ O	bis 180°			bis		355° Karbazol C ₁₂ H ₉ N
							360° Anthrazen C ₁₄ H ₁₀

¹⁾ Dr. Ing. Stheuernann: Die Sicherung des Erfolges bei Teerungen in Städten. Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau, 1911. Nr. 13, S. 294.

In Amerika und England, wo man sich schon viele Jahre früher als auf dem Kontinent und namentlich in Deutschland, mit der Herstellung von Oberflächenteerungen und Teermakadam befaßt hat, wurden infolge mannigfacher Mißerfolge, die auf eine ungeeignete Beschaffenheit des Teers und der Asphaltöle zurückzuführen waren, sehr sorgfältige Untersuchungen über die geeignetste Zusammensetzung dieser Stoffe ausgeführt. Heute sind dieselben in jenen Ländern bereits zu einem gewissen Abschluß gelangt und die maßgebenden Behörden haben auf Grund der Versuchsergebnisse nunmehr bestimmte Normen für die Lieferung von Teer und Ölen, die für Straßenbauzwecke Verwendung finden sollen, aufgestellt. So hat z. B. der amerikanische Musterstaat Massachusetts nachstehende Vorschriften für die Beschaffenheit und Lieferung von Teer und Asphaltöl aufgestellt:¹⁾

Gereinigter Teer.

Der Teer muß in Farbe, Charakter, Aussehen und Viskosität von durchweg gleichmäßiger Beschaffenheit sein und folgende Eigenschaften besitzen:

- a) Er darf nicht mehr als 0,5 % Mineralstoffe oder Schmutz enthalten.
- b) Sein spezifisches Gewicht muß 1,18 bis 1,25 sein.
- c) Er darf nicht mehr als 17 Gewichtsprocente freien Kohlenstoff enthalten.
- d) Er darf keine bei einer Temperatur unter 225 ° C überdestillierenden Bestandteile enthalten; nicht mehr als 10 % an Gewicht dürfen bei weniger als 270 ° C überdestillieren und es müssen wenigstens 65 Gewichtsprocente Pech oder andere bituminöse Stoffe zurückbleiben, nachdem die Bestandteile bis 360 ° C überdestilliert sind.
- e) Werden 20 g in einer flachen Schale von 3 Zoll Durchmesser 21 Stunden lang in einem auf 100 ° C gehaltenen Ofen erhitzt, so soll diese Menge nicht mehr als 10 % an Gewicht verlieren.
- f) Er soll eine derartige Viskosität besitzen, daß 60 ccm, gemessen bei Zimmertemperatur (26 ° C), bei Erwärmung auf 100 ° C, unter dem Drucke einer Flüssigkeitssäule von 4 $\frac{1}{4}$ Zoll, nicht weniger als 150 Sekunden und nicht mehr als 450 Sekunden bedürfen, um durch eine Viskosimeteröffnung $\frac{5}{64}$ Zoll Durchmesser zu fließen.
- g) Werden 12 $\frac{1}{2}$ Gewichtsteile des Stoffes mit 87 $\frac{1}{2}$ Gewichtsteilen Sand gemischt, dessen Korn derart ist, daß der ganze Sand durch ein Sieb von 10 Maschen auf den Linearzoll und so gut wie nichts davon durch ein Sieb von 190 Maschen auf den Linearzoll hindurch geht und werden aus dem Gemisch Ziegel von 3 Zoll im Geviert und $\frac{1}{2}$ Zoll dick gemacht, so müssen diese Ziegel in 7 Tagen, bei gewöhnlicher Zimmertemperatur, so hart werden, daß sie, flach

¹⁾ Fletcher. Schutzdecken für Makadamstraßen. Bericht Nr. 9 für den II. Internationalen Straßenkongreß, Brüssel 1910 u. Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau, 1911. Nr. 30, Seite 710.

mit ihren Kanten auf zwei parallele Stäbe mit messerartigen Kanten gelegt, sich nicht durchbiegen dürfen, wenn an einem dritten messerkantigen und parallel mit den beiden andern Stäben in der Mitte zwischen ihnen aufgelegten Stab, ein Gewicht aufgehängt wird, ehe nicht dieses Gewicht 200 g erreicht hat und nicht durchbrechen dürfen, ehe dieses Gewicht nicht 250 g beträgt, wobei das die Durchbiegung verursachende Gewicht nicht größer sein darf, als 80 % von dem das Durchbrechen verursachenden.

Asphaltöl.

Für die Beschaffenheit des zu verwendenden Asphaltöles gelten folgende Lieferungsbedingungen:

Das zu liefernde Öl muß in Farbe, Aussehen, allgemeinem Charakter und Viskosität von durchweg gleichmäßiger Beschaffenheit sein, darf keine Körper enthalten, die nicht natürliche Bestandteile von Asphaltöl sind und muß folgenden Anforderungen entsprechen:

1. Es darf nicht mehr als 0,50 % Schmutz oder mineralische Beimengungen enthalten.
2. Es soll ein spezifisches Gewicht von mindestens 0,97 aufweisen.
3. Es darf nicht mehr als 1 % in Schwefelkohlenstoff unlösliche, und nicht mehr als 10 % in Petroleumäther unlösliche Bestandteile enthalten.
4. Es darf keine Stoffe enthalten, die bei weniger als 250 ° C überdestillieren und durch Destillation bis 360 ° C nicht mehr als 55 % an Gewicht verlieren.
5. Es soll eine derartige Klebrigkeit besitzen, daß 60 ccm, gemessen bei Zimmertemperatur (26 ° C), bei Erwärmung auf 100 ° C unter dem Drucke einer Ölsäule von 4 $\frac{1}{4}$ Zoll, nicht weniger als 5 Minuten und nicht mehr als 10 Minuten bedürfen, um durch eine Viskosimeter-Öffnung von $\frac{5}{64}$ Zoll Durchmesser zu fließen.
6. Werden 20 g in einer flachen Schale von 3 Zoll Durchmesser 21 Stunden lang in einem auf 100 ° C gehaltenen Ofen erhitzt, so soll diese Menge nicht mehr als 5 % an Gewicht verlieren.
7. Werden 12 $\frac{1}{2}$ Gewichtsteile des Stoffes mit 87 $\frac{1}{2}$ Gewichtsprozenten Sand gemischt und Ziegel von 3 Zoll im Quadrat und $\frac{1}{2}$ Zoll Dicke daraus geformt, so müssen diese Ziegel ihre Form behalten und einige Bindekraft aufweisen.

Diese Vorschriften wurden von 1909 ab versuchsweise eingeführt. Da Zweifel bestehen, ob diese Vorschriften genügend streng sind, um minderwertige Öle auszuschneiden, wird die Frage von dem Chemiker der Kommission noch weiter geprüft.

Im Wegbaudepartement New-York gelten für die Wegbesprengung mit Öl folgende Vorschriften:¹⁾

¹⁾ S. Percy Hooker. Bericht No. 10 an den II. Internat. Straßenkongreß; Brüssel 1910. Erhaltung und Ausbesserung von Schotterstraßen. Bericht von Percy Hooker, Präsident des Wegebaudepartements vom Staate New-York. Auch in der Zeitschr. für Transportwesen u. Straßenbau. 1912. No. 21, S. 496; u. 22, S. 518.

Wenn man heißes Öl anwendet, haben wir stets darauf bestanden, daß die Lufttemperatur nicht unter 50° F betrug. Für dieses Öl haben wir folgende Regeln aufgestellt:

1. Es muß frei von Wasser oder Zersetzungsprodukten sein.
2. Die verschiedenen Kohlenwasserstoffe, aus denen es besteht, müssen in homogener Lösung vorhanden sein, ohne ölige oder körnige Bestandteile.
3. Das spezifische Gewicht bei einer Temperatur von 77° F darf nicht weniger als 17° Baumé betragen.
4. Wenn es in freier Luft, bei einer, 500° F nicht übersteigenden Temperatur verdunstet, bis 90% Rückstand verbleiben, darf letzterer nicht so hart sein, um eine geringere als 10 mm betragende Durchdringung aufzuweisen, wenn er 5 Sekunden lang bei einer Temperatur von 77° F mit einer mit 100 g belasteten Nadel Nr. 2 geprüft wird.
5. Wenn es in freier Luft, bei einer 500° F nicht übersteigenden Temperatur verdunstet, bis 80% Rückstand verbleiben, darf letzterer nicht so weich sein, um eine tiefere als 10 mm betragende Durchdringung aufzuweisen, wenn er 5 Sekunden lang bei einer Temperatur von 77° F mit einer 100 g belasteten Nadel Nr. 2 geprüft wird.
6. Wenn 20 g davon bei einer gleichmäßigen Temperatur von 325° F 5 Stunden lang in einem zylinderischen Gefäß von 2½ Zoll Durchmesser und 2 Zoll Höhe gehalten werden, so dürfen sie nicht mehr als 10% Gewicht verlieren.
7. Wenn 20 g davon bei einer gleichmäßigen Temperatur von 400° F 5 Stunden lang in einem zylinderischen Gefäß von 2½ Zoll Durchmesser und 2 Zoll Höhe gehalten werden, so dürfen sie nicht mehr als 15% verlieren. Der Rückstand muß nach dem Erkalten glatt und beinahe fest sein, aber nicht so hart, daß er nicht mit Leichtigkeit mit den Fingern eingedrückt werden kann, und in weichem Zustande muß er sich zu einem langen dünnen Faden ausziehen lassen.
8. Es muß in chemisch reinem Kohlendisulfid bei Lufttemperatur bis wenigstens 99,5% löslich sein.
9. Es darf in 76 Baumégradigem Petroleumnaphta bei Lufttemperatur nicht weniger als 72% und nicht mehr als 88% löslich sein. Wenn 20 ccm einer Naphtalösung, die man durch Behandlung von 1 g des asphaltischen Öls mit 100 ccm kalten Naphtas gewonnen hat, auf einer Glasplatte verdunstet sind, muß der Rückstand anhaftend, klebrig, aber nicht rein ölig sein.
10. Der Gehalt an festem Kohlenstoff darf nicht mehr als 12% betragen.
11. Sein Entzündungspunkt muß über 325° F liegen (nach dem New Yorker geschlossenen Ölprüfer).
12. Es darf nicht mehr als 1,5 Paraffinsatz enthalten nach der Holde'schen Methode der Paraffinsatzbestimmung. Diese Methode ist kostspielig und ich finde, daß wir mit Auftragung von kaltem Öl mit asphaltischem Gehalte beinahe ebenso gute Ergebnisse erzielt haben“.

Die Bedingnisse für kaltes Öl sind folgende:

1. Es muß frei von Wasser oder Zersetzungsprodukten sein.
2. Wie beim heißen Öl.

3. Das spezifische Gewicht bei einer Temperatur von 77° F darf nicht weniger als 22° Baumé betragen.

4. Wenn es in freier Luft, bei einer 500° F nicht übersteigenden Temperatur verdunstet, bis 65 % Rückstand verbleiben, darf letzterer nicht so hart sein, um eine geringere als 10 m/m betragende Durchdringung aufzuweisen, wenn er 5 Sekunden lang bei einer Temperatur von 77° F mit einer mit 100 g belasteten Nadel Nr. 2 geprüft wird.

5. Wenn es in freier Luft bei einer, 500° F nicht übersteigenden Temperatur verdunstet, bis 55 % Rückstand verbleiben, darf letzterer nicht so weich sein, um eine tiefere als 10 m/m betragende Durchdringung aufzuweisen, wenn er 5 Sekunden lang bei einer Temperatur von 77° F mit einer mit 100 g belasteten Nadel Nr. 2 geprüft wird.

6. Wenn 20 g davon bei einer gleichmäßigen Temperatur von 325° F 5 Stunden lang in einem zylinderischen Gefäß von 2 $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser und 2 Zoll Höhe gehalten werden, so dürfen sie nicht mehr als 15 % an Gewicht verlieren.

7. Wenn 20 g davon bei einer gleichmäßigen Temperatur von 400° F 5 Stunden lang in einem zylinderischen Gefäß von 2 $\frac{1}{3}$ Zoll Durchmesser, 2 Zoll Höhe gehalten werden, so dürfen sie nicht mehr als 25 % verlieren. Der Rückstand muß nach dem Erkalten glatt und beinahe fest sein, aber nicht so hart, daß er nicht mit Leichtigkeit mit dem Finger eingedrückt werden kann, und in weichem Zustand muß er sich zu einem langen, dünnen Faden ausziehen lassen.

8. Wie beim heißen Öl.

9. Es darf in 76 Baumégradigem Petroleumnaphta bei Lufttemperatur nicht weniger als 75 % und nicht mehr als 92 % löslich sein. Wenn 20 ccm einer Naphtalösung, welche man durch Behandlung von 1 g des bituminösen Materials mit 100 ccm kalten Naphtas gewonnen hat, auf einer Glasplatte verdunstet ist, muß der Rückstand anhaftend und klebrig, und nicht rein ölig sein.

10. Der Gehalt an festem Kohlenstoff darf nicht mehr als 10 % betragen.

11. Sein Entzündungspunkt muß über 300° F liegen nach dem New Yorker geschlossenen Ölprüfer.

12. Es darf nicht mehr als 1,5 Paraffinsatz enthalten nach der Holde'schen Methode der Paraffinsatzbestimmung.

Unsere Erfahrungen haben gezeigt, daß man durch den Gebrauch dieser Öle die Straßendecke den Sommer hindurch vor der Abnützung vollständig schützen kann. Sie gleicht einem Dache, das man mit Schindeln deckt, um es vor jeglicher Abnützung zu bewahren.

Ähnliche Vorschriften hat auch das englische Wegebauamt Nr. 4 für die Ausführung von Oberflächenteerungen erlassen. Dieselben lauten wie folgt:¹⁾

¹⁾ Bericht über eine in der Zeit vom 2.—7. Juli 1911 nach England und Schottland gemachte Reise zum Studium von Teerstraßen, erstattet von Baurat Hentrich, Mai 1912, Seite 53.

„Ausführungsbedingungen des Wegebauamtes Nr. 4.

Bedingungen für Teer Nr. 1.

Allgemeines.

1. Dieser Teer ist brauchbar für die Oberflächenteerungen von Wegen.

Was die Verwendung dieses Teers zur Herstellung von Teermakadam anlangt, siehe Allgemeine Vorschriften des Wegeamtes über die Deckenherstellung mit Teermakadam.

Erhitzen.

2. Der Teer muß verwendet werden, sobald der Siedepunkt erreicht ist. Überkochen ist zu vermeiden. Die praktisch brauchbare Temperatur liegt im allgemeinen zwischen 220° und 240° Fahrenheit (104° und 116° C), im Kessel gemessen.

Herkunft des Teers.

3. Der Teer soll ausschließlich von der Vergasung bituminöser Kohlen herrühren und darf nicht mehr als 10 % seines Volumens von Teer (oder Destillaten oder davon herrührendem Pech) enthalten, der in einer Fabrik von carburiertem Wassergas gewonnen worden ist.

Spezifisches Gewicht.

4. Das spezifische Gewicht soll bei 15° C (59° Fahrenheit) so nahe als möglich 1,19 sein; im Hinblick aber auf den großen Unterschied der spezifischen Gewichte der in den verschiedenen Teilen des Landes hergestellten Teere kann es bis auf 1,16 herabgehen, oder bis auf 1,22 steigen, wenn der Teer nur in den übrigen Beziehungen den Vorschriften dieser Bedingungen entspricht.

Freisein von Wasser.

5. Der Teer soll im handelsgebräuchlichen Sinne technisch frei von Wasser sein, d. h. er soll nicht mehr als 1 Volumen-Prozent Wasser oder ammoniakalische Flüssigkeit enthalten. Dieses Wasser oder diese Flüssigkeit darf, wenn überhaupt vorhanden, nicht mehr an freiem oder gebundenem Ammoniak enthalten, als 5 grains Ammoniak auf die Gallone (= 70 Milligramm auf das Liter) Teer.

Phenole.

6. Der Teer soll, mit dem zwanzigfachen Volumen Wasser von 21° C (70° Fahrenheit) $\frac{1}{4}$ Stunde lang kräftig geschüttelt, an dieses nicht mehr als 5 grains auf die Gallone (= 70 Milligramm auf das Liter) von phenolartigen Verbindungen abgeben.

Gasanstaltsteer.

Die Vorschriften in den folgenden Punkten 7, 8 und 9 beziehen sich auf Teer, der direkt von Gasanstalten bezogen worden ist.

Herkunft des Teers.

7. Der Teer soll ausschließlich das natürliche Nebenprodukt der Leuchtgasherstellung sein (Kohlengas mit oder ohne Zumischung von carburiertem Wassergas) und keiner anderen oder weitergehenden Behandlung unterworfen werden dürfen, als der zur Entfernung von Wasser oder Ammoniak und leichten Ölen notwendigen.

Fraktionen.

8. Bei der Destillation muß der Teer, abgesehen vom Wasser, an Destillaten abgeben: unter 170° C nicht mehr als 1 % und zwischen 170° und 270° C nicht weniger als 16 % und nicht mehr als 26 %.

Freier Kohlenstoff.

9. Der freie Kohlenstoff soll 16 % des Teergewichts nicht überschreiten.

Teer aus Teerdestillieren herrührend.

Die Vorschriften in den folgenden Punkten 10 und 11 beziehen sich auf Teer, der aus Teerdestillieren herrührt.

Fraktionen.

10. Bei der Destillation muß der Teer, abgesehen von Wasser, an Destillaten abgeben: unter 170° C nicht mehr als 1 % und zwischen 160° und 170° C nicht mehr als 26 %. Das Destillat soll klar und frei von festen Stoffen (Kristalle von Naphtalin usw.) bleiben, wenn es während einer halben Stunde auf einer Temperatur von 30° C erhalten wird. Die Destillation muß bis zu 300° C fortgesetzt werden und das so erhaltene Pech darf nicht mehr als 73 % des Teergewichts betragen.

Freier Kohlenstoff.

11. Der freie Kohlenstoff soll 16 % des Teergewichts nicht überschreiten.

Temperaturbestimmung.

12. Die Temperaturen während der Destillation sind durch ein Thermometer zu bestimmen, dessen Kugel sich gegenüber der Öffnung des Abzweigs der Destillationsflasche befindet. Die Mengen der Destillate und des freien Kohlenstoffes sind in Gewichtsprozenten der der Destillation unterworfenen Menge des Teeres festzustellen.

Entwässerter Teer.

13. Ein Teer, der durch einfache Entwässerung vorbereitet worden ist und der die Vorschriften dieser Bedingungen erfüllt, kann mit befriedigendem Ergebnis in den meisten Fällen verwendet werden, aber Teere, denen das Naphtalin entzogen worden ist, sind diesem für den Zweck der Oberflächenteerung überlegen.

Bemerkung: Es ist nicht beabsichtigt, durch diese allgemeinen Vorschriften andere gesetzlich geschützte Verfahren, von denen einige sich bewährt haben, zu ersetzen oder von deren Verwendung abzuraten.⁴

Ausführungsbedingungen des Wegeamts Nr. 5.¹⁾

Bedingungen für Teer Nr. 2.

Allgemeines.

1. Dieser Teer ist brauchbar für Oberflächenteerung und besonders zu empfehlen für Wiederteerung, aber, wenn die schwereren Sorten dieses Teers gebraucht

¹⁾ Hentrich. Bericht über eine in der Zeit vom 2. bis 7. Juli 1911 nach England u. Schottland gemachte Reise zum Studium von Teerstraßen. S. 56 u. 71.

werden, ist dafür Sorge zu tragen, daß er nur verwendet wird, wenn die Straße trocken und durch die Sonnenstrahlen gut erwärmt ist, weil er sonst nicht frei fließen würde. Was die Verwendung dieses Teeres zur Herstellung von Teermakadam anlangt, siehe Allgemeine Vorschriften des Wegeamts über die Deckenherstellung mit Teermakadam.

Erhitzen.

2. Der Teer muß verwendet werden, sobald der Siedepunkt erreicht ist. Überkochen ist zu vermeiden. Die praktisch brauchbare Temperatur liegt im allgemeinen zwischen 260° und 280° Fahrenheit (127° und 138° C), im Kessel gemessen.

Herkunft des Teers.

3. Der Teer soll ausschließlich von der Vergasung bituminöser Kohlen herrühren und darf nicht mehr als 10 % seines Volumens, von Teer (oder Destillaten oder davon herrührendem Pech) enthalten, der in einer Fabrik von carburiertem Wassergas gewonnen worden ist.

Wenn dem Teer Pech zugesetzt werden muß, um das spezifische Gewicht und den später zu besprechenden Teil von Pechrückstand zu erzielen, so muß dieses Pech ebenfalls von Teer der vorstehend beschriebenen Beschaffenheit herrühren. Wenn zu schwerem Teer oder Pech Öl hinzugesetzt wird, um das spezifische Gewicht und den später zu besprechenden Teil von Pechrückstand zu erzielen, so muß dieses Öl ebenfalls von Teer der vorstehend beschriebenen Beschaffenheit herrühren und muß in praktisch erreichbarem Maße frei von Naphtalin und Teersäuren oder Phenolen sein.

Spezifisches Gewicht.

4. Das spezifische Gewicht des Teeres bei 15° C soll so nahe als möglich 1,21 und in keinem Falle niedriger als 1,18 oder höher als 1,24 sein.

Phenole.

5. Wie bei Teer Nr. 1.

Fraktionen.

6. Der Teer soll wasserfrei sein und bei der Destillation unter 140° C überhaupt kein und bis zu 220° C nicht mehr als 3 % Destillat abgeben und dieses Destillat soll klar und frei von festen Teilen (Naphtalinkristalle usw.) bleiben, wenn es während einer halben Stunde auf einer Temperatur von 30° C erhalten wird.

Zwischen 140° und 300° C soll es an Destillat nicht weniger als 15 % und nicht mehr als 21 % des Teergewichts abgeben.

Freier Kohlenstoff.

7. Der freie Kohlenstoff soll 18 % des Teergewichts nicht überschreiten.

Temperaturbestimmung.

8. Wie bei Teer Nr. 1.

Ausführungsbedingungen des Wegeamts Nr. 6.¹⁾

Vorschriften für Pech.

Allgemeines.

1. Dieses Pech ist verwendbar für das Pechmörtelverfahren (siehe Allgemeine Vorschriften des Wegeamts für das Pechmörtelverfahren).

Vorbereitung.

2. Das Pech wird, wie sich dieses weiter unten näher angegeben findet, durch Erweichen des im Handel als Weichpech bekannten Materials und durch die Hinzufügung von Teeröl hergestellt.

Handelsweichpech.

Herkunft des Pechs.

3. Das Pech soll ausschließlich von Teer herrühren, der bei der Vergasung bituminöser Kohlen erzeugt wird, und darf nicht mehr als 10 % Pech enthalten, das aus Teer her stammt, der in einer Fabrik von carburiertem Wassergas gewonnen worden ist.

Fraktionen.

4. Bei der Destillation soll das Pech an Destillaten abgeben: unter 270 ° C nicht mehr als 1 %, zwischen 270 ° und 315 ° C nicht weniger als 2 % und nicht mehr als 5 %.

Freier Kohlenstoff.

5. Der freie Kohlenstoff darf 22 % des Pechgewichts nicht überschreiten; aber wenn es sich als schwierig, oder der Kosten wegen als unzulässig herausstellt, diese Beschaffenheit des Pechs zu erzielen, so kann auch eine Sorte, die bis zu 28 % freien Kohlenstoff enthält, bei verringertem Sandzusatz als Füllmaterial verwendet werden.

Temperaturbestimmungen.

6. Die Temperaturen während der Destillation sind durch ein Thermometer zu bestimmen, dessen Kugel sich gegenüber der Öffnung des Abzweigs der Destillationsflasche befindet; die Mengen der Destillate und des freien Kohlenstoffes sind in Gewichtsprozenten der der Destillation unterworfenen Menge des Peches festzustellen.

Teeröle.

Allgemeines.

7. Die zu verwendenden Teeröle sollen ausschließlich von Teer herrühren, der bei der Vergasung bituminöser Kohlen gewonnen wird oder von einer Mischung solchen Teeres mit nicht mehr als 10 Volumenprozent von in Wasser- gasanstalten hergestelltem Teer.

Spezifisches Gewicht.

8. Das spezifische Gewicht des Teeröls soll bei 20 ° C zwischen 1,065 und 1,075 liegen.

¹⁾ Hentrich: Bericht über eine in der Zeit vom 2.—7. Juli 1911 nach England und Schottland gemachte Reise zum Studium von Teerstraßen.

Freisein von Naphthalin.

9. Die Teeröle sollen, nachdem sie bei 20° C eine halbe Stunde lang ruhig gestanden haben, klar und frei von festen Bestandteilen (Krystalle von Naphthalin usw.) bleiben.

Fraktionen.

10. Die Teeröle sollen in handelsgebräuchlichem Sinne technisch frei von leichten Ölen und Wasser sein, d. h. sie sollen bei der Destillation unter 140° C nicht mehr als 1% an Destillat abgeben.

Bei der Destillation von 140° bis 270° C soll die Menge des Destillats zwischen 30 und 50% liegen.

Temperaturbestimmungen.

11. Die Temperaturen während der Destillation sind durch ein Thermometer zu bestimmen, dessen Kugel sich gegenüber der Öffnung des Abzweigs der Destillationsflasche befindet und die Mengen der Destillate sind in Gewichtsprozenten der der Destillation unterworfenen Öle festzustellen.

Bestandteile.

12. Die Gewichtsbestandteile, in denen Pech und Teeröle zu mengen sind, sollen folgende sein: Pech 88—90%, Teeröle 10—12%.

Bemerkung: Es ist nicht beabsichtigt, durch diese allgemeinen Vorschriften andere gesetzlich geschützte Verfahren, von denen einige sich bewährt haben, zu ersetzen oder von deren Verwendung abzuraten.“

Wie wesentlich die Beschaffenheit des für Straßenbauzwecke verwendeten Teeres für den Erfolg ist, zeigen u. a. auch die Untersuchungen von Mr. Crosby, die dieser im Verein mit den Chemikern Pennimann und Browne in Baltimore durchgeführt hat. Crosby suchte hierbei vor allem die Ursachen der Überlegenheit geteerter Straßen in England, gegenüber solchen von gleicher Beschaffenheit und ähnlichen Verkehrsverhältnissen in Amerika zu ergründen, die manchmal kurzweg auf die klimatischen Unterschiede zurückgeführt worden sind. Das Ergebnis der interessanten Untersuchungen, die Crosby auf dem jährlichen Verbandstag amerikanischer Straßeningenieurere in Philadelphia bekannt gegeben hat, kann dahin zusammengefaßt werden, daß sich der englische Teer infolge seiner Beschaffenheit besser zu Straßenbauzwecken eignet, als der amerikanische, wie dies auch aus den beiden folgenden Tabellen hervorgehen dürfte.¹⁾

¹⁾ Engineering Record, 1913, Vol. 68, Nr. 25, S. 703,

Tabelle I. Analysen englischer und amerikanischer Teere.

Analyse	Englischer Teer. (Nebenprodukt bei trockener Destillation der Steinkohlen.)		Amerikan. Koksofen- teer. (roh) 1)	Amerikan. Kohlen- teer. („raffiniert“)		Amerikan. Wasser- gasteer „raffiniert“ 1)
	1)	2)		1)	1)	
Spezifisches Gew.	1,201	—	1,235	1,213	1,223	1,183
Freier Kohlenstoff unlös. in C S ₂	20,22 %	—	18,29 %	15,7 %	20,11 %	0,44 %
Fester Kohlenstoff weniger freier Kohlenstoff . . .	6,63	—	10,24 %	10,1 %	10,39 %	23,77 %
Viscosität						
bei 100° C (Engler)	34,3 Sek.	—	30 Sek.	40 Sek.	41 Sek.	155 Sek.
„ 25° C (Lunge)	3,8 „	—	4 „	14 „	4 „	966 „
„ 25° C (Hut- chinson) . . .	5,4 „	—	—	—	—	—
„ 25° C (Crosby Taucher Nr. 12 Last 4 g) . .	5,2 „	—	—	—	—	—
„ 25° C (Crosby Taucher Nr. 12 Last 0,5 g) .	6 „	—	—	—	—	—
Verluste durch Verdampfung bei 105° C 3 ¹ / ₂ Zoll Schüssel, 21 Stund.	14,7 %	—	21,95 %	17 %	23,5 %	4,45 %
Eindringen dieses Rückstand. b. 4° C	35	—	5	1	zu hart	12
Eindringen dieses Rückstand. b. 25° C	weich	—	42	65	15	110
Schmelzpunkt dieses Rückstand.	17° C	—	55° C	43° C	61° C	34° C
Verdampfungs- verlust bei 170° C, 2 ¹ / ₃ Zoll Schüssel, 5 Stunden . . .	15,15 %	—	22,05 %	24,5 %	24,2 %	21,55 %
Eindringen dieses Rückstand. b. 4° C	29	—	zu hart	zu hart	zu hart	zu hart
Eindringen dieses Rückstand. b. 25° C	weich	—	10	zu hart	13	zu hart
Schmelzpunkt dieses Rückstand.	21° C	—	58° C	74° C	53° C	89° C
Destillation —						
Anfangs-Temper. des Destillats . .	164° C	155° C	98° C	150° C	145° C	226° C
Zimmer-Tempe- ratur bis 105° C	0,0 %	0,0 %	0,5 %	0,0 %	keine	0,0 %
105°—110° C	—	0,0 %	—	—	—	—
105°—170° C	0,4 %	Spur	2,0 %	1,4 %	1,3 %	0,0 %
170°—225° C	3,4 % *)	6,0 %	9,8 %	2,9 %	7,0 %	0,0 %
170°—235° C	—	9,0 %	—	—	—	—
225°—270° C	12,7 % *)	14,0 %	20,0 %	15,0 %	21,4 %	2,0 %
235°—270° C	—	11,0 %	—	—	—	—
270°—300° C	6,7 % **)	6,0 %	23,6 %	30,0 %	29,9 %	5,5 %

1) Entsprechend den, durch ein Spezialkomitee vorgeschlagenen Methoden.

2) Entsprechend den, durch eine Unterabteilung dieses Ausschusses der amerikanischen Gesellschaft für Materialprüfung vorgeschlagenen Methoden.

*) Praktisch alle festen Körper (Naphtal.) bei 25° C.

***) 25 % feste Körper bei 25° C.

Tabelle II. **Analysen auf einer freien Kohlenstoffbasis.**

Analysen	Englischer Teer		Amerikan.	Amerikan.
	1)	2)	Teer 1)	Wasser- gasteer 1)
Spezifisches Gewicht	1,148	—	1,124	1,144
Freier Kohlenstoff (unlös. in C S ₂)	keiner	—	keiner	0,43 %
Fester Kohlenstoff, weniger freier Kohlenstoff	13,69 %	—	12,77 %	23,22 %
Viscosität				
bei 100° C (Engler)	15 Sek.	—	15,7 Sek.	113 Sek.
„ 25° C (Engler)	113 Sek.	—	172,8 Sek.	—
„ 25° C (Lunge)	—	—	—	550 Sek.
„ 25° C (Hutchinson)	—	—	—	—
„ 25° C (Crosby) Taucher Nr. 12, Gewicht 0,5 g.	130	—	—	—
Verdampfungsverlust bei 105° C, 3 1/2 Zoll Schüssel, 21 Stunden	29,90 %	—	38,20 %	8,65 %
Eindringung dies. Rückstand. b. 4° C	9	—	hart	10
„ „ „ „ 25° C	54	—	hart	79
Schmelzpunkt dieses Rückstandes	30° C	—	40° C	33° C
Verdampfungsverluste bei 170° C 2 1/2 Zoll Schüssel, 5 Stunden	35,25 %	—	45,00 %	24,10 %
Eindringung dies. Rückstand. b. 4° C	hart	—	hart	hart
„ „ „ „ 25° C	9	—	hart	hart
Schmelzpunkt dieses Rückstandes	42° C	—	81° C	70° C
Destillation —				
Anfängliche Temperat. d. Destillats	—	130° C	128° C	248° C
Zimmer-Temperatur bis 105° C	—	0,0 %	keine	0,0 %
105°—110° C	—	0,0 %	—	—
105°—170° C	—	3,0 %	8,0 %	0,0 %
170°—225° C	—	4,5 %	6,0 %	0,0 %
170°—235° C	—	8,5 %	—	—
225°—270° C	—	17,5 %	8,0 %	2,3 %
235°—270° C	—	13,5 %	—	—
270°—300° C	—	7,5 %	14,0 %	8,1 %

1) Entsprechend den, durch ein Spezialkomitee vorgeschlagenen Methoden.

2) Entsprechend den, durch eine Unterabteilung dieses Ausschusses der amerikanischen Gesellschaft für Materialprüfung vorgeschlagenen Methoden.

Der erstgenannte englische Teer scheint spröde zu sein und weniger rasch hart zu werden und er hinterläßt in der Regel einen weicheren Verdampfungsrückstand, als der amerikanische Teer. Auffallend ist in den Analysen der ungewöhnlich hohe Prozentsatz an Destillat, der sich bei englischem Teer zwischen 170° und 270° C gegenüber dem amerikanischen ergibt. Diesem Umstande ist sicher auch bis zu einem gewissen Grade die Elastizität der Verdampfungsrückstände zuzuschreiben, die nicht, wie die amerikanischen Teere, bei kaltem Wetter hart und spröde werden. Eigenartig berührt hier noch die Tatsache, daß diese Rückstände Naphtaline oder Kreosotöle enthalten, die wie bereits oben erwähnt, für Straßenbauzwecke als nicht geeignet erscheinen.

Über die diesbezüglichen englischen Verhältnisse hat der auf diesem Gebiete sehr erfahrene Ingenieur Walker Smith in seinem Buche „Dustless Roads Tar Macadam“ London 1909 sehr interessante und ausführliche Angaben gemacht, die Dr. ing. Bernhard auszugsweise in der „Gesundheit“¹⁾ veröffentlicht hat. Smith zeigt dort unter anderem auch die außerordentliche Verschiedenheit der Steinkohlengasteere, die sich aus demselben Rohmaterial bei verschiedenen hohen Temperaturen ergaben und macht gleichzeitig auf die Zunahme des spezifischen Gewichtes des Teeres, die gleichzeitige Abnahme der leichten Öle und die Zunahme des Pechgehaltes bei Steigerung der Temperatur aufmerksam, was auch aus nachstehender Tabelle I hervorgeht.¹⁾

Tabelle I.

	I. 600° C	II. 650° C	III. 700° C	IV. 750° C	V. 800° C
Menge des pro Tonne Steinkohle erzeugten Gases in Kubikfuß	6 600	7 200	8 900	10 162	11 700
Spez. Gewicht des Teeres	1,086	1,102	1,140	1,154	1,206
Zusammensetzung des Teeres i. Gewichtsprozent.					
Ammoniakflüssigkeit	1,20	1,03	1,04	1,05	0,383
Rohes Naphta	9,17	9,65	3,73	3,45	0,995
Leichtes Öl	10,50	7,46	4,47	2,59	0,567
Kreosotöl	26,45	25,83	27,29	27,33	19,440
Anthrazenöl	20,32	15,57	18,13	13,77	12,280
Pech	28,89	36,80	41,80	47,67	64,080

¹⁾ Die „Gesundheit“; 1909, Nr. 20—22,

Einen Vergleich über die Analyse von Steinkohlenteer gegenüber einem, aus derselben Kohle gewonnenen Koksofenteer, gibt die Tabelle II¹⁾, wieder,

Tabelle II

	A Gasteer	B Koks- ofenteer
	Prozent	Prozent
Wasser	2,9	2,2
Leichte Öle 200° C	4,0	3,4
Benzol	0,92	1,1
Naphta	0,20	0,32
Kreosotöl	8,6	14,5
Rohes Naphtalin	7,4	6,7
Anthrazenöl	17,4	27,3
Reines Anthrazen	0,60	0,70
Pech	58,4	44,30
Kohlenstoff	15—25	5—8

während in Tabelle III das durchschnittliche Ergebnis einer Teerdestillation in England dargestellt ist:²⁾

Tabelle III.

Ammoniakalische Flüssigkeit, Gase	9,2 %
Leichte Öle	1,4 %
Zweite leichte Öle	1,6 %
Kreosotöl	20,5 %
Anthrazenöl	6,9 %
Pech	60,4 %

Bezüglich der Lieferung von Teer hat Smith zusammenfassend folgende Bedingnisse aufgestellt, wobei die einen für das sogenannte „schwere“, die anderen für das „gemäßigte“ Präparat gelten:

¹⁾ Die „Gesundheit“, 1909, Nr. 20—22,

²⁾ Desgleichen.

Das „schwere“ Präparat soll folgende Bedingungen erfüllen:

Der Teer oder das Weichpech soll durch die Destillation von Teer erzeugt sein, der ausschließlich aus bituminöser Kohle gewonnen wird.

Das spezifische Gewicht soll bei 15,5° C ungefähr 1,22 betragen.

Bei der Destillation darf der Teer bis zu 280° C nicht mehr als 10 % und bis zu 350° C nicht mehr als 25 % Destillate von sich geben.

Der freie Kohlenstoff darf 16 % des Gewichtes nicht überschreiten.

Mit Wasser gemischt und einige Zeit bei einer Temperatur von 110° F stehen gelassen, soll das Wasser nicht mehr als 23 grains feste Bestandteile auf 1 Gallone enthalten.

In einer Lage von $\frac{3}{4}$ Zoll Stärke einer Temperatur vor ungefähr 60° F auf die Dauer einer Woche ausgesetzt, darf der Teer nicht mehr als 1,5 % seines Gewichtes verlieren. Der Rückstand aus diesem Versuche darf nicht mehr als 3,5 % seines Gewichtes verlieren, wenn er auf die Dauer einer Woche einer Temperatur von 110° F ausgesetzt wird.

Seine Zähigkeit soll derart sein, daß eine kupferne Scheibe von 1 Zoll Durchmesser und 5,715 g Gewicht bei einer Temperatur des Teeres von 60° F in einer nicht geringeren Zeit als $5\frac{1}{2}$ Minuten und bei einer Temperatur des Teeres von 110° F in einer nicht geringeren Zeit als 10 Sekunden von dem Teere umhüllt wird.

Die Adhäsionskraft soll derart sein, daß eine Kraft von 75 Pfund erforderlich ist, um 2, mittels des Teerpräparates in der beschriebenen Weise zusammengeklebten Würfel mit Flächen von je 4 Quadrat Zoll Größe auseinander zu bringen und zwar sowohl bei dem ersten als auch bei dem Wiederholungsversuche.

Für das „gemäßigte“ Präparat hat Smith die folgenden Bedingungen aufgestellt:

Das spezifische Gewicht soll bei 15,5° C 1,195 betragen. Der Teer soll bis zu 280° C nicht mehr als 10 % und bis zu 350° C nicht mehr 35 % Destillate von sich geben.

Die Verflüchtigungsversuche sollen in der ersten Woche einen Verlust von nicht mehr als 2 % und in der zweiten Woche einen solchen von nicht mehr als 8 % ergeben.

Die kupferne Scheibe soll bei einer Temperatur des Teeres von 60° F (15° C) nicht vor 30 Sekunden und bei einer Temperatur von 110° F (57° C) nicht vor zwei Sekunden mit dem Teerpräparat bedeckt sein.

Die Kraft zum Auseinanderbringen der mit dem zu prüfenden Teerpräparate verbundenen Würfel soll mindestens 45 Pfund betragen.

Im Übrigen gelten die gleichen Bedingungen wie für das „schwere“ Präparat.

Beide Präparate sollen vor ihrer Mischung mit dem Schotter durch Dampfschlangen und nicht durch direktes Feuer auf eine Temperatur von 250° F gebracht werden.

Hierbei bezeichnet Smith bezüglich der Anwendung dieser Präparate mit Rücksicht auf die verschiedenen klimatischen Verhältnisse und die verschiedenen Konstruktionsarten und Materialien das „schwere“ Präparat bei warmem Wetter und hartem Schottermaterial besonders für die Oberfläche als das geeignetere, während er das „gemäßigte“ bei kälterem Wetter empfiehlt, oder wenn der

Teerschotter vor seiner Ausbreitung auf der Straße einige Zeit gelagert werden soll und beim Ausbreiten und Festwalzen desselben eine größere Schnelligkeit gewünscht wird.

Für unsere deutschen Verhältnisse hat u. a. Baurat Hentrich folgende Regeln für die zu Straßenbauzwecken zu fördernden Eigenschaften des Teeres aufgestellt:¹⁾

Zur Verwendung beim Straßenbau eignet sich am besten präparierter Teer, der möglichst frei von Wasser ist, sodaß er sich auf 150 oder 180° C, ohne zu schäumen, erhitzen läßt. Bei der Oberflächenteerung soll er einen Gehalt von 50—55 % Pech und 50—45 % schwerem Steinkohlenteeröl aufweisen. Für den Teermakadam und den Pechmörtelmakadam steigt der Gehalt an Pech, sofern die Mischung mit Steinen unmittelbar vor dem Einbau erfolgt, auf 65 % bis höchstens auf 70 %. Werden dagegen die Steinmischungen längere Zeit vor dem Einbau hergestellt und müssen sie vor dem Einbau lagern, so muß der Pechgehalt bis auf 60 % sinken und dementsprechend beträgt der Gehalt an Öl bis zu 40 %. Der Ölgehalt soll möglichst frei von niedrigsiedenden Bestandteilen sein. Bis 200° C sollen daher von dem Teer nicht mehr als 2 % abdestillieren. Je geringer der Gehalt des Teers an freiem Kohlenstoff (Koksgehalt) und an Aschenbestandteilen ist, desto wertvoller, d. h. desto ausgiebiger ist er. Die zulässige obere Grenze des Koksgehaltes kann auf 18 % angenommen werden, die des Aschengehaltes auf 1 %. Künstliche Zumischungen von pulverförmigen Mineralien unmittelbar vor der Verwendung ist empfehlenswert, wenn dünnflüssige Teersorten verwendet werden sollen, ohne daß ein Abtropfen vor oder bei dem Einbau zu befürchten steht.

Der gewünschte Gehalt des präparierten Teers an Pech kann mit Sicherheit nur dann erreicht werden, wenn er durch Zusammenschmelzen von normalem Steinkohlenteerpech, Erweichungspunkt 65—72° C, und hochsiedendem schweren, Steinkohlenteeröl (Anthrazenöl) hergestellt wird.

Hinsichtlich der Verwendung des Teers und der Teerpräparate zu Straßenbauzwecken möge nur kurz erwähnt sein, daß diese zweckmäßig ausschließlich auf Schotterstraßen stattfindet und zwar 1.) als Oberflächenteerung, 2.) zur Zubereitung von Teerschotter und 3.) zur Durchtränkung des Schotterkörpers. Bei 2.) und 3.) wird für die Herstellung der Decklage geteertes Schotter- und Füllmaterial verwendet, wobei der Teer hauptsächlich zur Verkitung der einzelnen Steine beiträgt, durch welche nach dem Einbau desselben in den Straßenkörper einer Verkantung und dadurch bedingten frühen Zerstörung der Steine an der Oberfläche entgegen gewirkt wird. Infolge der Klebrigkeit des Teers, die er indessen durch Verdunstung der Öle allmählich verliert, bewirkt derselbe auch eine gewisse Elastizität im Straßenkörper, wodurch die Wirkungen der Verkehrsstöße gemildert werden.

¹⁾ Bericht über eine in der Zeit vom 2.—17. Juli 1911 nach England und Schottland gemachte Reise zum Studium von Teerstraßen, erstattet auf Grund der Einzelberichte der Reiseteilnehmer von Hentrich, Kgl. Baurat, Beigeordneter der Stadt Crefeld. Mai 1912, Cassel.

B.) Ausführung der Teerungen.

I.) Oberflächenteerung.

Beim Teerstraßenbau unterscheidet man grundsätzlich zwischen Oberflächen- und Innenteerung.

Für die Oberflächenteerung kommen in erster Linie Straßen mit vorwiegend geringem Fuhrwerksverkehr in Betracht. Eine nachhaltige Vermeidung von Staubbildung kann jedoch auch bei ihnen durch eine Oberflächenteerung nicht erreicht werden, denn diese ist lediglich ein Mittel, die Staubentwicklung herabzumindern, nicht aber den Staub dauernd zu binden. Die Bindung des Staubes findet nur im Augenblick des Teerens und bis zur annähernden Erhärtung des Teerpräparates statt. Später muß der auf die Straße geschleppte, oder daselbst entstandene Staub abgekehrt oder durch Wassersprengung beseitigt werden.

Der Hauptvorteil der Oberflächenteerung besteht in der Bildung einer bituminösen Kruste auf dem Straßenkörper, durch welche nicht nur die Straßenreinigung wesentlich erleichtert, sondern auch die Abnutzung der Straßenoberfläche herabgemindert wird, was gleichzeitig eine Verminderung der Staubbildung und der Unterhaltungskosten zur Folge hat. Die Abnutzung einer guten, sachgemäß hergestellten Teerstraße, ist wohl die geringste aller Straßenbefestigungsarten, einschließlich der Pflasterungen, bei denen die durch den Verkehr hervorgerufenen Stöße der Räder eine größere Abnutzung bewirken. Ein großer Vorteil einer geteereten Straße ist auch in hygienischer Beziehung zu erblicken. Abgesehen davon, daß eine ebene, wasserundurchlässige Decke einerseits nur geringe Abnutzung aufweist, nach Regenfällen sehr rasch abtrocknet und überdies bequem zu reinigen ist, wird andererseits eine solche Fahrbahnabdeckung Urin, Schmutzwasser und dergl. nicht in den Straßenkörper eindringen lassen, wodurch die Bildung übler Gerüche verhindert und Krankheitserregern der Nährboden entzogen wird. Über die Beschaffenheit des zu Oberflächenteerungen zu verwendenden Teeres ist im vorhergehenden Teil A) bereits das Wesentliche gesagt. Neben der Verwendung eines geeigneten Teerpräparates ist jedoch auch darauf zu achten, daß der Unterbau gründlich entwässert und dadurch eine Wasseraufsaugung durch die Deckenmasse aus dem Erdinnern nach Möglichkeit verhindert wird. Auf feuchten Straßen, z. B. auf solchen, die Wälder durchziehen und an Abhängen gelegen sind, an denen bei starken Regenfällen Druckwasser in den Unterbau gelangen kann, wird eine Oberflächenteerung stets zu Mißerfolgen führen. Gute Erfolge da-

gegen wird man bei sachgemäßer Ausführung fast ausnahmslos auf trocken gelegenen Straßen, ohne lehmigen Untergrund, die kräftig von der Sonne beschienen werden können, erreichen, vorausgesetzt, daß der Verkehr kein allzu schwerer ist.

Die Oberflächenteerung ist sowohl für Fahrwege, als auch für Bürgersteige verwendbar. Bei Fahrwegen hat die Erfahrung gezeigt, daß es am vorteilhaftesten ist, neue Decken, die 6—8 Wochen befahren worden sind, zu teeren. Unmittelbar nach der Herstellung sollten sie nicht geteert werden, erst nachdem sie mindestens 4 Wochen lang für unbeschränkten Verkehr freigegeben wurden, weil sie sonst noch zu beweglich sind. Länger als 2 Monate jedoch sollte mit dem Teeren ebenfalls nicht zugewartet werden, weil sonst bei stärkerem Verkehr die Straße zu sehr zusammengefahren wird und Unebenheiten in der Fahrbahndecke aufweisen kann, die für eine haltbare Oberflächenteerung von nachteiliger Wirkung wären. Teert man alte Fahrbahnen, so hat man vorher sämtliche Unebenheiten, Senkungen, Wagenspuren usw. aufs sorgfältigste zu beseitigen, ehe mit der Teerung begonnen wird.

Vor dem Aufbringen des Teeres muß die zu teerende Fläche von Staub und Schmutz gründlich gereinigt werden, was durch Maschinen- oder Handarbeit bewerkstelligt werden kann. Die besten Erfolge hat man hierbei mittelst einer mit Pferden bespannten Kehrmachine erreicht, deren Arbeit durch Nachkehren von Hand ergänzt wird. Ein Auskratzen der Decke ist verwerflich, da es den einzelnen Steinen den Halt nimmt und deren Zusammenhang lockert. In Amerika sind, namentlich beim Ölen von Straßen, die Wirkungen der Reinigung durch eine leichte Besprengung mit Wasser nach dem Kehren erhöht worden, ein Umstand, der lediglich der Bindung der Staubteilchen durch das Wasser zugeschrieben werden muß. Dieses Verfahren darf jedoch nur an heißen Sommertagen angewendet werden, wo die Gewähr dafür geboten ist, daß sämtliches Wasser vor der Aufbringung des Teers wieder vollständig verdunstet und der zu teerende Belag durchaus trocken ist. Für eine erfolgreiche Teerung ist dieser Umstand eine selbstverständliche Voraussetzung.

Da der für solche Zwecke zu verwendende Teer dünnflüssig sein muß, wird derselbe, falls er in kaltem Zustande benutzt werden soll, mit schwerem Steinkohlenteeröl vermischt; meistens wird indeß der Teer heiß aufgebracht, wobei die praktisch brauchbare Wärme im Mittel ungefähr bei 120° C gelegen ist. Es ist vorteilhaft, den Teer so heiß wie möglich aufzubringen, was entweder von Hand, oder mit geeigneten Maschinen geschehen kann. Letz-

teres ist im allgemeinen der Handarbeit vorzuziehen. Wesentlich ist ein möglichst gleichmäßiges Ausbreiten des Teerpräparates über die ganze Decke.

Für die Erhitzung und Verteilung des Teeres auf die Decke hat man heute eine Anzahl eigens hierzu erbauter Maschinen, bezüglich deren Konstruktion und Handhabung auf die unten angegebene Schrift verwiesen sei, in welcher viele derzeit im Betrieb befindlichen maschinellen Vorrichtungen in kurzer und anschaulicher Weise besprochen sind und einschlägige Literatur angegeben ist.¹⁾

Kann man eine neu geteerte Straße nicht bis nach Erhärtung des Teeres für den Verkehr vollständig sperren, so überwirft man die geteerte Fläche vor ihrer Erhärtung mit staubfreiem Grus, Erbsenkies oder scharfem, grobem Sand, jedoch nur in solchem Umfange, daß diese Überdeckung eben ausreicht, um ein Kleben des Teeres an den Radreifen der Fahrzeuge zu verhindern. Hinsichtlich der Wiederholung von Teerungen ist es vorteilhaft, eine solche auf Fahrbahnen und Gehwegen mindestens jährlich einmal durchzuführen und überdies bei stärker befahrenen Straßen etwa 3 Monate nach der ursprünglichen Teerung in der Fahrbahnmitte eine zweite Teerung aufzubringen.

Der Materialverbrauch bei Oberflächenteerungen ergibt folgende Durchschnittswerte:

a) an Teer:

für erstmalige Teerung 1,8—1,9 kg/qm.

für wiederholte Teerung 1,2—1,5 kg/qm.

b) an Deckenmaterial:

Steinsplitt etwa 3,5 kg bis 4 kg/qm,

Sand etwa 5 bis 7 kg/qm.

Die Kosten belaufen sich durchschnittlich:

1.) für erstmalige Teerung auf 16—17 Pfg.

2.) für wiederholte Teerung auf etwa 10 Pfg.,

wobei die ersteren zwischen 9 Pfg. und 30 Pfg. für 1 qm schwanken und von der Entfernung des Herstellungsortes des Teerpräparates, d. h. den Transportkosten überhaupt, sowie von der zu teerenden Oberfläche, namentlich von der Beschaffenheit des Gesteinmaterials abhängen. Weiche Gesteine werden mehr Teer in sich aufnehmen, als harte, womit sich der Teerverbrauch und damit auch die Kosten erhöhen.

¹⁾ Die Bekämpfung des Straßenstaubes. Von F. Loewe, Geh. Hofrat und Professor an der Kgl. Techn. Hochschule zu München. Wiesbaden 1910.

II. Innenteerung.

Wenn der Verkehr der gewöhnlichen Straßenfuhrwerke hinsichtlich seiner Dichtigkeit und Schwere ein gewisses Maß überschreitet, namentlich auch, wenn ein reger Verkehr mit Kraft(last)-wagen vorherrscht, reichen die vorerwähnten Mittel zur Staubbekämpfung nicht mehr aus. Man geht dann zu der sogenannten Innen- oder Tiefenteerung über, durch welche, neben einer Verminderung der Staubbildung, gleichzeitig auch eine erhöhte Widerstandsfähigkeit des Straßenkörpers erzielt wird. Für diese Bauweise haben sich ebenfalls bereits eine Reihe von Verfahren ausgebildet, bei denen zum Teil lediglich Teerpräparate, zum Teil emulgierbare Flüssigkeiten und dergl. im Innern der Schotterkörper zur Dichtung und Erhöhung der Haltbarkeit desselben verwendet werden.

Im Gegensatz zur Oberflächenteerung, bei der die Teerung einen wasserdichten Deckenschluß bewirkt, verfolgt man bei der Innenteerung mit der Verwendung bituminöser Bindemittel auch noch andere Zwecke. Der Teer soll hier nicht nur den Eintritt von Wasser verhindern, also die Hohlräume zwischen den einzelnen Stein- und Sandkörnern ausfüllen, sondern auch die ganze Deckenmasse fest zusammenkleben. Je besser eine feste Zusammenkittung der Schottermasse durch das Teerpräparat gelingt, umso weniger können sich die einzelnen Steinstücke unter den Einwirkungen des Verkehrs gegeneinander verschieben. Den tragenden Teil einer Teerschotterdecke bilden jedoch nur das Schotter- und Sandmaterial, nicht aber der als Klebstoff wirkende Teer, ein Umstand, der für die Dauerhaftigkeit einer Teermakadamdecke von wesentlicher Bedeutung ist.

Bei der eigentlichen Innenteerung, unter Verwendung von Teerpräparaten verschiedener Art, werden 2 verschiedene Bauweisen unterschieden, nämlich:

1. Der Teermörtelmakadam, auch Pechmörtelmakadam genannt, bei welchem der Zusatz des Bindemittels erst nach vollzogenem Einbau des Kleingeschlägs erfolgt.

2. Der Teermakadam, bei welchem das zu verwendende Schottermaterial vor dem Einbau mit Teer behandelt wird.

Bei Herstellung solcher Decken ist eine möglichst gründliche Reinigung und Erwärmung der Steine eine unumgängliche Vorbedingung für einen nachhaltigen Erfolg. Staub und Feuchtigkeit verhindern das Anhaften des Teerpräparates an den Steinen. Will man bei der Herstellung einer Teermakadamdecke sorgfältig zu Werke gehen, dann wird das so vorbereitete Schottermaterial

mit Walzen verschiedener Schwere in einer oder mehreren Lagen befestigt. In der Regel benützt man für das Vorwalzen der Grundsichte eine leichtere Walze von 8—10 t Gewicht, während das Fertigwalzen der Deckschichte mit einer etwa 15 t schweren Walze erfolgt. Dieses Verfahren ist wohl teuer, es verbürgt aber den höchsten Grad von Dichtigkeit und Tragfähigkeit einer Decke, deren Güte in direktem Verhältnis zu dem Betrage von Zusammendrückung und Aneinanderschließung der verwendeten Materialien steht. Als weitere Hauptbedingung für die Dauerhaftigkeit aller Teerschotterstraßen ist außer der unbedingt zu sichernden Entwässerung des Untergrundes die Herstellung eines vollkommen tragfähigen Unterbaues zu erwähnen. Dieser muß vor dem Einbringen der Teermakadamschichte sorgfältig ins Profil gebracht und befestigt werden.

Die verschiedenen Verfahren, die trotz der mannigfachen Bezeichnungen, welche die Unternehmer jeweils ihren besonderen Ausführungen beigelegt haben, im allgemeinen auf derselben Grundlage aufgebaut sind, sollen im Nachstehenden bezüglich ihrer wesentlichen Merkmale kurze Erwähnung finden.

a) Innenteerung unter Verwendung von Teerpräparaten verschiedener Art.

1. Teermörtelmakadam.

§ 1.

Das Teeraufgußverfahren.

Das Teeraufgußverfahren (Tar grouted Macadam), dessen Ausführung in hohem Grade vom Wetter abhängig ist, wird mit und ohne besondere Verkehrsdecke ausgeführt. Im ersteren Falle wird bei alten Schotterstraßen die Steinschlagdecke bis auf die Packlage aufgerissen, der Schotter auf die Seite geschaufelt, mittelst drehbarer Siebtrommeln gereinigt und gleichzeitig von Sand und Grus befreit. Nach Reinigung und Befestigung des Unterbaues wird eine Mischung aus altem und neuem Schottermaterial in der erforderlichen Stärke ausgebreitet, mit einer 5—6 t schweren Walze abgewalzt und hierauf die Decke mit destilliertem, auf ca. 140° C erhitzten Teer übergossen. Nach der Teerung erfolgt die eigentliche Befestigung der Decke mit einer Walze von ca. 10 t Betriebsgewicht. Hierauf wird die, in gewalztem Zustande $\frac{1}{2}$ Zoll starke Verkehrsdecke, aus geteertem Steinsplitt aufgebracht und mit einer 5 t Walze befestigt. Nach Überstreuerung mit Kalkstein- oder Granitstaub kann die Decke dem Verkehr übergeben werden.

Pitchmac.

Bei dieser, z. B. von dem Tarroads Syndikat ausgeführten, englischen Bauweise, wird der Teermörtel (Mischung von Teer oder Pech und Sand) entweder von Hand oder mittelst Maschine eingebracht.

Im ersteren Falle wird der heiße Teermörtel mit großen Löffeln über die vorgewalzte, etwa 10 cm starke Unterdecke aus Schotter von 60 mm Korn gegossen. Hernach wird die Decke gründlich abgewalzt. Ist diese Befestigung beendet, so wird eine 4 cm starke Decklage aus Feinschlag von 3,8 cm Körn aufgewalzt. Darüber kommt dann eine 2 cm starke Steinsplittschichte, die ebenfalls eingewalzt wird. Nach dieser gründlichen Befestigung der einzelnen Gemenge wird die Decke mit heißem Teermörtel übergossen und dieser mit Gummischrubbern dünn und gleichmäßig verteilt. Nach der Erhärtung dieses Überzuges, die nach Verlauf weniger Minuten erfolgt ist, wird die Oberfläche nochmals mit einer dünnen Lage Grus von 0,6 cm Korngröße überstreut und überwalzt. Wesentlich ist bei diesem Verfahren der Umstand, daß das Bindemittel möglichst sofort nach dessen Herstellung verwendet wird, damit dasselbe seine gleichmäßige Beschaffenheit beibehält und der schwerere Sand sich nicht zu Boden setzt.

Erfolgt die Ausführung auf maschinellem Wege, so wird die zuvor gut gereinigte und eingeebnete Oberfläche der Decke mittelst einer Aitken'schen Maschine geteert, bei welcher das Teerpräparat durch Sprengdüsen unter Druck auf die Decke austritt. Nach Überteuerung der Unterlage wird die erste Schotterschichte in halber Straßenbreite aufgebracht und wenn erforderlich, seitlich mit Sanddämmchen eingefast, um ein Abfließen des Teeres zu verhindern. Hierauf erfolgt die Einsprengung des heißen Teerpräparates mit der Maschine in der Längsrichtung, worauf die geteerte Steinlage mit Sandkies oder Grus leicht überstreut und gewalzt wird. Während bei dieser ersten Schotterlage die Maschine einmal hin und einmal zurückfährt, um eine gründliche Einsprengung des Bindemittels zu gewährleisten, erfolgt die Teerung der weiteren Schotterlagen nur in einer Richtung. Im übrigen ist der Bauvorgang derselbe, wie oben beschrieben. Durch den Verkehr soll der Teer nach oben gelangen und die Decke schließen.

§ 3.

Gladwell- oder Tarviaverfahren.

Das „Gladwell- oder Tarviaverfahren“ kann gleichfalls sowohl bei neuen, als auch bei bestehenden Straßen angewandt werden. Der Bauvorgang ist folgender: Nachdem auf der Oberfläche der Unterbettung eine ungefähr 5 cm starke Lage geteerten Steinsplittes aufgebracht worden ist, wird auf demselben das ungeteerte Schottermaterial ausgebreitet und in die geteerte, dünne Splittlage hineingewalzt, wobei das Splittmaterial infolge des Walzendruckes zwischen den einzelnen Schottersteinen aufsteigt und deren Zwischenräume ausfüllt. Um eine Füllung der Lücken und eine Dichtung der Decke von oben her zu erreichen, wird auf den befestigten Straßenkörper nochmals eine geteerte Splittlage aufgebracht und festgewalzt. Hierauf wird die Oberfläche mit einem auf 110° C erhitzten Teerpräparat überstrichen und mit trockenem Grus überstreut. Wird das Verfahren auf einer bestehenden Straße angewandt, so ist dieselbe vor Aufbringung des geteerten Splitts sorgfältig auszubessern. Das Festwalzen des durchschnittlich 5 cm großen Schottermaterials geschieht zweckmäßig zuerst mit einer leichten Walze, um den Schotter langsam in den geteerten Splitt hineinzupressen.

§ 4.

Verfahren von Bacher.

Ähnlich wie beim Tarviaverfahren hat Oberbaurat Bacher in Wien mit dem zu verwendenden bituminösen Stoff und Sand oder Erbsenkies ein breiartiges Bindemittel hergestellt, das in Lagen von 1,5 bis 2,5 cm Stärke in verschiedener Höhenlage des einzuwalzenden Schotters eingelegt wurde. Durch den Walzdruck wird das Bindemittel in die Hohlräume des Schotterbettes hineingepreßt und dadurch eine Dichtung der Straße erreicht, die manchmal auf der Oberfläche noch eine abschließende Deckschicht aus gedichtetem Bindestoff erhält.

§ 5.

Bauweise Dammann.

Auch beim Teermörtelmakadam kommen, gleichwie bei dem später zu beschreibenden Teermakadam, eine Reihe von verschiedenartigen Ausführungsweisen in Betracht.

So baut beispielsweise die Stadt Essen a. Ruhr Teermörtelmakadam in Wohnstraßen mit geringem Verkehr nach folgendem Ver-

fahren.¹⁾ Der in üblicher Weise hergestellte Bettungskoffer wird mit einer Schichte grober Kesselschlacke von 10 cm Stärke eingedeckt, die alsdann bis auf eine Dicke von 5 cm festgewalzt wird. Auf diesen Bettungskoffer wird eine Packlage aus Ruhrkohlendstein von 18 cm Stärke gesetzt und auf diese nach erfolgtem Abzwicken und profilmäßigem Ausgleichen wiederum eine 5 cm starke Kesselschlackenschichte aufgebracht und abgewalzt. Auf diese Decke wird alsdann eine in fertig gewalztem Zustande 4 cm starke Schutzschichte aus geteertem Basaltkleinschlag aufgezogen. Die Kleinschlagteerung wird mit destilliertem Teer mit einem Gehalt von 40 % Anthrazenöl und 60 % Pech ausgeführt. Die Korngröße des Kleinschlags, die früher 2—4 cm betrug, wurde auf 1—3 cm verändert.

Diese Schutzdecke wird hierauf nach oben durch einen etwa $\frac{1}{2}$ cm starken Pechmörtelüberzug, bestehend aus 10 Teilen Pechöl, (75 % Pech, 25 % Öl), 3 Teilen Trinidad Epuré und 20 Teilen feinem, steinfreiem Grubensand bzw. staubfreiem Schlackenmehl abgeschlossen. Die Zusammensetzung dieser Pechmörtelmischung stammt von Dipl.-Ing. Dammann in Essen, der sie zum Patent angemeldet hat. —

Von Interesse sind die bisher in England gewonnenen Erfahrungen über diese Bauweise, die in den Vorschriften des englischen Wegeamtes zusammengefaßt sind und nach einer Übersetzung von Herrn Baurat Höpfner in Kassel, die der unten angegebenen Quelle im Wortlaut entnommen worden ist,²⁾ folgendermaßen lauten:

Allgemeine Vorschriften über Deckenherstellung mit Pechmörtel-makadam.

1. Jeder Weg, der eine Decklage aus Pechmörtelmakadam erhalten soll, muß eine besondere Fundament- oder Unterschicht besitzen, die von angemessener Dicke ist, um dem Verkehr, der den Weg benutzt, widerstehen zu können.

2. Bevor eine neue Decklage aus Pechmörtelmakadam verlegt wird, muß die Dicke der alten Wegdecke, einschließlich der Fundamentschicht, durch Herstellung von Versuchsgräben in Zwischenräumen von etwa 150 Yards (137 m), die sich von der Kante des Weges bis zur Mitte erstrecken, festgestellt werden; derartige Gräben sind abwechselnd auf den entgegengesetzten Seiten des Weges herzustellen.

¹⁾ Nach einem dem Verfasser freundlichst überlassenen Bericht des städt. Tiefbauamts über die Besichtigung von Teermakadamstraßen am 18. April 1914.

²⁾ Vereinigung techn. Oberbeamter deutscher Städte. Bericht, erstattet über eine nach England unternommene Studienreise von Kgl. Baurat Hentrich, Mai 1912, S. 48.

3. Die Stärke der Decklage aus Pechmörtelmakadam muß, bei einmaliger Anwendung des Verfahrens, fertiggewalzt $2\frac{1}{2}$ —3 " (6—7,5 cm) betragen, angenommen bei Wegen für sehr leichten Verkehr, für die eine Stärke von 2 " (5 cm) genügt, und zwischen 4 — $4\frac{1}{2}$ " (10—11 cm) für das später zu beschreibende doppelte Pechmörtelmakadamverfahren.

4. Falls der Untergrund von Natur fest und durch das Eindringen von Oberflächenwasser nicht wesentlich aufgeweicht ist, darf die Gesamtstärke der Wegdecke (einschließlich der Fundamentschicht, wenn eine solche vorhanden ist) nach der Komprimierung der neuen Pechmörtelmakadamdecke durch Walzen unter gewöhnlichen Umständen nicht weniger als 6 " (15 cm) betragen, außer wenn der Untergrund in sich selbst so fest ist, daß er als gute Fundamentschicht dienen kann; in diesem Falle kann die Stärke der Wegdecke bis auf 4 " (10 cm) eingeschränkt werden. Für den Fall, daß Lehm oder anderer nachgiebiger Boden vorhanden ist, sollte die Gesamtstärke nicht weniger als 11 " (28 cm) betragen.

5. Die fertiggestellte Oberfläche muß ein Quergefälle von etwa 1:32 aufweisen.

Wenn die Decklage in der Straßenkrone nicht stark genug ist, um die Herbeiführung dieses Quergefalles durch eine neue Schicht von der eben erwähnten Dicke zu ermöglichen, dann ist die alte Oberfläche unberührt und unaufgelockert zu belassen und die Stärke der neuen Decke aus Pechmörtelmakadam soweit zu vergrößern, wie sich dies als notwendig erweist.

Ist aber die Decke von einer für diesen Zweck ausreichenden Stärke, so kann die Regelung des Quergefalles durch Anfhacken der Oberfläche und Verwendung des in der Mitte gewonnenen Materials an den Seiten vor Aufbringung der neuen Schicht ausgeführt werden. Das durch Aufhacken gelöste Material ist durchzusieben und alle Teile von geringerem als $\frac{1}{2}$ " (1 cm) Durchmesser sind zu beseitigen.

6. Zur Herstellung der neuen Decklage aus Pechmörtelmakadam muß Kleinschlag von bewährter Beschaffenheit verwendet werden, von dem wenigstens 60 % bis zu einer Abmessung von $2\frac{1}{2}$ " (6 cm) und 35 % von $2\frac{1}{2}$ —1 " (6 bis 2,5 cm) zerkleinert sein müssen. In Ergänzung hierzu müssen 5 % Splitt derselben Gesteinsart, dessen Abmessung zwischen $\frac{3}{4}$ und $\frac{3}{8}$ " (2—1 cm) liegt, zum Schließen der Decke verwendet werden, nachdem diese mit geschmolzenem Pechmörtel durchtränkt worden ist.

7. Das Pech zur Herstellung von Pechmörtelmakadam muß den Wegeamtsbedingungen für Pech entsprechen; seine Zähigkeit ist, wie darin näher angegeben, den klimatischen und örtlichen Verhältnissen durch Veränderung der Menge des zuzusetzenden Teeröls anzupassen.

8. Es ist wichtig, daß das Pech nicht aufgebracht werden darf, wenn die Oberfläche des Steinmaterials naß ist. Das Steinmaterial kann durch geteertes Segeltuch geschützt oder, bei nassem Wetter, an Ort und Stelle durch tragbare Trockenapparate oder auf andere Weise getrocknet werden.

9. Die zur Durchtränkung einer einfachen Decke gebrauchte Menge Pech ist für eine fertiggewalzte Stärke von 2 " (5 cm) annähernd $1\frac{1}{4}$ Gallone (6 l) für das Quadratyard (0,8 qm), für $2\frac{1}{2}$ " (6 cm) Stärke $1\frac{1}{2}$ Gallone (7 l) für das Quadratyard (0,8 qm) und für 3 " (7,5 cm) Stärke 2 Gallonen (9 l) für das Quadratyard (0,8 qm). Aber diese Mengen ändern sich bei den verschiedenen Gesteinsarten und es muß stets Sorge getragen werden, daß alle Hohlräume angemessen ausgefüllt werden.

10. Nachdem die Steinmasse ausgebreitet worden ist, muß sie trocken niedergewalzt werden, bis die Oberfläche die gewünschte Form erhalten hat, aber ohne Hinzunahme von irgendwelchen feinen Materialien.

11. Nachdem das Pech sorgfältig geschmolzen worden ist, wie in Punkt 18 beschrieben, muß es auf eine Temperatur von 300° Fahrenheit (149° C) gebracht werden; reiner scharfer Sand ist auf Sanderwärmern bis zu einer Temperatur von 400° Fahrenheit (204° C) zu erhitzen. Hierauf wird ein Mischkessel oder ein tragbares Mischgefäß mit gleichen Maßteilen des erhitzten Peches und des heißen Sandes angefüllt und die Mischung, fortan Matrix genannt, muß durch Umrühren in Bewegung gehalten werden, während sie aus dem Mischkessel oder dem tragbaren Mischgefäß in Gießkannen von 2—3 Gallonen (9—13,5 l) Inhalt entleert wird, die zum Aufgießen der Mischung auf den Weg benutzt werden. Nicht nur während des Mischprozesses, sondern auch nachher bis zur Zeit des tatsächlichen Ausgießens muß die Matrix gut umgerührt werden. Die mit in Punkt 9 angegebenen Mengen Pech vorbereitete Masse sollte ausreichen, um die Hohlräume des Steinmaterials auszufüllen.

12. Das Fertigwalzen muß unmittelbar nach dem Ausgießen des Pechmörtels begonnen und rasch zu Ende geführt werden, bevor die Matrix Zeit hat zu erhärten. Die 5 % des ausgesiebten Splitts sind auf der durchtränkten Oberfläche teils während des Walzvorganges auszubreiten. Der Verkehr kann auf der fertiggestellten Oberfläche wieder gestattet werden, sobald sie auf die normale Temperatur abgekühlt ist.

Doppeltes Pechmörtelmakadamverfahren.

13. Wenn der Verkehr so schwer ist, daß eine Stärke von 4—4 $\frac{1}{2}$ '' (10 bis 11 cm) für den fertiggewalzten Pechmörtelmakadam erforderlich erscheint, so ist es wünschenswert, um die besten und wirtschaftlichsten Ergebnisse zu erzielen, die Decke in zwei Schichten zu zerlegen, von denen die untere die dickere ist und aus größeren Steinen besteht, und die getrennt zu walzen und mit Pechmörtel zu behandeln sind. Jede an Ort und Stelle vorhandene Gesteinsart, die billig zu beschaffen ist, kann, wenn sie sich nach ihrer Beschaffenheit für Fundierungszwecke eignet, für die untere Schicht in Abmessungen von 3'' (7,5 cm) bis herab zu 2'' (5 cm) verwendet werden. Zum Fertigwalzen der unteren Schicht ist Steinsplitt nicht erforderlich. Die Masse der oberen Schicht muß aus Hartgestein von bewährter Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung bestehen und Abmessungen bis zu 1 $\frac{1}{2}$ '' (4 cm) zeigen und 5 % Splitt, der für die obere Schicht verwendeten Gesteinsart von $\frac{1}{2}$ '' bis herab zu $\frac{1}{4}$ '' (1—0,5 cm) ist vor und während der Walzarbeit hinzuzufügen und solange niederzuwalzen, bis die planmäßige Oberfläche des Weges vollendet ist.

14. Beim Anbringen des Peches auf die untere Schicht darf dessen Oberfläche nicht die Oberfläche der Steine erreichen, sondern sollte etwa $\frac{1}{2}$ '' (1 cm) unter ihr zurückbleiben, um so der oberen Schicht einen Halt zu bieten.

15. Die Materialien und die Methoden der Herstellung und Aufbringung des Pechmörtels im Falle der Anwendung des doppelten Pechmörtelmakadamverfahrens entsprechen, wenn etwas anderes nicht ausdrücklich bestimmt wird, den Vorschriften unter 7, 8, 10, 11 und 12.

16. Die Menge des für das doppelte Pechmörtelmakadamverfahren erforderlichen Peches ist für die beträchtliche Stärke von 4'' (10 cm) annähernd 3 $\frac{1}{4}$ Gallonen (15 l) für das Quadratyard (0,8 qm); für 4 $\frac{1}{2}$ '' (11 cm) 3 $\frac{1}{2}$ Gallonen (16 l) für das Quadratyard; aber diese Mengen ändern sich bei den verschiedenen Ge-

steinsarten und es muß stets Sorge getragen werden, die Hohlräume in der Oberfläche der Decke angemessen auszufüllen.

17. Um die zur Herstellung der Matrix erforderlichen Mengen der einzelnen Bestandteile genau feststellen zu können, ist es notwendig, für tragbare Gewichte, Wagschalen und Hohlmaße zu sorgen und alle zu verwendenden Materialien bei der Vorbereitung der Mischung nach Maß oder Gewicht genau den angegebenen Verhältnissen entsprechend abzumessen.

Anweisung für das Schmelzen des Pechs.

18. Die Pechkessel von 2—3 Tonnen Leistungsfähigkeit sind mit Pech und in der ungefähren Hälfte von dessen Menge mit Teeröl zu beschicken. Das Feuer ist dann anzustecken und hierauf bei geschlossenen Feuertüren stetig zu unterhalten, wenn in etwa 4—5 Stunden das Pech gänzlich geschmolzen sein soll. Ein lebhaftes Feuer muß unterhalten werden, bis das Pech eine Temperatur von 300° Fahrenheit (149° C) erreicht, wobei der Rest des Öles zugesetzt und die Mischung gründlich umgerührt wird; die Feuertüren können dann geöffnet werden und die Temperatur des geschmolzenen Pechs darf bis auf 250 bis 270° Fahrenheit (121—132° C) herabsinken. Das Pech ist nun fertig für den Gebrauch, muß aber unter allen Umständen, bevor es abgelassen wird, gründlich umgerührt werden.

Für den Fall, daß die Herstellung von Pechmörtelmakadam wegen schlechten Wetters eingestellt werden muß, kann die Feuertür offen gelassen und können die Klappen geschlossen werden und die Temperatur des Pechs darf bis zu 200° Fahrenheit (93° C) fallen. Mit eingedämmtem Feuer, das etwa 7 Pfund Koks in der Stunde erfordert, kann es auf lange Zeit bei dieser Temperatur erhalten werden.

Es wird empfohlen, zur Bestimmung der Temperatur des geschmolzenen Pechs, ein passendes Thermometer mit metallner Schutzvorrichtung zur Verfügung zu halten. Wenn das Wetter für die Wiederaufnahme der Arbeiten günstig ist, muß durch Schließen der Feuertür und scharfes Feuern das Pech wieder auf eine Temperatur von 270° Fahrenheit (132° C) gebracht werden.

Wünschenswert ist es, sobald das Pech geschmolzen ist, den Kessel durch Verwendung von luftdichten Abdeckungen, die genau so hergestellt werden, wie eine luftdichte Verbindung, luftdicht zu halten.

Bemerkung: Es ist nicht beabsichtigt, durch diese allgemeinen Vorschriften andere gesetzlich geschützte Verfahren, von denen einige sich bewährt haben, zu ersetzen oder von deren Verwendung abzuraten.

Ähnliche Normen hat auch der bekannte Ingenieur Walther Smith in seinem Buche „Dustless Roads Tar Macadam“ bekannt gegeben. Nach den reichen Erfahrungen, die Smith auf diesem Gebiete besitzt, sind an das für solche Zwecke zu verwendende Pech folgende Anforderungen (S. 107) zu stellen:

„Das Pech soll durch Destillation von Teer erzeugt werden, der ausschließlich aus bituminöser Kohle gewonnen worden ist.

Das Pech darf keine Verunreinigungen enthalten.

Das spezifische Gewicht soll bei 15,5° C ungefähr gleich 1,278 sein.

Bei der Destillation soll es bis 280° C nicht mehr als 3 % und bis 350° C nicht mehr als 18 % Destillate ergeben.

Der Gehalt an freiem Kohlenstoff soll 16 % des Gewichtes nicht überschreiten.

Wenn das Pech gründlich mit Wasser gemischt und längere Zeit einer Temperatur von 110° F¹⁾ ausgesetzt wird, sollte das Wasser in 1 Gallone nicht mehr als 23 Grains²⁾ feste Bestandteile enthalten.

Wird das Pech in einer Lage von $\frac{3}{8}$ Zoll Stärke auf die Dauer einer Woche einer Lufttemperatur von ungefähr 60° F ausgesetzt, so darf das Pech nicht mehr als 1 % seines Gewichtes verlieren. Das aus diesem Versuche erhaltene Pech darf nicht mehr als 2 % seines Gewichtes verlieren, wenn dasselbe auf eine weitere Woche einer Temperatur von 110° F ausgesetzt wird. —“

2. Teermakadam.

Charakteristisch ist, daß die Kleingeschlagsstücke vor ihrem Einbau mit dem Bindemittel überzogen werden.

§ 1.

Tarmac.

Das „Tarmac“ ist eine englische, dem County Surveyor of Nottinghamshire, Mr. Hooley, patentierte Erfindung. Bei dieser Bauweise, die in England sehr gute Erfolge ergeben haben soll, wird ausschließlich Schlacke als Kleingeschlag verwendet. Da die Güte der Schlacken jedoch, je nach der Beschaffenheit der Erze, der Brennmaterialien, je nach der Temperatur und den atmosphärischen Einflüssen sehr verschieden ist, so sind dieselben als äußerst ungleichmäßiges Straßenbaumaterial zu bezeichnen, dessen Auswahl und Verwendung große Erfahrung und Vorsicht erfordert. Die abgekühlte Schlacke wird zerkleinert und der erhaltene Schotter mit einem heißen Teerpräparat behandelt, das aus 92,6 % (Gewichtsprozent) destilliertem Teer, 5,8 % Pech, 0,4 % Zement und 1,2 % Harz besteht. Die zugerichtete Masse wird gewöhnlich in 2 Schichten eingewalzt. Bei den in England ausgeführten Straßen ist die Grundsicht in der Regel in gewalztem Zustande $2\frac{1}{2}$ Zoll, die darüberliegende Lage $1\frac{1}{2}$ Zoll stark. Jede Lage wird einzeln mit einer 6—8 t schweren Walze befestigt, hierauf mit einer $\frac{3}{8}$ Zoll dicken Schichte „Tarmac“ gut gedeckt, alle Fugen gehörig ausgefüllt, um dann eben gewalzt zu werden, worauf mit einem auf die Oberfläche aufgebrauchten Schlackengeröll abgeschlossen wird.

Die Oberfläche solcher Straßen ist nach englischen Angaben im Sommer nahezu staubfrei, im Winter kotlos, nicht schlüpfrig, unempfindlich gegen atmosphärische Einflüsse und geräuschlos.

Bezüglich der Ausführung ist man bei dieser Bauweise an eine bestimmte Jahreszeit nicht gebunden.

¹⁾ Smith gibt bald Celsius, bald Fahrenheit an.

²⁾ 1 Grain = 0,065 g.



§ 2.

Das Quarritepflaster.

Das Quarrite ist englisch-amerikanischen Ursprungs. Schotter über 2,5 cm Korngröße ist von der Verwendung ausgeschlossen. Die Zusammensetzung der einzelnen Gesteinsmaterialien verschiedener Korngrößen mit Sand oder Grus erfolgt schon im ungeteer-ten Zustande nach dem Gesichtspunkte, daß eine möglichst große Dichtheit und Homogenität der Decke erreicht wird. Das zur Erfüllung dieser Forderung von jedem Material notwendig werdende Mengenverhältnis wird durch Versuch ermittelt. Ist das für die Erreichung größter Dichtheit nötige Mischungsverhältnis festgesetzt, dann wird, sowohl das Mischmittel selbst, als auch die Mischungsmasse, auf das sorgfältigste durchgearbeitet, bevor die Mischung selbst vorgenommen wird. Alle Arbeiten erfolgen auf maschinellem Wege, was zugleich für eine hinreichende Gründlichkeit dieser Vorarbeiten bürgt. Die Benutzung eines Gemenges verschieden großer Gesteinsteile hat vor allen Dingen den großen Vorteil, daß die fertige Decke möglichst wenig Hohlräume aufweist, wodurch eine gleichmäßige Abnutzung und dadurch eine größere Dauerhaftigkeit gewährleistet wird.

Dem in einer Mischtrommel gutgemengten Gesteinsmaterial wird durch eine zweite Trommel Teer zugeleitet. Hierbei wird der Zulauf derart geregelt, daß jedes Korn gleichmäßig vom Teer umhüllt wird und zwar nur in dem Maße, als für diesen Zweck eben hinreichend ist. Dadurch ist die Gewähr geboten, daß der Bindestoff nicht übermäßig zugegeben wird, ein Umstand, dessen Nichtbeachtung schon oft die Ursache eines Mißerfolges bei der Herstellung bituminöser Decken gewesen ist.

Die Bröcken der in der Regel 5 cm starken Unterlage werden mit einem durch Hochdestillation gewonnenen und mit schwerflüchtigen Ölen gemischten Teerpräparat, die der 3 cm starken Oberlage, mit Asphalt behandelt. Von der anfänglichen Herstellungsweise der Quarritedecken, die in 4 einzelnen Lagen erfolgte, kam man wieder ab. Bei der heutigen Ausführung wird die 8 cm starke Unterschicht durch Aufbringen einer 2 cm starken Abgleichschichte aus geteertem Feinschotter und einer 1 cm starken Deckschichte aus Grus nach oben hin abgeschlossen. Durch dieses sehr sorgfältig auszuführende Verfahren wird ein durchaus dichter Straßenkörper erreicht, der infolge seines gleichmäßig mit Teer umhüllten Gesteinsgemenges von zweckmäßig abgestufter Korngröße

ein Material gleicher Festigkeit bildet und dadurch die höchste erreichbare Standfestigkeit gewährleistet.

Wo leichter Verkehr vorherrscht, genügt schon eine 5 cm starke Quarritedecke, welche in einer Lage eingebaut wird. Mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit solcher Decken ist es wesentlich, darauf zu achten, daß dort, wo für die Oberlage der Teer durch Asphalt ersetzt wird, keine erhebliche Verschiedenheit der Steinkörnung Platz greift.

§ 3.

Bitulithik-Pflaster.

Dem Quarrite nahe steht das Bitulithik-Pflaster der Amerikaner, die dasselbe schon im Jahre 1901 zur Erzielung staubfreier Straßendecken ausgeführt haben.

Für die Ausführung ist auch hier eine sorgfältige Grundlage wesentlich. Bei trockenem, aus Kies oder Sand bestehendem Untergrund wird dieser festgewalzt und darüber eine 15—20 cm starke Grundsicht aus bituminösem Beton aufgebracht. Bei nachgiebigem Untergrund muß ein Zementbetonfundament hergestellt werden, das zur innigen Verbindung mit dem Bitulithik-Pflaster an der Oberfläche aufgeraut wird. Dies geschieht, falls es sich um eine Neuanlage handelt, öfters dadurch, daß der Beton vor dem Abbinden mit reinem Steinschlag von $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ Zoll Korngröße überworfen und dieser in die noch weiche Betondecke zur Hälfte eingestampft wird, wodurch die Steine wie Zähne wirken. Will man das Pflaster auf eine bestehende Steinschlagdecke aufbringen, dann wird diese gereinigt, ausgebessert, gründlich fest und eben gewalzt, worauf die Decke mit einer bituminösen Masse überzogen wird. Auf der so vorbereiteten Grundlage wird die eigentliche Decklage aus Hartgestein aufgebracht und mit einer schweren Walze von 12—20 t Dienstgewicht bis auf 5 cm Stärke festgewalzt. Vor der Verwendung wird der Schötter auf 120° C erhitzt und auf maschinellem Wege in verschiedene Korngrößen geschieden. Nach genauer Feststellung der Gewichtsverhältnisse zur Erreichung größter Dichte der Mischung, wird dem Gemenge in einem rotierenden Mischapparat eine, auf 95° — 150° C erhitzte, wetterbeständige bituminöse Masse zugemischt, deren genaue Menge vorher durch Versuche ermittelt worden ist. Dieselbe, deren Zusammensetzung Herstellungsgeheimnis ist, soll so bemessen sein, daß die einzelnen Gesteinsstückchen von ihr vollständig umhüllt und alle Hohlräume ausgefüllt werden. Nachdem die hinreichend gemischte Masse heiß auf den Straßenkörper aufgebracht, ausgebreitet und dann festge-

walzt worden ist, erhält die Decklage einen bituminösen Überzug. Dieser, zuvor auf 120° C erhitzte Überzug, hat den Zweck, noch vorhandene Poren zu schließen. Die dadurch abgedichtete Oberfläche wird hierauf mit Steinsplitt überworfen. Nach dessen Festwalzung kann die Decke für den Verkehr freigegeben werden. Nach dem Urteil amerikanischer Ingenieure kann das Bitulithikpflaster als das vollkommenste Straßenbefestigungsmittel bezeichnet werden.

§ 4.

Das Aeberli-Verfahren. D. R. P.

Von der deutschen Aeberli-Makadam Gesellschaft m. b. H. wird der Schotter, welcher am zweckmäßigsten in einer Korngröße von 10—45 mm verwendet werden soll, durch die Heiztrommel einer Maschine geschickt, welche von den Heizgasen im Gegenstrom durchzogen wird, um demselben das ihm anhaftende Wasser zu entziehen. Nach kurzer Abkühlung kommt der Schotter in einer zweiten Trommel der Maschine in ein Teerbad, wo jeder Stein eine möglichst gleichmäßige Teerumhüllung bekommt. Hernach wird das auf diese Weise vorbehandelte Schottermaterial in großen abgesehrägten und mit feinem Sand abgedeckten Haufen gelagert, wobei sich ein gewisser, chemischer Prozeß entwickeln soll. Dieser Lagerungs- oder Gärungsprozeß dauert, je nach der verwendeten Gesteinsart, 4—12 Wochen. Das Festwalzen geschieht, wie bei den gewöhnlichen Schotterdämmen, mit Straßenwalzen von 12—14 t Gewicht. Dasselbe wird hierbei nicht auf einmal beendigt, sondern wird mehrmals, mit je 1 Tag Zwischenraum, solange wiederholt, bis der Fahrdamm die gewünschte Dichtigkeit und Haltbarkeit erreicht hat, worauf man das Ganze während 3 oder 4 Tagen der Wirkung von Luft und Sonne ausgesetzt in Ruhe läßt. Vor dem letzten Festwalzen ebnet man die Oberfläche mit feinem geteerten Bruchstein, grobkörnigem Sand, Steinstaub oder Kalksteinmehl ein, worauf die Oberflächenteerung der Decke erfolgt.

§ 5.

Das Nassauer- und Pyknoton-Verfahren.

Das Nassauer Verfahren, das von Baurat Henning in Oberlahnstein bis zum Jahre 1909 ausgebildet worden ist, besteht im Wesentlichen darin, daß — zur Erreichung größter Dichtung — mit Pochsand bekörnter Steinschlag mit 50 % Grobsplitt von 1,5 bis 3,0 cm Korn und 25 % Grus von 0,5—1,5 cm Korngröße, nach

vorhergegangener sorgfältiger Reinigung und Trocknung, sowie Behandlung jedes dieser Materialien mit einer Mischung aus Hartpech und Kreosotöl gemischt und hierauf in zwei gleichen Lagen eingewalzt wird. Zuletzt wurde früher noch eine Oberflächen-teerung, ein Aufstreuen von scharfem Sand und ein Abwalzen vorgenommen. Am geeignetsten hat sich zur Körnung Pochsand von 1—4 mm Korngröße, der bei Aufbereitung von Erz gewonnen wird und aus weichem Schiefer, Quarzteilchen oder anderen Gesteinskörnchen, namentlich Grauwacke, besteht, erwiesen.

Dieses Nassauer Verfahren wurde unter Berücksichtigung der in Amerika und England gemachten Erfahrungen durch weitere Versuche, die Baurat Henning im Verein mit Bergwerksdirektor Dr. Hambloch in Andernach ausgeführt hat, vervollkommen und als „Pyknotonverfahren“, auch „Pech-Öl-Beton-Methode“ dem Erfinder patentiert. Der Patentanspruch¹⁾ lautet:

1. Methode zur Verbesserung des Nassauer Teerschotter-Verfahrens, genannt Nassauer Pyknoton-Methode, dadurch gekennzeichnet, daß Puzzolane, Traß, Tuffasche und alle anderen Rohstoffe mit größerem Gehalt an löslicher, d. h. verbindungs-fähiger Kieselsäure, mit einer bestimmten Menge Calcium-Hydroxyd und Calciumoxyd gemischt werden, um alsdann als Dichtungs- und Erhärtungsmittel, sowohl für den Teerschotter, sowie bei der Oberflächenbildung desselben Anwendung zu finden.

Pyknoton I stellt eine Mischung dar aus vulkanischer Tuffasche oder anderen Rohstoffen mit hohem, löslichem Kieselsäuregehalt in Verbindung mit Calcium-Hydroxyd (Kalkhydrat) und Calciumoxyd (Ätzkalk).

Pyknoton II besteht aus einer Mischung hydraulischen Trasses in Verbindung mit den gleichen Kalksorten, wie vorbezeichnet.

2. Methode nach Anspruch I), gekennzeichnet durch die Art der Verbindung des Pyknoton mit den im Teerschotterverfahren vorbereiteten Steinmaterialien nach deren Erwärmung, Trocknung und Reinigung, jedoch vor deren Teerung.

3. Methode nach Anspruch II), gekennzeichnet, durch die Vereinigung des trockenen kalten Verfahrens zur Innenbindung mit dem nassen Einschlämmverfahren zur Außenbindung beim Einbau der präparierten Materialien.“

Durch die Reaktionswirkung des Ätzkalkes wird einestheils die Vereinigung der Kalke und Silikate beschleunigt, wodurch ein

¹⁾ Die Nassauer Pyknoton-Methode von J. Henning und A. Hambloch zur Verbesserung des Nassauer Teerschotter-Verfahrens.

Bindemittel größter Festigkeit entsteht, durch welches einerseits jede Bewegung in der Decke verhindert, ihre Widerstandskraft gegen die Einflüsse des Verkehrs und der Witterung erhöht, andererseits aber auch eine Verseifung des Teerproduktes herbeigeführt wird, was besonders für die Einwirkung der Atmosphärien von Vorteil ist. Der Vorgang bei der Ausführung dieses Verfahrens ist folgender:

Für die untere Lage der Teerschotterschichte wird ein geteertes Gemenge von gekörntem Kleingeschlag, Grobsplitt und Grus, verwendet, dem vor der Teerung eine pulverisierte, trockene Mischung von Tuffasche, Ätzkalk (CaO) und Kalkhydrat $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Pyknoton I) in bestimmtem Verhältnis zugegeben wird. Nach dem Ausstreuen von Pyknoton I wird diese Lage festgewalzt. Darüber kommt alsdann die Decklage, welche ebenfalls mit der Walze befestigt wird. Zuletzt wird eine besondere Dichtung, mittels Pyknoton II (Traß, Ätzkalk, Kalkhydrat), nach Vermengung mit Sand bis zu 1 mm Korn angenäßt und mit Besen eingeschlämmt. Dieses Verfahren wird noch ein bis zweimal wiederholt und nachdem diese Mörtelmischung angezogen hat, die Oberfläche mit der Dampfwalze befahren. Bei trockener Witterung ist die Decke noch während einiger Tage anzufeuchten.

Das neuerdings üblich gewordene, verbesserte Herstellungsverfahren der Pyknotondecke ist folgendes:

Eine pulverisierte, trockene Mischung (Pyknoton I) wird in einem bestimmten Verhältnis zum Teerpräparat dem gereinigten, entstaubten, getrockneten und erwärmten Steinmaterial — demselben wie beim einfachen Nassauer Verfahren — vor der Teerung beigemischt. Hierauf erfolgt die Teerung, Mischung und Erhitzung der ganzen Masse in der Mischtrommel. Der Einbau und die Dichtung mittelst der Walze geschehen nur in einer Lage. Der obere Abschluß der Decke wird durch ein in der Maschine geteertes Gemisch von Pyknoton II und der gleichen Menge feinen, reinen Steingrußes oder Sandes bis zu 5 mm Korngröße bewirkt, das nach leichter Überstreuung mit einer trockenen Mischung aus Pyknoton und Sand festgewalzt wird.

Der Einbau nach dem Pyknotonverfahren wird von der Witterung nicht beeinflußt und durch den Verkehr nicht gehindert. Die Decke ist sofort fest und dicht und kann nach ihrer Fertigstellung alsbald für den Verkehr freigegeben werden, wobei auch schwere Lastfuhrwerke keinerlei Bewegungen in dem Gefüge der Decke zur Folge haben.

§ 6.

Das Bindewald'sche Verfahren.

Diese von Stadtbaurat Bindewald in Kaiserslautern ersonnene und von ihm in der Rheinpfalz eingeführte Bauweise ist folgende: Nachdem die Packlage auf dem vorher gutgefestigten und entwässerten Untergrund gestellt und abgeköpft worden ist, wird auf derselben, zu ihrer und der unteren Schotterschichtefestigung, eine Mörtellage im Mischungsverhältnis 1 Teil Portlandzement, 1 Teil Kalk und 6—7 Teile reiner Sand aufgebracht, wodurch einem Setzen entgegen gewirkt werden soll. In diese Mörtelschichte wird alsdann eine 8—9 cm starke Lage geteerten Steinschlags eingebettet und mittelst einer etwa 200 Zentner schweren Walze befestigt. Bringt man den geteerten Schotter unmittelbar auf das Gestück, also ohne Verwendung einer Mörtelzwichenschichte, so wird ein Bindemittel, bestehend aus 1 Teil Portlandzement, 2 Teilen reiner Sand und 4 Teilen Eisenspähne (Guß- oder Feilspähne) mit Wasser in die Fugen der Schichte eingespült. Hierauf wird eine zweite, ebenfalls 8—9 cm starke Decke, aus geteertem Schotter aufgebracht und das beschriebene Verfahren wiederholt. Hierauf wird die Decke zuerst mit einer leichten, hernach mit einer schweren Dampfwalze solange befahren, bis das Bindemittel an die Oberfläche heraustritt. Nachdem die Straße getrocknet und abgesandet ist, kann sie für den Verkehr freigegeben werden. Nach Verlauf von 14 Tagen wird, nach vorausgegangener gründlicher Reinigung, eine erste, nach weiteren 5—6 Wochen, eine zweite Oberflächenteerung aufgebracht. Auf diese Weise erzielt man eine äußerst widerstandsfähige und wasserundurchlässige Decke.

An Eisenspähnen sind in der Regel ca. 7,5 kg 1 qm erforderlich.

Dieses Verfahren kann auch auf bestehenden Schotterstraßen angewendet werden, wobei der Bauvorgang derselbe bleibt.

§ 7.

Bauweise Rhouben.

Den beiden vorherbeschriebenen Bauweisen ähnlich ist das Verfahren von Rhouben. Charakteristisch für dasselbe ist die Verwendung pulverförmigen Teers in kaltem Zustand, der mit Beton aus Kleingeschläg, Sand oder Steinstaub und Zement vermischt wird. Die Gegenwart von pulverisiertem Teer soll den Teerschotter elastisch machen und die Staubbildung verhindern. Eine nachteilige Wirkung des Teers auf das Abbinden der Schottermasse

konnte bis jetzt nicht beobachtet werden. Unter anderem ist dieses Verfahren auf der großen Allee im Bois de la Cambe (10000 qm) in Brüssel zur Ausführung gekommen.

§ 8.

Das Teerbetonitt D. R. P.

Diese, von Straßenmeister a. D. Toepel ausgebildete Bauweise wird seit 1911 von der Firma Gebrüder Toepel & Cie in Dessau (Anhalt) ausgeführt. Bei ihr wird eine stärkere Grund — und eine darüber gelagerte Deckschicht hergestellt. Erstere wird aus Brocken von 3—5 cm Größe, letztere aus kleinen Stücken gebildet. Als Bindemittel wird Rohteer mit Zuschlag von Zement und Ätzkalk verwendet.

Das Herstellungsverfahren, das bis heute vorwiegend auf bestehenden Landstraßen zur Ausführung kam, ist folgendes: Die alte Fahrbahnfläche wird von Schlamm und Schmutz gründlich gereinigt, ausgebessert, an den beiderseitigen Anschlußrändern aufgeraut und mit der Walze oder Handramme geebnet. Die Schottersteine, die entweder mit der Hand oder mittelst Maschine nach Erhitzung des Teers auf 100° C geteert worden sind, werden, falls hinreichend Raum vorhanden ist, sofort breit in die Fahrbahn oder auch neben diese in Haufen geworfen, wo der überflüssige Teer abtropfen kann. Nachdem das auf diese Weise vorbehandelte Schottermaterial einige Zeit (3 Tage bis 3 Wochen und länger) gelagert hat, wird die Schüttung, die nicht unter 8 cm Stärke betragen soll, ohne Sandzusatz nach der Schablone aufgebracht und mit einer 10—12 Tonnen schweren Walze festgewalzt. Hierauf wird eine in Säcken bereitgehaltene Masse, eine Mischung aus Zement, Kalk, Sand und Grus im Verhältnis 1,3:1:5:8 gleichmäßig über die Decke ausgebreitet und solange trocken eingekehrt, bis sämtliche Fugen ausgefüllt sind und keine Füllmasse mehr aufnehmen können. Die Steine sollen nach Beendigung des Einkehrens mit der Füllmasse noch reichlich gedeckt sein. Regen hat hierbei keine nachteiligen Wirkungen erkennen lassen, jedoch läßt man nach starken Regenfällen die Ausfüllmasse wieder abtrocknen und kehrt darauf die auf der Fahrbahn verbliebene Masse ab, bis die obere Steinfläche zum Vorschein kommt. Nach dieser Vorbereitung erfolgt das Übergießen der Oberfläche mit einem auf 100° C erhitzten Teer, wobei derselbe von der in den Fugen befindlichen Ausfüllmasse gierig eingesogen wird. Nach Fertigstellung der Oberflächen-teerung wird die Decke mit Steinsplitt überworfen, mit der abge-

kehrten Masse nachgedeckt und das Ganze nochmals gewalzt. Nach frühestens 3—4 Tagen wird die Oberflächenteerung wiederholt, nachdem die Decke vorher sorgfältig abgekehrt worden ist. Hierauf wird dieselbe nochmals, ca 5 mm stark, mit Steinsplitt oder Kies überstreut, wofür sich Steingrus, erbsengroßer Fluß- oder Grubensand als am zweckmäßigsten erwiesen hat. Zwischen der ersten und zweiten Teerung kann die Fahrbahn für den Verkehr freigegeben werden. Das Aufquellen der Füllmassé bewirkt auf der Fahrbahnfläche einen mastixartigen Überzug, der im Laufe der Zeit, trotz der Verkehrseinflüsse, an Härte zunimmt, aber doch so elastisch ist, um ein äußerst angenehmes, geräuschloses und staubfreies Fahren darauf zu gewährleisten.

Neuerdings wird für dieses Verfahren eine rascher erhärtende, zähere und dichtere Füllmasse verwendet, die durch kleinere Steinkörner und durch Zugabe von 25 Prozent Kunstasphalt zum Teer erhalten wird.

Bezüglich des Materialverbrauches rechnet man im allgemeinen mit 0,15 cbm Füllmasse und 80 kg Teerpräparat auf 1 cbm aufgebrachter Steine.

§ 9.

Bauweise nach Professor Dr. Kippenberger.

Bei diesem Verfahren der Firma J. Breining in Bonn a. Rh. erfolgt die Zubereitung des Steinmaterials mittels eines von Professor Dr. Kippenberger hergestellten „Kondensationspräparates“ auf der Verwendungsstelle. Um einen raschen Arbeitsbetrieb zu ermöglichen, lagert die Firma das zur Verwendung vorgesehene Steinmaterial, nach Korngrößen geordnet, in Haufen von ca. 25 m Abstand auf der Straße. Als Schotter kommt bei diesem Verfahren ein sorgfältig entstaubter Steinschlag aus hartem, widerstandsfähigem Gestein in Betracht, der vor seiner Verwendung vollständig getrocknet sein muß.

Als zweckmäßige Korngrößen gelten folgende: Kleinschlag 3—5 cm, Grobsplitt 1—2 cm, Grus 1 cm. Das Steinmaterial, welches nach Sorten getrennt, in automatisch arbeitenden Maschinen mit dem Kippenberger'schen Präparat gemischt wird, wird in warmem Zustande und nach den Größenverhältnissen gesondert, auf den Straßenkörper aufgebracht. Die Lücken des Kleinschlags werden durch feines Material sorgfältig ausgefüllt. Als Abschluß der Kleinschlagschichte folgt eine Lage zubereiteter Grus, der mit besonderer Sorgfalt aufgebracht werden muß, da die Deckschichte,

ebensowenig wie der ganze Belag, Poren zeigen darf. Auf der Oberfläche der, nach dem Walzen 8—10 cm starken Decke, wird, nach Beendigung der Walzarbeit, ein leichter Überguß mit dem Kippenberger'schen Präparat aufgebracht, der dann mit trockenem scharfem Sand oder Grus überstreut und festgewalzt wird, worauf die Decke sofort dem Verkehr freigegeben werden kann.

§ 10.

Verfahren von Callias.

Auch in Griechenland, dessen heißes, trockenes Klima die Staubentwicklung besonders begünstigt, hat man mit Erfolg den Kampf gegen den Straßenstaub aufgenommen. Als Besonderheit der daselbst von Callias¹⁾ ausgebildeten Tiefenteerung wäre, ähnlich wie bei Tarmac, die Verwendung metallischer Schlacken, die bei der Aufbereitung des Bleiglanzes gewonnen werden, zu erwähnen. Diese Bleiglanzschlacke ist außerordentlich hart und bildet mit Teer oder Asphalt gemischt, ein vorzügliches Straßenbaumaterial. Als weiterer Vorteil kann noch deren gänzlicher Mangel an Wasser angeführt werden, von dem jedes Naturgestein etwa 3—6 % enthält. Dieser Umstand begünstigt die Aufnahme und innige Verbindung des Teers oder Asphalts mit dem Schlackenschotter in hohem Maße. Die chemische Zusammensetzung der Bleiglanzschlacke ist nach Callias folgende: Kieselerde 28—35 %, Ton 6 bis 8 %, Kalk 12—16 %, Magnesia 2—3 %, Eisen 17—23 %, Mangan 2—3 %, Zinn 3—5 %, Blei 0,5 %. Ihr spezifisches Gewicht schwankt zwischen 3,12 und 3,25. Beachtenswert ist in dieser Zusammenstellung der hohe Eisengehalt der Schlacke, auf den ihre große Widerstandskraft gegen die Verkehrseinflüsse im wesentlichen zurückgeführt werden muß. Die Schlacke, die sich unter normalen Verkehrsverhältnissen nach Angabe von Callias nahezu gar nicht abnützt, gibt staubfreie Straßendecken mit hinreichend rauher Oberfläche. Die Art und Weise der Herstellung des Teermakadams aus Bleiglanzschlacke unterscheidet sich von den vorbeschriebenen Verfahren nur dadurch, daß statt Teer auch Asphalt mit noch größerem Erfolg verwendet werden kann. Versuche haben gezeigt, daß trotz des glasigen Bruches der Schlacke 1 cbm derselben etwa 36 kg von auf 75 ° C erhitztem Teer aufzusaugen vermag. Gegen-

¹⁾ Verwendung kleingeschlagener und mit Teer oder Asphalt vermengter Bleiglanzschlacken für Asphaltstraßen. Bericht Nr. 23, erstattet für den III. Straßenkongreß, London 1913, von Dr. C. Callias, Inspektor der öffentlichen Arbeiten in Griechenland. — Wiedergegeben in der Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau 1915, Nr. 20.

über den meisten Teermakadams besitzt dieser Bleiglanzschlackenmakadam den erheblichen Vorteil, daß er sehr schwerem Verkehr standzuhalten vermag. So ließ z. B. die im Jahre 1911 in Alexandrien (Ägypten) damit hergestellte Rosette-Tor-Straße, die einem täglichen Lastwagenverkehr von 6000 Fahrzeugen mit 6 t Gewicht unterworfen ist, nach Verlauf von einem Jahr keine Spur einer Abnutzung der Fahrbahndecke erkennen, während ein gleichzeitig, neben dem Schlackenasphalt angelegtes Granitpflaster, deutliche Abnutzungen zeigte. Dieser günstige Umstand ist außer auf die bereits genannte Widerstandsfähigkeit dieses Baustoffes auch auf den sehr kleinen Widerstandskoeffizienten der aus ihm gebildeten Straßendecken zurückzuführen.

Von anderen Versuchsweisen der Innenteerung sind noch anzuführen: Die nach Wayß, sodann Terosalt, Reformguß und endlich die nach Philippin benannte.

§ 11.

Bauweise von H. A. Wayß.¹⁾

Bei dem in Ungarn patentierten Verfahren H. A. Wayß wird das Bindemittel fabrikmäßig erzeugt, indem dem Teer Wasser, Ammoniak und die leichten Öle entzogen werden. Nach Hinzugabe fremder Bestandteile, unter denen sich Bitumen nicht befindet, wird das Präparat, das mit Teer wenig gemein hat, auf chemischem Wege hergestellt. Dasselbe ist nach Angabe der Firma keinerlei weiteren Veränderungen unterworfen; es ist hart, zäh und in solch hohem Grade viskos, daß ein aus dem widerstandsfähigsten Gestein entnommener Schotter mit diesem künstlichen Bindemittel hergestellter Probewürfel die Druckfestigkeit des verwendeten natürlichen Gesteins erreicht. Die geteerte Masse wird auf den Unterbau heiß aufgetragen und mittelst einer 6—8 t schweren Benzinmotorwalze mit heizbarer Vorderwalze solange abgewalzt, bis eine vollkommene Dichtung der Decke erfolgt ist. Während des Walzens wird die Fahrbahn mit heißem, grobkörnigem Sand überstreut, um eine glattere Oberfläche und ein helleres Aussehen zu erreichen. Für das Gelingen ist das Aufbringen der Masse ohne größeren Temperaturverlust durch den Transport nach der Verwendungsstelle ein wesentliches Erfordernis.

¹⁾ A. v. Rauch, 24. Bericht an den III. Internationalen Straßenkongreß (London 1913).

§ 12.

Terosalt.¹⁾

Das Terosaltpflaster (Robert Malik) ist ebenfalls ein Innen-
teerungsverfahren, das bis jetzt nur in Ungarn versuchsweise
zur Ausführung gekommen ist. Das hierzu erforderliche Material
besteht aus Steinschlag von 1—11 mm Korngröße, das fabrikmäßig
hergestellt wird. Die Zusammensetzung des bituminösen Binde-
mittels ist Geheimnis des Erfinders. Nachdem die zuvor gereinigte
Unterlage mit heißem Teer vorbehandelt worden ist, wird das in
Kübeln fertig auf die Baustelle angelieferte Terosaltmaterial in
kaltem Zustande aufgetragen und mit einer Walze kalt befestigt.
Die eigentliche Dichtung und Glättung der Decke wird durch den
Verkehr bewirkt, der nach erfolgter Walzung sofort zugelassen
werden kann. Entgegen dem Teerbetonit, ist für die Ausführung
des Terosaltpflasters trockenes, warmes Wetter erforderlich.

§ 13.

Reformguß-Verfahren.

Bei dieser noch neuen, dem Erfinder geschützten Bauweise,
besteht das bituminöse Bindemittel nach Angabe der Fabrik in
der Hauptsache aus Teer, Asphalt und Harz. Der für die Fahr-
bahndecken 5 cm, für Gehwege 2—3 cm starke Reformgußestrich,
eine Mischung aus hartem Kleingeschlag und dem bituminösen
Bindemittel, wird heiß aufgebracht. Die Korngröße des Schotters
ist eine verschiedene und hängt von der zu benützenden Walze ab.
Steht eine heizbare Preßwalze von 3—4 t Gewicht zur Verfügung,
so kann man Steine — am zweckmäßigsten Basalt oder Porphy —
von 3 cm Korn verwenden, während bei Benutzung einer Walze
von geringerem Gewicht die Größe des Steinschlages auf 2 cm
Korn ermäßigt werden muß.

Der in Mischtrommeln mit dem Bindemittel überzogene Schot-
ter wird in heißem Zustande auf den Straßenkörper aufgebracht
und entweder von Hand, oder besser mit geheizten Preßwalzen
befestigt. Sofort nach Erkaltung der Masse wird eine leichte
Oberflächenteerung mit gereinigtem Teer aufgebracht, dieselbe her-
nach mit grobem Sand überstreut und nochmals überwalzt.

Obwohl der Reformguß bereits nach Verlauf von 2 Stunden
hinreichend erhärtet ist, ist es trotzdem besser, eine solche Decke
erst nach Ablauf eines Tages für den Verkehr frei zu geben.

¹⁾ A. v. Rauch, 24. Bericht an den III. Intern. Straßenkongreß, London 1913.

Wie aus den, im Jahre 1914 in Genf und Lausanne¹⁾ ausgeführten Versuchen hervorgeht, ist es empfehlenswert, etwaige Mängel, die sich bald nach der Freigabe für den Verkehr einstellen, sofort zu beseitigen.

§ 14.

Die Bauweise Philippin.

Dieses 1909 erstmals in der Schweiz angewandte Verfahren besteht darin, daß man Teer und Asphaltbrei in heißem Zustande mit Steinschlag zusammen vermischt und die Masse in 2 Lagen auf den Straßenkörper aufbringt. Hierbei hat der Schotter der unterliegenden, 10 cm starken Schichte eine Korngröße von 4 cm, derjenige der 5 cm starken Deckenschichte in Form zerstampften Kieses 5—10 mm. Letztere Masse dient besonders zur Ausfüllung der Hohlräume des größeren Steinschlags. Einige Stunden nach dem Auftragen der Masse wird dieselbe festgewalzt. Nach 1 oder 2 Tagen, je nach der Verkehrsdichte, kann die Fahrbahn dem Verkehr übergeben werden. Infolge der Zugabe von Asphaltbrei, was für dieses Verfahren charakteristisch ist, bindet die Masse rasch ab, wird elastisch und wasserdicht. Soweit auf Grund der in der französischen Schweiz ausgeführten Versuche bis jetzt überhaupt ein Urteil über diese Bauweise gebildet werden kann, hält eine solche Decke nach den von Grivaz auf dem III. Internationalen Straßenkongreß gemachten Mitteilungen²⁾ dem Befahren mit schweren Lastwagen und Automobilen Stand, weist auch infolge der Einwirkung der Hufeisen der Pferde keine nachteiligen Merkmale auf und läßt eine nahezu vollständige Unterdrückung des Staubes und Schmutzes erkennen. Die Ausführung, deren Kosten für 1 qm fertiger Decke sich auf ca. 3,50 M. belaufen, erfordert keine besonders geschulten Arbeiter, sondern kann durch gewöhnliche Tagelöhner bewerkstelligt werden.

In ähnlicher Weise, wie für die Herstellung von Teermörtel-makadam, hat das englische Wegeamt auch Vorschriften für Teermakadamdecken erlassen, die nach der Übersetzung Höpfners nachstehend angegeben sind:

¹⁾ Herstellung von Schotterdämmen unter Verwendung von Teer, Bitumen oder Asphalt in der franz. Schweiz. Bericht Nr. 27 für den III. Internationalen Straßenkongreß (London, 1913); wiedergegeben in der Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau 1915, Nr. 4.

²⁾ Dasselbst.

Allgemeine Vorschriften über Deckenherstellung mit Teermakadam.

1. Wie bei Teermörtelmakadam.
2. Desgleichen.
3. Die Stärke der Decklage aus Teermakadam muß, fertiggewalzt, entsprechend den Anforderungen des Verkehrs 2—3 " (5—7,5 cm) betragen. Bei einer größeren Stärke als 3 " (7,5 cm) sollte das Material in zwei Schichten aufgebracht werden.

4. Wie bei Teermörtelmakadam.
5. Desgleichen.

6. Die Masse der neuen Decklage aus Teermakadam muß aus zerkleinerten Steinen oder aus ausgelesenen Schlacken von bewährter Beschaffenheit bestehen und sollte enthalten: wenigstens 60 % von $2\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{4}$ " (6—3 cm) und 10 % von $\frac{3}{4}$ bis zu $\frac{1}{2}$ " (2—1 cm) zum Schließen der Decke. Die Steine von letzterwähnter Abmessung müssen getrennt gehalten und zur Oberflächenteerung während der Walzarbeit verwendet werden.

7. Das gebrauchte Steinmaterial muß vollkommen getrocknet werden, ehe es mit Teer überzogen wird.

8. Zur Herstellung von Teermakadam ist Teer zu verwenden, der entweder den Wegeamtsbedingungen für Teer Nr. 1 oder für Teer Nr. 2 entspricht. Die Wahl muß von Fall zu Fall nach den Umständen getroffen werden.

Wenn zur Teerung der Steine Teer Nr. 1 verwendet worden ist, muß namentlich bei heißem Wetter dafür Sorge getragen werden, daß das geteerte Material genügend lange Zeit zum Lagern gehabt hat, um der geteerten Oberfläche der Steine Gelegenheit zur teilweisen Erhärtung und Erlangung einer klebrigen Beschaffenheit zu geben.

Ist Teer Nr. 2 zum Teeren der Steine verwendet worden, so muß der Makadam bald nach der Teerung ausgeführt werden, und wenn der Teer aus der schwereren Art dieser Sorte besteht, so sollten die mit solchem Teer umkleideten Steine nur aufgebracht werden, wenn der Weg vollständig trocken und das Wetter warm und sonnig ist.

9. Die Menge des zur Teerung einer Tonne (1016 kg) Steine verwendeten Teeres soll annähernd 9—12 Gallonen (41—54 l) betragen, je nach den Abmessungen des Steinmaterials, der Beschaffenheit des verwendeten Teeres, der Mischungsmethode und den sonstigen Bedingungen.

10. Nachdem der Teermakadam ausgebreitet und abgeglichen worden ist, muß er zu einer ebenen Fläche eingewalzt werden, jedoch ist zu vieles Walzen zu vermeiden.

Es ist weniger Walzarbeit erforderlich, als bei Herstellung von gewöhnlichem, unter Verwendung von Wasser hergestelltem Makadam.

Für die meisten Gebrauchsfälle sind 10 Tonnen ein passendes Gewicht für die Walze; aber gute Ergebnisse können auch erzielt werden, wenn zunächst eine 6 Tonnen-Walze verwendet und die Walzarbeit mit einer 10 Tonnen-Walze beendet wird.

11. Um bei der Verwendung des Teermakadams die besten Ergebnisse zu erzielen, ist es ratsam, auf die Oberfläche noch eine Teerschicht aufzubringen, nachdem der Weg einige Wochen durch den Verkehr benutzt ist. Dieser Teer muß den Vorschriften des Wegeamts für Teer Nr. 2 entsprechen und auf die Oberfläche mit einer Temperatur von etwa 270 ° Fahrenheit (132 ° C) mit der Hand ausgegossen oder mit der Maschine aufgebracht werden.

12. Steinabfälle, gebrochener Kies, grober Sand oder andere staubfreie bewährte Materialien, die nicht größer sind, als daß sie ein Sieb von $\frac{1}{4}$ Quadratzoll (1,6 qm) Maschenweite passieren, dürfen für das Bekieseln verwendet werden in einer Menge, die eine Tonne (1016 kg) für 400—350 Quadratyards (334 bis 293 qm) bei Verwendung von Kies, und eine Tonne (1016 kg) für 200—250 Quadratyards (167—209 qm) nicht überschreitet, wenn grober Sand gebraucht wird.

Bemerkung: Es ist nicht beabsichtigt, durch diese allgemeinen Vorschriften andere gesetzlich geschützte Verfahren, von denen einige sich bewährt haben, zu ersetzen oder von deren Verwendung abzuraten.

b) Innenteerung unter Verwendung emulgierbarer Flüssigkeiten.

Das Kitionverfahren.

Von den Bauweisen, bei welchen eine Emulsion zur Verwendung kommt, wäre das sogenannte Kitionverfahren zu erwähnen. Dieses stellt eine Innenteerung mit Steinkohlenteer in wasserlöslicher Form dar. Kition kann als Teeremulsion bezeichnet werden. Es besteht aus 50 % destilliertem Steinkohlenteer, der aus Kammeröfen stammt, deshalb arm an freiem Kohlenstoff ist, an dem es höchstens bis zu 10 % enthält; weitere Bestandteile sind 10 % Ton als Emulsionsträger, 10 % Petroleumasphalt und 30 % Wasser. Der zur Kitionisierung benützte Teer, welcher bis auf 240° C destilliert wird, enthält Pech und Anthrazenöl, außerdem wird seit 1912, zur Erhöhung der Bindekraft und Elastizität, künstlicher Asphalt zugegeben.

Der Bauvorgang ist gegenüber den anderen, namentlich den amerikanischen und englischen Verfahren, ein äußerst einfacher. Das Kition wird zur Verarbeitung mit Wasser, am zweckmäßigsten im Mischungsverhältnis 1:1, angerührt und in die Fugen der zuerst trocken gewalzten Schotterdecke eingeschlämmt. Als wesentliche Gesichtspunkte für eine erfolgreiche Ausführung kommen die Verwendung eines Steinschlags von möglichst gleichmäßigem, etwa 5 cm großem Korn und ein stark lehmhaltiger Sand zum Einschlämmen in Betracht. Beim Einschlämmen des Sandes mit der Kitionlösung wird derselbe völlig mit Teeremulsion durchtränkt und jedes Sandkorn damit umhüllt, wodurch der Binde- und Füllsand in der Kitondecke wasserdicht wird und nach dem Erhärten durch Wasser nicht mehr angegriffen werden kann. Das dem Erfinder Dr. Raschig in Ludwigshafen a. Rh. patentierte Kition wird von der dortigen chemischen Fabrik in Fässern überall hin mit einer Gebrauchsanweisung verschickt, so daß die Bauweise von den einzelnen Straßenbauverwaltungen leicht im Eigenbetrieb ausgeführt werden kann.

Literatur zu Kapitel II.

a) Zeitschriften.

- Heude. Effets des Goudronnages exécutés en 1903 dans le département de Seine et Marne. Annales des Ponts et Chaussées, 1904.
- Soll man städtische Straßen teeren? Zeitschr. für Transportwesen und Straßenbau; 1905, No. 20; S. 377/378 u. No. 21; S. 393/394.
- Guglielminetti. Die 4 jährigen Erfolge der Straßenteerung gegen die Staubentwicklung. Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung; XLIX. Jahrg., S. 499/500.
- Le Gavrian. Notes sur les Goudronnages exécutés en 1905 dans le département de Seine-et-Oise. Annales des Ponts et Chaussées, 1905; 3, S. 232.
- Hetier. Le Goudronnage des Routes du département de la Seine; Révue d'Hygiène; 1905.
- Straßenteerungen als Kampfmittel gegen den Straßenstaub in Frankreich. Die „Gesundheit“. Jahrgang 1906, No. 16, S. 508.
- Über Versuche mit Straßenteerung. Dasselbst. 1907, No. 8, S. 254.
- Die Verwendung von Steinkohlenteer zur Herstellung staubfreier Straßen. Techn. Gemeindeblatt; 1907, No. 15, S. 207/210.
- Erfahrungen mit Teerung von Straßen in Wiesbaden. Die „Gesundheit“. Jahrgang 1908, No. 20, S. 645.
- Die Staubbekämpfung auf Steinschlagstraßen in Bristol. Dasselbst. 1908, No. 4, S. 107.
- Dr. ing. Bernhard. Der Staub auf den Chaussee-Straßen und seine Bekämpfung unter besonderer Berücksichtigung der Straßenteerungen. Dasselbst. 1906, No. 24, S. 738/744.
- Die Straßenteerungsfrage im Auslande. Dasselbst. 1908, No. 2, S. 50.
- Amtlicher Bericht der obersten amerikanischen Wege-Baubehörde über die Staubbekämpfung auf chaus. Straßen. Zeitschr. für Transportwesen u. Straßenbau; 1909, No. 1—10.
- Straßenteerungen in Ludwigsburg. Amtlicher Bericht. Dasselbst. 1909, No. 9, S. 169/170.
- Straßenteerung in Hagen i. W. Dasselbst. 1909, No. 16, S. 319/320.
- Die bisherigen Ergebnisse der Teerungen auf den rheinischen Provinzialstraßen bis zum Frühjahr 1908. Dasselbst. 1909, No. 19, S. 381/383.
- Die Verwendung von Teer beim modernen Wegebau. Vortrag eines englischen Ingenieurs. Dasselbst. 1909, No. 29, S. 592/593.
- Erfahrungen bei der Teerung von Makadamstraßen in Leipzig. Bericht, erstattet an den Pariser Straßenkongreß. Dasselbst. 1908, No. 34, S. 711.
- Der Gebrauch von Teer zum Schutze der Steinschlagbahnen der Kunststraßen, Aus „Génie Civil“. Dasselbst. 1908, No. 34, S. 717 und 35, S. 743.

- Denkschrift über das Teeren der chaus. Distriktsstraßen. Dasselbst. 1908. No. 8, S. 594.
- Hess. Einfluß der Teerung auf die Straßenunterhaltungskosten. Dasselbst. 1908, No. 34/35.
- Ergebnisse des I. internat. Straßenkongresses in Paris, 1908. Dasselbst. 1908, No. 31, S. 647.
- Über die Verwendung von Öl und Teer zur Staubbekämpfung auf Schotterstraßen im Großherzogtum Baden. Dasselbst. 1908, No. 33, S. 696.
- Die zeitige Lage der Teerungsfrage in der Rheinprovinz. Dasselbst. 1907, No. 19, S. 401.
- Zusammenstellung der Ergebnisse über die vom Stadtbauamt Augsburg ausgeführten Teerungen. Dasselbst. 1908, No. 7, S. 137.
- Amtlicher Bericht des Straßeninspektors von Basel über Teerungsversuche. Dasselbst. 1908, No. 22, S. 460 und 23, S. 484.
- Über die in Deutschland bis jetzt versuchten Verfahren zur Verhinderung der Staubbildung auf Landstraßen. Dasselbst. 1910, No. 15—21.
- Einfluß geteeter Straßen auf den Pflanzenwuchs. Techn. Gemeindeblatt. 1910, No. 15, S. 238/239.
- Über die Herstellung und Unterhaltung von Straßen- und Wegebefestigungen. Zeitschr. für Transportwesen und Straßenbau. 1912, No. 2, S. 30.
- Über die Staubbekämpfung auf den bayerischen Staatsstraßen. Dasselbst. 1912, No. 18, S. 421 und 19, S. 447.
- Hess. Schädliche Folgen der Straßenteerung. Zeitschr. für Transportwesen und Straßenbau. 1912, No. 1, S. 15—19.
- Über die Erzielung staubfreier Steinschlagstraßen in Kurorten. Rundschau für Technik und Wirtschaft; Prag. 1914, No. 9.
- Scheuermann. Zur Frage der Staubbekämpfung in Stadtstraßen. Techn. Gemeindeblatt. 1913/14, No. 15, S. 225—231.
- Le Gavrián. Fortschritte in der Herstellung von Schotter- und Pflasterstraßen, sowie weitere Erfahrungen zur Frage der Staubbekämpfung. Bericht No. 11 für den II. Internat. Straßenkongreß, Brüssel 1910. Zeitschr. für Transportwesen und Straßenbau. 1911, No. 22—24.
- Über die Anwendung von bituminösen Stoffen bei der Herstellung und Unterhaltung von Schotterstraßen in den Vereinigten Staaten. Dasselbst. 1911, No. 17, S. 398/399.
- Herstellung von Schotterstraßen unter Verwendung von Teer, Bitumen oder Asphalt. Bericht No. 18 für den III. Internat. Straßenkongreß 1913 von R. Bradaczek, k. k. Baurat im Minist. d. öffentl. Arbeiten, Wien. Dasselbst. 1914, No. 29, S. 688/695.
- Die Herstellung von Schotterdämmen unter Verwendung von Teer, Bitumen oder Asphalt. Bericht No. 27 für den III. Internat. Straßenkongreß 1913 von M. an der Auer, Straßeninspektor in Basel-Stadt. Dasselbst. 1914, No. 34 und 35.
- Haller. Neue Versuchsergebnisse auf dem Gebiete des amerikanischen Straßenbauwesens. Die „Gesundheit“. Jahrgang 1915, No. 20 und 21.
- Derselbe. Fortschritte auf dem Gebiete des Straßenbauwesens in Amerika, Techn. Gemeindeblatt. 1915/1916, No. 23 und 24.

b) Bücher und sonstige selbständige Schriften.

- F. Loewe, K. Geh. Hofrat, Prof. an der Kgl. Techn. Hochschule zu München, „Straßenbankunde“. Wiesbaden. Verlag Kreidel. 1906.
- Derselbe. Die Bekämpfung des Straßenstaubes. Wiesbaden. 1910.
- Die Bekämpfung des Straßenstaubes. Vortrag, gehalten im Polytechn. Verein von F. Loewe, K. Geh. Hofrat u. Professor an der Kgl. Techn. Hochschule zu München. Sonderabdruck aus dem „Bayer. Industrie- u. Gewerbeblatt“ 1911. Herausgeb. vom Polytechn. Verein in München.
- F. Wood. „Modern Road Construction“. Verlag Griffin & Co., Lt. London.
- Dr. ing. Bernhard. Untersuchungen über die Ursachen der Bildung des Staubes auf Steinschlagstraßen und über Versuche zur Bekämpfung derselben. Verlag F. Leineweber, Leipzig.
- Dr. Runge und Dr. Köhler. Neues Handbuch der chemischen Technologie. I. Bd. Steinkohlenteer. 5. Aufl.; F. Vieweg & Sohn, Braunschweig. 1912.
- W. Smith. Dustless Roads Tar Macadam. London, 1909.
-

Abschnitt III.

Brauchbarkeit und Wirtschaftlichkeit verschiedener Staubbindemittel.

Für die Verwendung eines Staubbindemittels spielt dessen praktische Brauchbarkeit und Wirtschaftlichkeit eine ausschlaggebende Rolle. Mittel, die hinsichtlich ihrer Anwendung nicht genügend einfach und billig sind, können nicht in Betracht kommen.

In den nachstehenden Kapiteln sollen eine beschränkte Anzahl von Staubbekämpfungsmitteln bezüglich ihrer Vor- und Nachteile, nebst ihren Kosten besprochen werden, soweit die Erfahrung ein einigermaßen abschließendes Urteil hierüber gestattet; einer eingehenderen Untersuchung sollen dabei nur die bisherigen Ergebnisse der Oberflächenteerungen unterzogen werden.

Kapitel I.

Wasser- und Laugenbesprengungen.

§ 1.

Die Wasserbesprengung.

Das älteste, einfachste und meist auch das billigste Verfahren zur Staublegerung ist die Wasserbesprengung. Ihre Wirkung ist jedoch leider eine sehr beschränkte, besonders auf Steinschlagstraßen und Asphaltfahrbahnen. Verhältnismäßig am längsten hält die Staubbindung durch Wasser, der Reihenfolge nach, auf Zementmakadam, Pflaster und Kleinpflaster an. In allen Fällen muß die Staubbekämpfung durch Wasser lediglich als ein Notbehelf angesehen werden, besonders auf Steinschlagstraßen, da sich bei diesen

die Wirkung nur in Umbildung des Staubes in Kot, keineswegs aber in dessen Herabminderung oder gar Beseitigung äußert.

Der Nutzen dieses Verfahrens für den beabsichtigten Zweck kann nur darin erblickt werden, daß ein Aufwirbeln des Staubes durch Fahrzeuge infolge der Besprengung verhindert wird. Dieser Vorteil wird aber dadurch wieder beschränkt, daß durch die Bildung von Schlamm bei dessen Erhärtung leicht eine unebene Fahrbahn entsteht, falls der Kot nicht regelmäßig und gründlich abgezogen wird. Ein weiterer nachteiliger Umstand ist darin zu erblicken, daß bei Pflasterungen, deren Fugen nur mit Sand gefüllt und nicht mit Asphalt oder dergleichen dicht vergossen sind, durch viele Besprengungen ein Ausspülen des Fugenfüllmaterials erfolgt. Dies trifft besonders dort zu, wo die Besprengungen unter Druck stattfinden. Die Folge ist eine Aufweichung des Untergrundes und ein baldiges Unebenwerden der Pflasterung, die dann Ausbesserungen erforderlich macht. Bei Steinschlagstraßen wird das feine Bindematerial herausgewaschen und abgeschwemmt. Auch die Jahreszeiten beeinflussen die Anwendung der Wasserbesprengung, da beispielsweise eine solche bei trockenem Frostwetter, aus Gründen der Verkehrssicherheit, gänzlich ausgeschlossen wäre. Neben der sehr raschen Abnützung einer stark befahrenen Straße infolge häufiger Wasserbesprengung lassen sich auch in hygienischer Hinsicht Nachteile dahin geltend machen, daß den Bakterien das zu ihrem Fortkommen notwendige Wasser zugeführt und dadurch der Bakteriengehalt des Staubes erhöht wird.

Einen Vorteil gewährt die Wasserbesprengung allerdings schon dadurch, daß sie in heißen Sommermonaten, infolge der Bindung von Wärme bei der Verdunstung des Wassers, eine angenehme Temperaturerniedrigung bewirkt, was besonders in gepflasterten und asphaltierten Straßen als eine große Wohltat empfunden wird. Günstig ist auch ihr Einfluß während der Sommermonate insofern, als ein Austrocknen und Lockerwerden des Holz- und Kleinpflasters, sowie ein Weichwerden des Asphaltes in erheblich geringerem Maße stattfindet.

An verschiedenen Orten, die in unmittelbarer Nähe des Meeres gelegen sind, wurde die Staublegerung durch Besprengung mit Meerwasser versucht. Mit diesem Verfahren hat man gute Erfolge gehabt, wo es ständig durchgeführt wurde und durchlässiges Schottermaterial vorhanden war, das im Winter keinen schweren Lastwagenverkehr auszuhalten hatte.

Die Kosten für die Wasserbesprengung sind je nach den örtlichen Verhältnissen verschieden. Für die Stadt Dresden er-

gaben sich dieselben im Jahre 1908 beispielsweise wie folgt: ¹⁾

Befestigungsart der Straße	Anzahl der Sprengtage im Jahre	Anzahl der Sprengungen an jedem Tag	Anzahl der einzelnen Sprengungen im ganz. Jahr	Jährliche Kosten des Besprengens für 1 qm
Asphaltfahrbahnen	60—125	1—4	75—300	Pfg. 1,7— 7,0
Holzpfasterfahrbahnen	75—140	1—4	100—300	2,3— 7,0
Zementmakadam	20—100	1—2	30—175	0,7— 3,5
Steinpfasterfahrbahnen	60—150	1—4	75—325	1,7— 7,5
Schotterfahrbahnen	100—150	1—6	150—500	3,5—12,0
Kiesgangbahnen	60—125	1—3	75—300	1,7— 7,0

Hierbei war der Wasserverbrauch folgender:

auf Asphaltstraßen: 0,2 bis 0,5 l auf 1 qm,
auf Holz- u. Steinpfasterfahrbahnen: 0,3 bis 0,6 l auf 1 qm,
auf Schotterfahrbahnen 0,4 bis 0,7 l auf 1 qm.

§ 2.

Besprengung mit Chlorcalciumlauge.

Zu den, gegenüber reinem Wasser, nachhaltigeren Mitteln gehören die Laugen. Auch ihre Verwendung ist wegen der Transportkosten eine beschränkte. Von einer Wirtschaftlichkeit kann deshalb nur an Plätzen die Rede sein, die in nicht allzugroßer Entfernung von der Gewinnungsstelle der Lauge gelegen sind.

Die Laugenbesprengung eignet sich besonders für Schotter- und Kleinpfasterstraßen, die vor der Besprengung mit 30—50 prozentiger Lösung gut von Schlamm und Staub gereinigt worden sind. Um eine nachhaltigere Wirkung zu erzielen, ist es notwendig, auf stark ausgetrockneten Fahrbahnen zuerst eine Wasserbesprengung vorzunehmen und dann erst die Lauge aufzubringen. Wenn erstere kräftig durchgeführt, oder der Straßenkörper ohnehin genügend feucht ist, kann die Lauge in unverdünntem Zustande verwendet

¹⁾ Dr. ing. Niedner. Die Straßenreinigung in den deutschen Städten unter besonderer Berücksichtigung der Dresdener Straßenreinigung. Leipzig 1911.

werden. Dies hat eine Ersparnis an Arbeitslöhnen zur Folge und macht das ganze Verfahren wirtschaftlicher, zumal dabei keine größere Menge Lauge notwendig wird.

Das vielfach für diese Zwecke verwendete Chlorcalcium, das bei der Herstellung von Alkali als Nebenprodukt gewonnen wird, ist ein festes, in Wasser leicht lösliches Salz. Die Erfahrungen, die in Karlsbad mit diesem Mittel gemacht wurden, sind nach den Angaben von Baudirektor Dr. Bernhard folgende:¹⁾ „Mit Hilfe von Calciumchlorid kann der Staub selbst auf verkehrsreichen Straßen mit Erfolg bekämpft werden, wenn man dabei wie folgt verfährt: Zuerst ist eine einmalige 25 prozentige Laugenbesprengung aufzubringen; für die ferneren Besprengungen, welche in Zwischenräumen von je 3 Tagen auszuführen sind, genügen 7 prozentige Lösungen. Vom dritten Tage, nach jeder Calciumchloridbesprengung ab gerechnet, empfiehlt sich die Ausführung von 2 kräftigen Wasserbesprengungen. Zweckmäßigerweise führt man die Laugenbesprengungen morgens und abends aus, wenn kein Verkehr auf der Straße ist.

Vor Laugenbesprengungen, die etwa alle 14 Tage aufzubringen sind, muß die Straße gekehrt werden.

Nach starken Regenfällen sind die Laugensprengungen zu wiederholen, da bei der leichten Löslichkeit des Salzes, infolge Abschwemmens durch den Regen, dessen Wirkung aufgehoben wird.

Die Calciumchlorid- und die Wasserbesprengungen sind mit einer Ergiebigkeit von 1 l/qm Fahrbahn auszuführen.

Für eine verkehrsreiche, tagsüber von der Sonne beschienene Steinschlagstraße, wurden bei jährlich 100 Sprengtagen in 1 Jahr folgende Besprengungen erforderlich:

1. Eine einzige 25 prozentige Calciumchloridbesprengung.
2. 32 je 7 prozentige Calciumchloridbesprengungen und
3. 68 Wasserbesprengungen.“

Infolge der gierigen Aufnahme der Luftfeuchtigkeit, besonders bei Nacht, sind die Wirkungen einer Calciumchloridbesprengung ziemlich nachhaltige.

¹⁾ Dr. ing. Bernhard. „Untersuchungen über die Ursachen der Bildung des Staubes auf Steinschlagstraßen und über Versuche zur Bekämpfung desselben“ Verlag Leineweber, Leipzig 1908, Seite 46.

Besprenzung mit Chlormagnesium.

Ein dem Calciumchlorid sehr nahe verwandtes Mittel ist das Magnesiumchlorid, das ebenfalls Feuchtigkeit aus der Luft aufsaugt. In einer Reihe von Städten, wie z. B. Karlsbad, Wiesbaden, Dresden, Breslau usw. hat man mit diesem Mittel bisher gute Erfahrungen gemacht. Die Behandlung der Straßen ist verschieden. So behandelt beispielsweise die Stadt Dresden ihre Straßen, je nach den Witterungs- und Verkehrsverhältnissen, alle 10—14 Tage mit Laugen, wobei jeweils etwa 0,20 l Lauge auf 1 qm Fahrbahnfläche verwendet wird. An trockenen warmen Tagen erhalten die mit Lauge besprengten Straßen außerdem noch täglich 1—2 mal eine Wasserbesprenzung. Dieses Verfahren hat sich nach dortigen Erfahrungen gut bewährt.¹⁾

Auf Grund der in Karlsbad, unter Leitung des Baudirektors Dr. ing. Bernhard sehr sorgfältig und systematisch durchgeführten Versuchen, hat sich nachstehendes ergeben:²⁾

Auf einer besonnten, 7,50 m breiten Basaltschotterstraße, die einen täglichen Durchschnittsverkehr von 1000—1300 Pferden aufweist, kann die Staubbildung folgendermaßen bekämpft werden: Zuerst erfolgt die Besprenzung mit einer 25 prozentigen Laugenlösung. Nach Verlauf von je 3 Tagen wird dieselbe mit 7 prozentigen Lösungen wiederholt. An den Tagen der Magnesiumchloridbesprengungen ist keine Wasserbesprenzung erforderlich, dagegen sind je 2 solche an dem, einer Laugenbesprenzung folgenden ersten und zweiten Tag, in einer Ergiebigkeit von $\frac{1}{2}$ l für 1 qm, notwendig. Die Laugenbesprengungen sind in einer Ergiebigkeit von 1 l für 1 qm auszuführen. Dabei sind die Straßen zweckmäßig alle 8—14 Tage einmal zu kehren.

Bei diesem Verfahren haben sich in Karlsbad die Gesamtkosten für die Laugenbesprenzung zu 0,28 Kronen für 1 qm, für die Wasserbesprenzung zu 0,032 Kronen für 1 qm ergeben.

Auf der 2000 qm großen Versuchsfahrbahn wurde dabei die Wasserbesprenzung in einer Fahrt mit einem 1000 l Sprengwagen

¹⁾ Dr. ing. Niedner. Die Straßenreinigung in den deutschen Städten unter besonderer Berücksichtigung der Dresdener Straßenreinigung. Leipzig 1911. Seite 56.

²⁾ Dr. ing. Bernhard: „Untersuchungen über die Ursachen der Bildung des Staubes auf Steinschlagstraßen und über Versuche zur Bekämpfung desselben.“ Verlag Leineweber, Leipzig. Seite 48.

bewerkstelligt. Die Kotbildung war eine etwas geringere gegenüber den an die Versuchsstraße anschließenden Steinschlagstraßen. Schädliche Wirkungen des Magnesiumchlorids auf die Verkehrsmittel, das Schuhwerk usw. konnten, im Gegensatz zu den Erfahrungen in Wiesbaden, nicht festgestellt werden. Jedenfalls ist dieser Umstand auf eine verschiedene Lösungsstärke der Laugenbesprengungen zurückzuführen. Mit Vorteil wird dieses Mittel zweifellos in allen Winter- und Frühjahrskurorten angewendet, da sein Gefrierpunkt unter demjenigen des Wassers gelegen ist.

Als gemeinsame Vorteile von Chlorcalcium- und Chlormagnesium wäre nach den Karlsbader Ergebnissen folgendes zu sagen:

a) Beide Mittel sind für die Verkehrsmittel, Kleider und Schuhe vollkommen unschädlich.

b) Die Mittel können ohne Rücksicht auf den jeweiligen Zustand einer Fahrbahn angewendet werden.

c) Die Mittel sind nahezu geruchlos und bewirken

d) eine Erhärtung der Decke und bessere Bindung der Schottersteine.

e) Die Kosten — ausgenommen die Transportkosten — sind gering.

f) Die Beobachtungen ergaben, daß beide Mittel auf Laubhölzer keinerlei nachteiligen Einfluß auszuüben vermögen, dagegen werden Nadelhölzer angegriffen, weshalb solche Straßen, in deren unmittelbarer Nähe Nadelhölzer stehen, nicht mit Chlorcalcium- oder Chlormagnesium-Laugen behandelt werden dürfen. —

Hinsichtlich der wirtschaftlichen Verwendung dieses Staubbekämpfungsmittels ist dasselbe zu sagen, was für alle Laugen gilt, d. h. daß die Wirtschaftlichkeit in erster Linie von der Transportweite zwischen Gewinnungsort und Verbrauchsort und auch von der Verkehrsdichte abhängig ist. Ein weiterer Umstand, der die Wirtschaftlichkeit derartiger Mittel erheblich beeinflußt, ist das Vorhandensein geeigneter Vorrichtungen zum Entleeren der Eisenbahnkesselwagen in Hochbehälter und ein späteres Überpumpen von dort in die Sprengwagen. Je zweckmäßiger die Einrichtungen und Anlagen hierfür sind, eine um so größere Ersparnis an Arbeit und Zeit kann erreicht werden.

Über den Wirtschaftsgrad, (d. h. das Verhältnis von

$$\frac{\frac{\text{Kosten der Staubbekämpfung für 1 qm}}{\text{Tage der Staubbindungsdauer}}}{\frac{\text{Kosten der Besprengung mit Wasser für 1 qm}}{\text{Dauer der Staubbindung}}}$$

betreffs dessen keine allgemein giltigen Gesetze aufgestellt werden können, sind am Schlusse dieses Abschnittes die Ergebnisse der Karlsbader und Wiesbadener Versuche, sowie die derzeitigen Kosten einiger solcher Mittel für verschiedene Städte als Vergleichswerte tabellarisch zusammengestellt.

Als Vergleichswerte können sie nur deshalb dienen, weil die Wirtschaftlichkeit derartiger Staubbindemittel, außer von den bereits genannten Umständen, noch wesentlich von den Temperatur- und Niederschlagsverhältnissen, sowie von der Aufsaugungsfähigkeit der zu besprechenden Fahrbahndecken abhängig sind. Diese Faktoren können nur von Fall zu Fall, auf Grund der jeweiligen örtlichen Verhältnisse, geprüft werden.

§ 4.

Rustomit.

Diese, in Leopoldstadt bei Staßfurt hergestellte Chlorcalciumlauge saugt, ähnlich wie Magnesium- und Calciumchlorid, Feuchtigkeit aus der Luft auf.

Als Vorteile dieses Staubbindemittels können erwähnt werden:

1. Völlige Geruchlosigkeit. 2. Unschädlichkeit bezüglich der Einwirkungen auf Verkehrsmittel, Kleider und Schuhe, Metall, Lackanstriche. 3. Der, sowohl nach der Besprengung, als auch nach Regenfällen sich bildende Kot wird durch den Verkehr zu einer harten Decke zusammengefahren; da diese infolge der Besprengungen hart und glatt wird, tritt eine verminderte Abnützung ein.

In Karlsbad¹⁾ waren Versuche auf einer, von täglich 950 Pferden und 25 Automobilen befahrenen Straße mit 7,50 m Fahrbahnbreite von Erfolg begleitet. Das dort angewendete Verfahren war folgendes: Die erste Besprengung wurde mit einer 25 prozentigen, alle übrigen mit 10 prozentiger Lösung ausgeführt. Zwischen den Rustomitbesprengungen, die mit einer Ergiebigkeit von 1 l für 1 qm auszuführen sind, kann ein Zwischenraum von 2 Tagen liegen. Alle 10—14 Tage sind die Straßen, am zweckmäßigsten unmittelbar vor einer Besprengung, zu kehren.

An Kosten sind nach diesem Verfahren entstanden:

a) für die Rustomitbesprengung für 1 qm Straßenfläche
im Jahr 14,2 Heller,

¹⁾ Über staubfreie Makadamstraßen im Kurorte Karlsbad. Verf. und Verlag: Stadtgemeinde Karlsbad.

- b) für die reine Wasserbesprengung bei 4 maliger Tagesbesprengung mit $\frac{1}{2}$ l Ergiebigkeit für 1 qm Straßenfläche im Jahr 9,6 Heller.

§ 5.

Standutin.

Dieses Mittel hat sich in Karlsbad als unwirtschaftlich erwiesen, denn es ergab sich, daß auf besonnten, nahezu horizontalen Steinschlagstraßen, mit einem täglichen Verkehr von 1150 Pferden und 25 Kraftwagen, die Staubbildung mittelst einer 5 prozentigen Standutinbesprengung sich nur auf die Dauer eines Tages hintanhaltend ließ. Eine Verminderung der Kotbildung gegenüber nicht mit Standutin behandelten Steinschlagstraßen, die dieselben Verkehrsverhältnisse usw. aufweisen, konnte nicht festgestellt werden. Als nachteilig ergab sich auch der Umstand, daß der Kot in flüssigem Zustande die Fahrbahn schlüpfrig machte. Dem gegenüber können als Vorteile geltend gemacht werden, daß Standutinbesprengungen geruchlos sind und auf Verkehrsmittel, Kleider, Schuhwerk usw. nachteilige Wirkungen nicht erkennen lassen.

§ 6.

Endlaugen der Sulfitzelluloseindustrie.

Wenn je ein Staubbindemittel dieser Gruppe Anspruch auf nachhaltige Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit zugleich erheben darf, so wird dies wohl bezüglich der eingedickten, von freier Säure befreiten Abfalllaugen der Sulfitzelluloseindustrie der Fall sein. Vorbedingung für deren Verwendbarkeit für die Zwecke der Staubbekämpfung ist, — wegen deren schädlichen Einwirkungen auf den Pflanzenwuchs — die vorhergehende Beseitigung der freien und leicht abspaltbaren schwefligen Säure. Vor Aufbringung der Laugenlösung muß der Straßenkörper sauber abgekehrt und von losem Staube befreit werden.

Die Wirtschaftlichkeit dieses Staubbindemittels beruht vor allem auf dessen nachhaltiger Wirkung infolge seines Gehaltes an gerinnenden Kolloidstoffen und seines verhältnismäßig geringen Wassergehaltes, der bei manchen der vorbeschriebenen Mittel deren Transportkosten wesentlich und unnützlich erhöht.

In dem, von der Gewerkschaft „Pionier“ in Walsum, im Bezirk Düsseldorf, hergestellten Dusterit, das ein aus der Ablauge

bereitetes, Trockenprodukt darstellt, wird dessen Wassergehalt bis auf etwa 10 % herabgemindert.

Irgend welche Schäden bei Verwendung dieses Mittels sind bis jetzt nicht bekannt geworden.

§ 7.

Westrumit.

Das Westrumit hat sich bis heute als eines der besten aller auf den Markt gebrachten Staubbindemittel erwiesen. Wirksam und wirtschaftlich zugleich hat sich dessen Verwendung auf Asphaltstraßen gezeigt, was die Erfahrungen verschiedener Großstädte einwandfrei ergeben haben. Anders verhält es sich bezüglich der Wirtschaftlichkeit auf Steinschlagbahnen wegen deren größeren Aufsaugfähigkeit. Hier kann, selbst auf Hartschotterbahnen, nur bei mittlerem Verkehr und in Gegenden, wo günstige klimatische Verhältnisse vorherrschen, von einer Wirtschaftlichkeit die Rede sein.

Letzterer Umstand beeinflusst überhaupt alle in diesem Abschnitte genannten Staubbindemittel, bezüglich deren wirtschaftlicher Verwendung, in einer nicht zu unterschätzenden Weise.

Als Vorteile des Westrumits können angeführt werden:

1. Das Mittel ist nahezu geruchlos. Der nach jeder Westrumitbesprengung auftretende Ammoniakgeruch, der mit der Lösungstärke zunimmt, verschwindet unter der Einwirkung der Sonnenstrahlen ziemlich rasch wieder.

2. Die Löslichkeit des Westrumits in kaltem Wasser ist eine vollständige; sie vollzieht sich rasch und auf einfache Weise.

3. Wo es sich lediglich um eine vorübergehende, aber möglichst vollständige Staubbindung auf stark aufsaugfähigen Decken handelt, wie z. B. auf Rennbahnen, Festplätzen, Kurpromenaden usw., kann das Mittel mit nachhaltigem Erfolg verwendet werden.

4. Nachteilige Einwirkungen auf die Verkehrsmittel, Kleider, Schuhe, Pflanzen usw. konnten nicht festgestellt werden.

Als Nachteile machen sich geltend:

1. Der verhältnismäßig hohe Preis und Wassergehalt des Westrumits.

2. Der beim Aufbringen mehrerer 10 prozentiger Besprengungen in kurzer Aufeinanderfolge sich bildende Kot wird derart klebrig, daß er sich an die Räder der Fahrzeuge aufwickelt, sodaß etwas lockere Schottersteine aus der Decke herausgerissen werden. Auch steht die erhöhte Staublegerung in keinem Verhältnis zu den Mehrkosten, welche die wiederholte Westrumitierung verursacht.

3. Die Schlamm Bildung auf einer westrumitierten Straße ist, gegenüber einer gewöhnlichen Schotterstraße von denselben Verhältnissen, eine nur wenig verminderte.

4. Auf saugfähigen Schotterdecken mit starkem Verkehr konnte infolge rascher Verflüchtigung und Verwässerung der öhaltigen Bestandteile durch die Einwirkung der Atmosphärlilien und dergleichen ein wirtschaftlich befriedigendes Ergebnis bis jetzt nicht überall erreicht werden.

§ 8.

Akonია.

Zu den Mitteln, die unter gewissen, günstigen Umständen erfolgreich und wirtschaftlich verwendet werden können, wäre noch das Akonia zu rechnen. Bei den wiederholt genannten Karlsbader Versuchen ergab sich, daß auf besonnenen, 7,5 m breiten Basalt-schotterdecken, die einen durchschnittlichen Tagesverkehr von 3000 Pferden aufweisen, der Staub erfolgreich bekämpft werden kann, wenn zuerst eine einmalige 25 prozentige Lösung und dann jeden vierten Besprengungstag eine 7 prozentige Lösung, von einer Ergiebigkeit mit 1 l für 1 qm Fahrbahn verwendet wird. Jeden dritten, der Akoniabesprengung folgenden Tag, müssen 2 Wasserbesprengungen ausgeführt werden.

Während zwischen den Tagen der Akoniabesprengung eine Zwischenzeit von 2 Tagen liegen kann, können an dem, der Akoniabesprengung folgenden Tag, die Wasserbesprengungen unterlassen werden. Am übernächsten Tage sind jedoch 2 solche auszuführen und zwar mit einer Ergiebigkeit von 1 l für 1 qm Fahrbahnfläche.

Alle 8—14 Tage ist eine solche Straße zu kehren; vor der ersten Akoniabesprengung hat dies stets zu geschehen.

Die sich bildende Kotmenge ist eine etwas geringere, als die auf gewöhnlichen Steinschlagstraßen und wird zu einer glatten, sehr harten Decke zusammengefahren.

Nachteilige Wirkungen auf Verkehrsmittel, Pferdehufe, Kleider usw. konnten nicht festgestellt werden.

Das gänzlich geruchlose Mittel behält nach der Aussprengung seine Löslichkeit bei, weshalb dasselbe nach heftigen Regenfällen unwirksam wird.

§ 9.

Dusterit.

Dusterit, das in 5—10 prozentigen Lösungen verwendet wird, enthält 47 % Holzstoff, 17 % an Lignine gebundener schwefliger Säure, 23 % Kohlenhydrate, 7 % Ätzkalk, 5 % Harzfett, und 1 % Protëin und kann entweder wasserarm als Dicklauge, oder wasserfrei in Blockform bezogen werden. Letzteres ist nachteilig, weil die Auflösung in kaltem Wasser eine unvollständige ist. Es bleibt ein gummiartiger Rückstand, der nur in heißem Wasser unter stetem Rühren vollständig in Lösung übergeht. Die Dicklauge ist in kaltem Wasser leicht und restlos löslich, so daß die Bereitung der 10 prozentigen Besprengungslösung leicht, rasch und ohne große Arbeitskosten von statten geht.

Irgendwelche nachteilige Einwirkungen auf Verkehrsmittel, Kleider und Schuhe konnten nicht beobachtet werden.

Wegen starker Schlammbildung bei Eintritt von Regen ist Dusterit für Straßen mit starker Steigung nicht zu empfehlen.

§ 10.

Gewerbesalz.

Zu den, infolge nachhaltiger Staubbildung zweifellos wirtschaftlichen Mitteln gehört das Gewerbesalz, sofern dasselbe als Streumittel auf schattig gelegenen Verkehrsstraßen, die nicht trockenen Luftströmungen ausgesetzt sind, verwendet wird.

Die Vorteile dieses, 97 % Chlornatrium haltigen Salzes bestehen in einer äußerst einfachen, raschen und billigen Verwendung als Streumittel, seiner Unschädlichkeit und Geruchlosigkeit.

§ 11.

Kosten verschiedener Staubbindemittel.

Da die Kosten der in Abschnitt II, Kapitel I und der, in diesem Abschnitte aufgeführten Staubbindemittel, von einer Reihe verschiedener Umstände abhängig sind, so darf die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Mittel unter sich nicht ohne weiteres verglichen werden. Im Nachstehenden sind, lediglich als relative Werte, die wirtschaftlichen Ergebnisse der Wiesbadener und Karlsbader Versuche zusammen gestellt.

Tabelle I.

Staubbekämpfung durch Laugenbesprengungen in Wiesbaden.¹⁾

Laufende Nr.	Laugenbezug			Sprengungs-			Staubbind.			Erläuterung
	Name Bezugsort Frachtkm.	Art	Wirkung	Lösung in %	Zahl	Fläche	Kosten in M/1000 qm	Dauer i. Tagen	Wirtschaftsgrad	
1.	Gewerbesalz von Staßfurt 418	n	w	0,48 kg pro qm	1	Chaussierg.	0,58	2	0,3	Laugenarten: c=chlorkalci- umhaltige, aus Zucker- u. Am- moniakso- da- fabriken. m=chormagne- siumhalt. aus Kaliwerken. k=kolloidhal- tige aus Sulfit- zellulosefabri- ken n=chlornatri- umhaltige e=Emulsionen Laugenwir- kungen: w=wasseran- ziehend [unter Hitze u. Nässe rasch sich ver- lierend.] ö=öland [unter Hitze rasch sich verflüch- tigend, Nässe ziendl. wider- stehend.] K=kleisterart. [unter Hitze länger vorhal- tend, Nässe lang wider- stehend.] Wirtschafts- grad der Wasserbe- sprengung $\frac{0,225 \cdot c}{0,25} =$ 1; c=0,9
2	Solutin von Biebrich 4	e	ö	5	1	Steinpflaster	5,23	2	2,9	
3.	Westrumit von Cöln 185	e	ö	2	1	Stampf- asphalt	7,50	11	0,8	
4.	Chlormagne- sium von Aschersleben 424	m	w	30	1	Steinpflaster Stampfasph. Holzpflaster Bekiesung	7,70 i. M.	3	2,9	
5.	Epphygrit v. Chemnitz 482	m/k	w/K	10	1	Chaussierg.	7,90	1 $\frac{1}{2}$	5,9	
6.	Chlor- calcium von Aschersleben 424	c	w	10	4	Chaussierg.	31,10	4	8,6	
7.	Sprengelit von Leipzig 429	m/e	w/ö	70	—	—	28,20	—	—	
8.	Coeberit von Staßfurt 418	c/m	w/ö	10	{ 1 1	Asphalt Steinpflaster	13,50	1 $\frac{1}{2}$	30	
9	Dusterit v. Dinslacken 280	K	w/K	10	6	Chaussierg.	55,10	50	1,0	

¹⁾ Dr. ing. Scheuermann: „Zur Frage der Staubbekämpfung in Stadtstraßen“, Technisches Gemeindeblatt, 1913, 14, Nr. 15.

Tabelle II.

Staubbekämpfung durch Laugenbesprengung in Karlsbad (1908).¹⁾

Staubbekämpfungsmittel	Durchschnittlicher Tagesverkehr				Durchschnittliche Tagestemperatur im Sommer
	250—300 Pferde. Kosten in Kro- nen pro m ² u. pro Jahr	1000—1300 Pferde. Kosten in Kro- nen pro m ² u. pro Jahr	2000—3000 Pferde. Kosten in Kro- nen pro m ² u. pro Jahr	3000—3600 Pferde. Kosten in Kro- nen pro m ² u. pro Jahr	
Wasser . .	0,03 für Land- straßen 0,096 für städ- tische Straßen	0,096	0,096	0,096	16,5° C
Teerungen .	0,12 *	0,14	0,14 *		"
Calciumchlo- ride:					
a) Englisches	0,16 *	0,24 *	0,28	0,31	"
b) Österreiches	0,21	0,34 *	0,38 *	0,41	"
Akonin . .	0,20 *	0,30 *	0,36	0,39 *	"
Magnesium- chlorid . .	0,24 *	0,31	0,46 *	0,46 *	"
Westrumit .	0,85 mit Zoll und Fracht 0,44 ohne Zoll und Fracht				"
Standutin .		1,71 mit Zoll und Fracht 1,11 ohne Zoll und Fracht			"
Expressol . .	0,344				"
Stopdust . .	0,344				"
Hartmanit .	0,62 mit Wasser- besprengung				"

Bem : Das Zeichen * bedeutet, daß die Kosten grob geschätzt sind.

¹⁾ Dr. ing. Bernhard: „Untersuchungen über die Ursachen der Bildung des Staubes auf Steinschlagstraßen und über Versuche zur Bekämpfung desselben“. Leineweber, Leipzig 1908, Seite 54.

Hinsichtlich der Höhe der Kosten ergibt sich bei den Karlsbader Versuchen aufsteigend folgende Reihenfolge der einzelnen Mittel: Wasser, engl. Calciumchlorid, Akonia, österreichisches Calciumchlorid, Magnesiumchlorid, Expressol, Stopdust, Westrumit, Standutin und Hartmanit.

Für städtische Straßen mußten nach den Versuchen Expressol und Stopdust wegen Verbreitung starker, widerlicher Gerüche, Westrumit, Standutin und Hartmanit aus wirtschaftlichen Gründen für eine weitere Verwendung ausgeschaltet werden.

Bezüglich der näheren Angaben der Ausführung der lehrreichen Karlsbader Versuche sei auf die wiederholt angeführte Schrift von Dr. ing. Bernhard: „Untersuchungen über die Ursachen der Bildung des Staubes auf Steinschlagstraßen und über Versuche zur Bekämpfung desselben“ verwiesen.

In demselben Zeitraum, aus dem die Kostenangaben der Tabelle II stammen, sind in Dresden für Wasser, Westrumit und Chlormagnesiumbesprengungen folgende Kosten ermittelt worden:¹⁾

Tab. III. **Jährliche Kosten der Behandlung von Schotterstraßen mit verschiedenen Staubbindemitteln, für 1 qm Straßenfläche in Pfg.**

	bei schwachem Verkehr, etwa 25 Wag. tägl. auf 1 m Straßbreite.			bei mittler. Verkehr, etwa 50 Wag. tägl. auf 1 m Straßbreite.			bei starkem Verkehr, etwa 100 Wag. tägl. auf 1 m Straßbreite.		
	Wasser	Westrumit u. ähnl. Bindem.	Chlormagnesiumlauge	Wasser	Westrumit u. ähnl. Bindem.	Chlormagnesiumlauge	Wasser	Westrumit u. ähnl. Bindem.	Chlormagnesiumlauge.
Anzahl der Sprengtage im Jahre (vgl. Tab. 12, S. 50 der angegebenen Quelle)	—	100	—	—	125	—	—	150	—
Anzahl der Besprengungen mit besonderen Staubbindemitteln	—	8	6	—	12	9	—	16	12
Kosten für Beschaffung u. Aufbringung des Staubbindemittels (vgl. Tab. 15 der angegebenen Quelle.)	—	1,53	0,45	—	1,53	0,45	—	1,53	0,45
Anzahl der Wasserbesprengungen im Jahre	150	50	50	300	100	100	500	150	150
Kosten der Wasserbesprengung (1 qm = 0,022 Pfg.)	3,3	1,1	1,1	6,6	2,2	2,2	11,0	3,3	3,3
Kosten der Besprengungen mit besond. Staubbindemitt. i. Jahre.	—	12,2	2,7	—	18,34	4,5	—	24,48	5,4
Gesamtkosten der Staubbekämpfung.	3,3	13,34	3,8	6,6	20,56	6,25	11,0	27,78	8,7

¹⁾ Dr. ing. Niedner: „Die Straßenreinigung in den deutschen Städten unter besonderer Berücksichtigung der Dresdener Straßenreinigung“. Leipzig 1911, S. 71.

In Basel-Stadt,¹⁾ wo ausgedehnte Staubbekämpfungsversuche angestellt worden sind, ergaben sich nach den Mitteilungen des dortigen Kantoningenieurs, aus dem Jahre 1914, während einer Besprengungsperiode folgende Kosten für 1 qm Fahrbahnfläche:

Staubbekämpfungsmittel	Kosten in cts. für 1 qm Fahrbahnfläche
Westrumit	18—20 cts.
Basilit	22 „
Asphaltineöl	26—28 „
Calciumchlorid . . .	4—11 „
	(je nach Anzahl der Besprengungen.)

Die nachstehende Tabelle IV endlich ist eine kurze Zusammenstellung über die Verwendung und die Kosten verschiedener Staubbindemittel aus dem Jahre 1915.

¹⁾ M. von der Auer. Bericht Nr. 27, an den III. Intern. Straßenkongreß.

Tabelle IV.

Staubbekämpfung durch Laugen-

Lfd. Nr.	Stadt	Name und Bezugsort des Staubbindemittels	Bezugspreis für 100 kg des Staubbindemittels freo. Verwendungsort.	Entfernung d. Bezugs- vom Verwendungs-ort in km.
1.	Berlin	Antistaubit (Kaliwerke Aschersleben)	10000 kg-80 M.	196 km
		Westrumitöl (Continental Ölb- Besprengungs- u. Straßenteerungs- Gesellschaft m.b.H. Berlin Nr. 39, Gerichtsstraße 27.)	40 M	—
2.	Düsseldorf	Chlormagnesium-Lauge (Jan. C. Schoen, Düsseldorf, Wilhelmplatz 9.)	1,05 M.	Godman/Hannover 287 km.
3.	Charlottenburg	30 % ige Chlorcalciumlauge (Chemische Fabrik auf Aktien vorm. E. Schering, Charlottenburg.)	60 M.	0,0 km bis 6,0 km
4.	Breslau	Antistauböl in Kristallform (Leipzig-Lindenau)	4,30 M.	361 km
5.	Dresden	Chlormagnesium-Lauge (Endlangen der Kaligewinnung) [Halle, Staßfurt usw.]	0,83—0,86 M.	—

¹⁾Nach freundlichen Mitteilungen der betreffenden Stadtbauverwaltungen

Tabelle IV.

besprengung und deren Kosten.¹⁾

Anzahl der Besprengungen auf die gleiche Fläche	Beschaffenheit der Straßenoberfläche (Chaussierung, Pflaster, Holz usw)	Verwendete Lösung in %	Kosten in Mark für 1000 qm Fläche.	Dauer völliger Staubbindung in Tagen
einmal	Steinpflaster	33 ¹ / ₃ %	Besprengungsfläche für eine Wagenfüllung. a) mit 6000 qm angenommen 0,63 M. b) mit 50000 qm angenommen (schachbrettartig) 0,075 M.	Nach Pflasterart u. Verkehr 2—4 Tage.
einmal	Asphalt und Holzpflaster	1 %	Besprengungsfläche für eine Wagenfüllung mit 6000 qm angenommen 1,00 M.	14—28 Tage.
alle 8 Tage einmal	Chaussierung	33 %	0,13 M.	8 Tage
29 Besprengungen mit laugehaltigem Wasser. 100 Besprengungen mit reinem Wasser.	Chaussierung u. Kopfsteinpflaster	33 ¹ / ₃ % Chlorcalciumlauge 66 ² / ₃ % reines Wasser	rund 100 M. für 30 prozentige Lauge u. Sprengwasser im Jahre	etwa 7 Tage
Ist nicht festgestellt	a) Pflasterstraßen b) Chausseen c) unbefestigte Plätze	auf Pflasterstraßen, 2-3 % Chausseen u. unbefestigten Plätzen 10 % lediglich für das und weniger.	bei 2 % = 0,43 M. bei 3 % = 0,65 M. bei 5 % = 1,11 M. bei 10 % = 2,15 M.	Mit Rücksicht auf Temperatur u. den Verkehr verschieden; in der Regel einige Tage ganz staubfrei. Die Wirkung war anhaltender, wenn täglich eine Nachbesprengung mit reinem Wasser erfolgte.
150 bis 500 je nach der Verkehrstärke, Beschaffenheit und Lage der Straße	Chaussierung	25 bis 50 %	38 M. bei schwachem, 62,5 M. bei mittlerem und 87 M. bei starkem Verkehr im Jahre.	10—14 Tagen je nach der Witterung u. der Beschaffenheit der Straße.

an den Verfasser.

Tabelle IV.

Lfd. Nr.	Stadt	Name und Bezugsort des Staubbindemittels	Bezugspreis für 100 kg des Staubbindemittels freo. Verwendungsort.	Entfernung des Bezugs- vom Verwendungs-ort in km
6.	Leipzig	Chlormagnesium-Lauge (von der Mansfeldschen Kupferschiefer bauenden Gewerkschaft in Eisleben)	0,54 M.	73 km
		Antistaubit (von Werner Rosenberg, Leipzig-Lindenau, Vertreter des Kaliwerkes Aschersleben)	"	94 km
		Sprengelit (von den deutschen Sprengelit-Werken Robert Friedrich, Leipzig-Plagwitz)	"	?
7.	Bad Harzburg	Kgl. Berginspektion Vienenburg	versuchsweise kostenlos abgegeben.	10 km

§ 12.

Schlußfolgerung.

Zusammenfassend kann nachstehendes gesagt werden: Die Wirtschaftlichkeit aller der in Abschnitt II, Kapitel I und den §§ 1—10 dieses Abschnitts III genannten Oberflächenmittel wird wesentlich durch die Kosten der Beförderung dieser Mittel vom Herstellungsort nach dem Verwendungsort, als auch von ihrem Wassergehalt, sowie von den jeweils vorhandenen maschinellen Hilfseinrichtungen für ein Überpumpen der Laugen und Lösungen in die Aufbewahrungsbehälter und Sprengwagen beeinflußt, außerdem auch

Tabelle IV.

Anzahl der Besprengungen auf die gleiche Fläche	Beschaffenheit der Straßenoberfläche (Chaussierung, Pflaster, Holz, usw)	Verwendete Lösung in %	Kosten in Mark für 1000 qm Fläche	Dauervolliger Staubbinding in Tagen
4—6 mal jährlich	Makadam u. Kies bezw. Sand Bei Frost wird auch auf Holzpflaster u. Asphalt Lauge ausgesprengt	30—33 Grad Bé	5,40 M.	15—20 Tage Es empfiehlt sich nach etwa 10 Tagen eine Auffrischung durch Wasser vorzunehmen.
	"			
	Von den Makadamstraßen muß vor der Besprengung der Staub entfernt werden. Auch ist eine Anmässung der zu besprengenden Fläche etwa $\frac{1}{4}$ Stunde vor der Aussprengung der Lauge sehr zu empfehlen. Hierdurch wird die Fläche saugfähig.			
einmal	Chaussierung	enthält 290 bis 320 Gramm Chlormagnesium in 1 l. Der Salzgehalt ist sehr gering	2,25—2,50 M.	12—14 Tagen

von der Verkehrsdichte und Aufsaugfähigkeit einer Straße. Weiter spielen die geographische Lage der Straße und das Klima eine Rolle. Unter allen Umständen läßt sich nur eine Wirkung von kurzer Dauer erzielen. Dennoch ist die Wirtschaftlichkeit der meisten Mittel in unmittelbarer Umgebung des Herstellungsortes fraglos. Wo jedoch die Grenze der Wirtschaftlichkeit infolge der genannten Umstände gelegen ist, kann nur von Fall zu Fall errechnet werden. Wohl zu beachten sind aber bei derartigen Feststellungen die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse der betreffenden Gegend, für welche eine derartige Wirtschaftlichkeitsuntersuchung angestellt werden soll, da besonders häufige und

starke Niederschläge die Ergebnisse solcher Ermittlungen erheblich zu Ungunsten eines Mittels zu verschieben in der Lage sind. Schon dieser einzige Umstand dürfte in manchen Gegenden die Unwirtschaftlichkeit eines hygroskopischen Staubbindemittels bedingen, obwohl dasselbe anderswo in einer wirtschaftlich zufriedenstellenden und wirksamen Weise verwendet werden kann.

Man ersieht schon aus diesen wenigen Angaben, daß es ein vollständig verfehltes Unternehmen wäre, allgemein gültige Normen über die Wirtschaftlichkeit von derartigen Oberflächenmitteln aufstellen zu wollen.

Als Nachteil der wasseranziehenden Mittel muß überdies auch deren verderblicher Einfluß auf die Haltbarkeit der Straßendecken hervorgehoben werden. Solche Straßen sind dauernd feucht, wodurch das Schottermaterial durch die, infolge der Verkehrswirkungen eintretende innere Reibung, eine vorzeitige Abnützung erleidet, welche sich auch äußerlich durch starkes Verschlammen an der Oberfläche bemerkbar macht.

Zu erwähnen wäre endlich noch der Beschluß, den der I. internationale Straßenkongreß über diese kurzfristigen Mittel gefaßt hat und der dann auch noch vom II. Kongreß in unveränderter Form beibehalten worden ist, nämlich: „Die teer- oder öltartigen Emulsionen, die hygroskopischen Salze usw. besitzen eine, jedoch rasch vorübergehende Wirkung; ihre Anwendung erscheint deshalb auf gewisse besondere Umstände beschränkt, wie z. B. Rennen, Feste, Aufzüge usw.“.

Kapitel II.

Die Oberflächenteerung.

Die Oberflächenteerung, die unter bestimmten Voraussetzungen als nachhaltig wirkendes und zugleich wirtschaftliches Staubbekämpfungsverfahren bezeichnet werden darf, hat leider keine unbegrenzte Anwendungsmöglichkeit.

Auf viel besonnten, frei und trocken gelegenen Straßen mit lebhaftem, leichtem Verkehr kann die Oberflächenteerung unbedenklich mit Vorteil angewendet werden. Voraussetzung ist hierbei

ein gründlich entwässerter und durchaus standfester Unterbau der Schotterdecke. Wenn sich diese unter der Einwirkung des Gewichtes der rollenden Lasten, infolge Nichtzutreffens der erwähnten Voraussetzung, senkt, so wird die geteerte Oberflächenschichte aus ihrer ursprünglichen Lage verschoben, die Teerdecke aufgerissen und zerstört. Den ungünstigsten Einfluß auf Decken mit Oberflächenteerung üben zweifellos schwere Kraftlastwagen und Omnibusse mit verhältnismäßig schmalen Radreifen und mangelhafter Federung des Wagengestelles aus und es ist mancherorts ein einziges, in der Nähe geteeter Straßen gelegenes Industrieunternehmen, das schwere Lasten befördert, genügend, um die Wirtschaftlichkeit ganzer Straßenzüge in Frage zu stellen. Dabei werden schwere Lasten während der feuchten Jahreszeit ihren zerstörenden Einfluß auf die Oberflächenteerungen besonders erkennen lassen.

Für die Haltbarkeit und damit zugleich auch für die Wirtschaftlichkeit einer Decke spielt auch die Art des Kleingeschlägs eine wichtige Rolle. Die Erfahrung hat gezeigt, daß die besten Ergebnisse mit zähem, widerstandsfähigem Hartgesteinschotter, möglichst von Würfelform und rauher körniger Bruchfläche, erzielt worden sind. Dieser Tatsache haben auch, wie aus der Tabelle am Schluß dieses Kapitels zu ersehen ist, nahezu alle Straßenbauverwaltungen in hinreichendem Maße Rechnung getragen. Würfelförmiger Normalschotter verbürgt überdies auch eine ziemlich dichte, satt liegende Decke, bei welcher das einzelne Schotterkorn durch Kehren usw. nicht so leicht aus seinem Verbände gerissen werden kann. Als Füllmaterial beim Walzen wird am zweckmäßigsten reiner scharfer Sand, nicht aber altes durchgeseibtes Bindematerial verwendet. Der Einwand, daß durch die Herstellung einer solch dichten, widerstandsfähigen Decke der Teer nicht tief genug einzudringen vermöge, ist hinfällig, weil dies zur Erzielung einer haltbaren Decke überhaupt nicht erforderlich ist. Der Teer hat hier nicht dieselbe Funktion wie bei einer Teerschotterdecke, er soll bei der Oberflächenteerung die Fugen nicht ausfüllen, sondern nur schließen und dadurch das Eindringen des Wassers und Frostes, sowie die Rollsteinbildung verhindern. Diese Fugendichtung wird aber bei Beachtung des genannten Gesichtspunktes noch in genügendem Maße erreicht. Wäre die Haltbarkeit einer geteerten Decke im wesentlichen von der Eindringungstiefe des Teeres abhängig, dann müßte die lockerste Decke die besten Ergebnisse liefern, was jedoch unzutreffend ist.

In Gegenden, wo Kalkstein ansteht, kann dieser mit Erfolg als Schottermaterial verwendet werden, falls er genügende Druckfestigkeit besitzt, um dem Walzdruck widerstehen zu können. Trifft letzteres nicht zu, so wird eine erfolgreiche Oberflächenteerung meist deshalb in Frage gestellt, weil der beim Walzen entstehende Splitt und Schlamm die Zwischenräume des Schotters ausfüllt und dadurch eine hinreichende Fugendichtung durch den Teer verhindert. Damit wird das wirtschaftliche Moment der Oberflächenteerung hinfällig.

Auch die Verwendung von Sand beeinflusst den Erfolg einer Teerung. Am zweckmäßigsten ist die Übersandung mit reinem, scharfem Flußsand von Erbsengröße, der aufgebracht werden muß, solange der Teer noch Bindekraft besitzt und mit einer leichten Handwalze zu befestigen ist. Daß neben der Reinheit auch die Korngröße des Sandes oder Splittes eine Rolle spielt, haben auch die neuesten amerikanischen Versuche bestätigt.¹⁾

Sowohl für neue, als auch für bestehende, zu teernde Fahrbahndecken gilt für den Erfolg einer Oberflächenteerung die Voraussetzung, daß sich die Decken, bezüglich ihrer Beschaffenheit in einwandfreiem Zustande befinden.

Hinsichtlich der zweckmäßigsten Gefällsverhältnisse für die zu teerenden Straßen gehen die Meinungen der Ingenieure auseinander.

Bezüglich des Querprofils ist zu sagen, daß einerseits eine Straßendecke mit sehr geringer Querneigung schlecht trocknet und dadurch der Zerstörung leichter anheimfällt, als eine solche mit stärkerer Neigung. Andererseits hat aber eine zu stark gewölbte Decke den Nachteil, daß der Verkehr auf die Fahrbahnmitte zusammengedrängt und die Abnützung des Teeres dort eine erheblich größere wird, als an den Seiten.

Amerikanische Ingenieure vertreten die Ansicht, daß auf Makadamstraßen, die mehr als 3,75 % Quergefälle aufweisen, weder Teer noch Öl verwendet werden dürfe. Die besten Ergebnisse seien zu erwarten, wenn die Querneigung nicht mehr als 2,5 % betrage, denn zur Ableitung des Wassers sei bei der Glätte der Oberfläche ein größeres Gefälle nicht erforderlich.²⁾ Das englische Wegeamt setzt in seinen Vorschriften das Quergefälle durchschnittlich mit 1:25 fest. Unsere deutschen Verhältnisse schließen sich

¹⁾ Eng. Record, 1915. Vol. 71, Nr. 15.

²⁾ Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau, 1911. Nr. 30, S. 712: Bericht Nr. 9 zum II. Intern. Straßenkongreß (Brüssel).

hierin den englischen Vorschriften im allgemeinen an, wie dies aus den Angaben der bereits genannten Zusammenstellung über ausgeführte Straßen hervorgeht. Über 4 %-Quergefälle sollte man jedoch den Straßen, die mit einer Oberflächenteerung versehen werden sollen, nicht geben, weil sonst die Gefahr besteht, daß eine solche Decke schlüpfrig wird. Manche Klage über die Schlüpfrigkeit einer geteerter Decke kann zweifellos auf eine zu große Bemessung des Quergefälles zurückgeführt werden. Wenn auch die Schlüpfrigkeit an sich bei allen Quergefällen dieselbe bleibt, so nimmt hingegen die Gefahr des Ausgleitens mit wachsendem Gefälle zu. Dies trifft insbesondere dort zu, wo die Straßenzüge lange beschattet sind und die Decken dadurch schwer trocken werden.

Hinsichtlich des größten, zulässigen Längsgefälles geteeter Straßen ergab die vom Verfasser veranlaßte Umfrage wesentlich verschiedene Ansichten. Die erhaltenen Antworten enthielten als niederste Grenze 1:80, als höchste 1:10. Auf kurzen Strecken kann man allerdings noch Oberflächenteerungen bei Neigungen von 9 % und 10 % ausführen, wie dies z. B. in Ulm a. D. und Würzburg geschehen ist, denn die Gefahr des Ausgleitens nach der Seite hin ist ja immer größer, als nach vor- und rückwärts. In Ulm wird die betreffende Strecke wenig, aber fast ausnahmslos mit schweren Bierfuhrwerken befahren; ein Unfall ist trotz dieser großen Steigung bis heute nicht bekannt geworden. Ähnliche Verhältnisse zeigt Würzburg, wo ebenfalls kurze Strecken bis zu 10 % Steigung geteert worden sind.

Im allgemeinen wird man sagen können, daß es sich bei Oberflächenteerungen aus Gründen der Verkehrssicherheit und Wirtschaftlichkeit nicht empfiehlt, über 5 % Längsgefälle hinaus zu gehen. Straßen mit größerer Längsneigung werden zweckmäßiger gepflastert oder als ungeteerte Steinschlagbahnen belassen.

Die Art und Weise der Ausführung von Oberflächenteerungen ist, mit wenigen kleinen Abweichungen, bei den meisten Verwaltungen dieselbe. Rohteer wird dabei durchschnittlich auf 80 °—90 °C, destillierter Teer auf 120 °—150 °C erhitzt. Meist wird die Teerung auf maschinellm Wege ausgeführt. Diejenigen Verwaltungen, die Handteerung bevorzugen, benutzen mit wenigen Ausnahmen die Breining'schen Handteersprengwagen. Unterschiede sind im allgemeinen nur in der Ausführung der Art und Weise der Besandung festzustellen und zwar, sowohl hinsichtlich des Zeitpunktes, als auch der hierzu verwendeten Materialien und ihrer etwaigen Befestigung. So verwendet man z. B. in Dresden, wo u. a. ein in der Vorstadt Cotta gelegener Seitenweg mit Rohteer

behandelt worden ist, zur Überdeckung der Teerdecke Basaltgrus von 1—5 mm Korngröße. Dieser wurde ungefähr 1 Stunde nach vollzogener Teerung in etwa 1 cm Stärke aufgebracht und das überschüssige Material nach Verlauf von 8—14 Tagen wieder abgekehrt. Heute wird in Dresden für Oberflächenteerungen besonders zubereiteter Teer verwendet.

In Hannover wurde die geteerte Fläche mit Kies oder feinem Basaltgrus gleichmäßig überworfen und mit Handwalzen festgewalzt. In Würzburg wird die Fahrbahndecke nach erfolgter Teerung 3—4 Stunden liegen gelassen und erst dann, nach erfolgter Abtrocknung, mit durchgeworfenem, grobkörnigem Sand dünn überdeckt und hierauf mittelst der Dampfwalze befestigt. Im Bezirke des Kgl. Straßen- und Flußbauamtes München, woselbst die Oberflächen-teerungen mittelst Lassailly'scher und Stephan'scher Teermaschinen ausgeführt worden sind, wurde zum Übersanden reiner Quetschsand von 5—7 mm Korngröße verwendet. Die Übersandung, die 4—5 Tage nach vollendeter Teerung unmittelbar vor der Verkehrsübergabe erfolgte, diente vor allem zur Vermeidung von Beschädigungen durch rasch fahrende Kraftwagen an noch feuchten Stellen der Decke.

Im Bereiche der Großherzogl. Straßenbauverwaltung in Baden, wo ausschließlich Maschinenteerung (Stephan'sche Motorteermaschine, Breining'sche und Reifenrath'sche Teersprengwagen) in Anwendung kommt, erfolgt das Übersanden der Teerdecken in durchschnittlicher Stärke von 1—2 cm.

In Künzelsau erfolgte die Besandung mit scharfkörnigem Mainsand von 5 mm Korngröße. Das Stadtbauamt Breslau, das für Teerungen in bebautem Gebiete gereinigten Teer (auf 120 bis 130 ° C erhitzt), sonst Rohteer (auf 80—90 ° C erhitzt) verwendet, hat mit Granitsteingrus zum Eindecken eine größere Festigkeit der Decken erzielt, als mit Sand. Die Besandung erfolgte dort, sobald der Teer zum größten Teil in die Decke eingedrungen war.

Manche Ämter haben für die Ausführung von Oberflächen-teerungen besondere Vorschriften erlassen, in welche alle beachtenswerten Gesichtspunkte aufgenommen wurden. So sind beispielsweise im Bereiche des Stadtbauamtes I in Düsseldorf, das sehr gute Ergebnisse bei den von ihm ausgeführten Teerungen zu verzeichnen hat, nachstehende sehr zweckmäßige Vorschriften erlassen.¹⁾

¹⁾ Nach freundlicher Mitteilung des Amtes an den Verfasser.

Anweisung zur Oberflächenteerung.

a) Straßenfahrbahnen.

„Zur erfolgreichen Herstellung einer Oberflächenteerung sind als Hauptbedingungen warme trockene Witterung, guter trockener Untergrund und genaue Beachtung der nachstehenden Vorschriften erforderlich.

Die zur Oberflächenteerung bestimmte Fahrbahn muß ohne Schlaglöcher, Wellen, Radspuren und dergleichen sein und überall volles Profil und Quergefälle haben.

Im allgemeinen sollen neu gedeckte, höchstens 6 Monate befahrene Makadamdecken geteert werden. Bei älteren Decken verbindet sich der Teer auch bei der sorgfältigsten Reinigung nicht genügend mit der Decke und blättert daher in ganz kurzer Zeit ab.

Nachdem die zu teerende Straßenfahrbahn genügend reguliert ist, ist die Straßenbesprengung zwecks guten Austrocknens mehrere Tage vor Beginn des Teerens einzustellen.

Während der Teerungsarbeiten ist die Straße für den Fuhrverkehr zu sperren. Ist eine Sperrung nicht durchführbar, so muß die Teerung der Straße halbseitig erfolgen.

Kurze Zeit vor dem eigentlichen Teeren wird die Fahrbahn von sämtlichen Rollsteinen pp. befreit und kräftig mit Besen abgefegt.

Um ein Wegschwemmen des Teeres in die Rinnen, Kanalschächte, Gas- und Wasserleitungsschieber usw. zu verhindern, wird vor Beginn der Teerung aus dem gewonnenen Kehricht ein Begrenzungsdaam an den bezeichneten Stellen errichtet.

Während dieser Vorbereitungsarbeiten wird in Teerkochapparaten oder in Teermaschinen der zu verwendende Teer auf eine Temperatur von mindestens 80 bis 120° C gebracht.

Zur Teerung ist nur destillierter, für Straßenbauzwecke präparierter Teer zu verwenden. Die Teerungen und alle Vorbereitungen sind so zu treffen, daß Verschmutzungen von Bürgersteigen usw. nicht vorkommen. Aufseher und Vorarbeiter sind für strenge Einhaltung von Ordnung und Reinlichkeit verantwortlich.

Die Arbeitseinteilung muß so eingerichtet sein, daß keine Pause für Füllung der Teerwagen oder Erhitzung des Teeres usw. entstehen, es muß ein ununterbrochener Betrieb vor sich gehen.

Als Heizungsmaterial sind raucharme Materialien zu verwenden. Große Vorsicht muß bei der Wahl der Standorte der Teerapparate eingehalten werden. Bäume, Wohnungen usw. müssen vor Rauch geschützt sein. Verkehrsbelästigungen dürfen niemals entstehen. Alle hierzu notwendigen Maßregeln sind vor Beginn der Arbeiten eingehend zu überlegen und dauernd zu überwachen.

Die einzelnen Arbeiten sind auf die einzelnen Arbeiter bestimmt zu verteilen, so daß jeder weiß was er zu tun hat.

Die Feuerung muß von einem äußerst zuverlässigen Mann unterhalten werden, sodaß weder ein zu starkes noch ein zu schwaches Feuer vorhanden ist, da bei einem zu starken Feuer leicht ein Überkochen des Teeres erfolgen kann, wodurch ein Brand des ganzen Apparates möglich wäre, andererseits durch ein zu schwaches Feuer der Teer nicht die nötige Erwärmung, welche zur Herstellung einer vorschriftsmäßigen Oberflächenteerung erforderlich ist, erhält.

Der heiße Teer wird in Gießkannen aus dem Apparat entnommen, alsdann von Hand aus auf die Straßenfläche aufgebracht und durch 2 oder 3 Arbeiter

mittelst Piassavabesen auf die ganze Fläche verteilt und gehörig eingekehrt.

Nach der Teerung wird die geteerte Fläche entweder sofort, oder innerhalb der nächsten 2 Stunden mit reinem, scharfkörnigem Sand abgedeckt.

Bei Eintritt von Regenwetter sind die geteerten Flächen sofort mit Sand einzudecken.

In Fahrbahnen mit lebhaftem Fuhrverkehr empfiehlt es sich, den mittleren Teil der Fahrbahn, welcher hauptsächlich dem Fuhrverkehr dient, nach dem Teeren mit Basaltsplitt einzudecken und nur die Seiten etwa 1,00 m von der Rinne ab mit Sand abzudecken. Bei letzterem Verfahren muß eine nachträgliche Abwälzung des Basaltsplittes erfolgen und zwar muß die Fahrbahn zuvor mit einer dünnen Sandschicht, zur Verhütung des Anklebens von Teer, eingedeckt werden.

Das Abfegen des nicht eingefahrenen Materials hat 14 Tage nach Fertigstellung der Arbeiten zu erfolgen.

b) Bürgersteige, Bankette und Promenaden.

Die zu teerenden Flächen sind, genau wie die Fahrbahnen, zunächst von allen Unebenheiten zu befreien, wobei ein möglichst gutes Profil mit starkem Quergefälle herzustellen ist.

Die Teerung erfolgt in derselben Weise wie bei den Fahrbahnen.

Zur Eindeckung nach erfolgtem Teeren soll möglichst feinkörniger, reiner, scharfer Sand verwendet werden.

Da bei Promenadenteerungen meistens nicht die ganze Breite derselben geteert wird, ist es zur Erzielung eines guten Aussehens nach der Teerung erforderlich, die Kanten nach der Schnur scharf abzuschneiden.

Die fertig geteerte Fläche muß für den Verkehr mindestens 2—3 Tage gesperrt bleiben.

Zur Herstellung obiger Teerflächen kann auch roher Gasteer verwendet werden.

c) Behandlung der Apparate nach Gebrauch.

Die vom Feuer und Rauch bestrichenen Wände der Teermaschine sind alle 8 Tage von Ruß und sich ansetzendem Schmutz zu reinigen, welches wie folgt zu geschehen hat.

Die zur Befestigung des Kamins dienenden Schrauben werden gelöst und der Kamin abgehoben, darauf wird mit Handfeger und Bürste der an den Wänden der Rauchkammer hängende Ruß nach unten gekehrt und mit dem Reinigungsschieber durch den Feuerkasten nach vorn in den Aschenkasten gezogen.

Der Boden des Kessels muß nach jedesmaligem Gebrauch bei Tagesschluß gereinigt werden. Der Anlaufhahn ist abzuschrauben, worauf der sich im Kessel gebildete Schmutz durch die Hahnöffnung entfernt wird.

Die wagrechten Anlaufrohre der Sprengvorrichtung müssen mindestens alle 8 Tage vom angesetzten Schmutz gereinigt werden. Die Rohre sind entweder abzuschrauben und zum Bauhof zu schaffen oder es sind die seitlichen Verschlüßklappen abzuschrauben und die Rohre mittelst Bürsten zu säubern " —

Sind nun Oberflächenteerungen, die unter sorgfältiger Berücksichtigung der einleitend genannten Bedingungen ausgeführt werden, wirtschaftlich oder nicht?

Diese Frage suchte der französische Ingenieur P. Caufourier bereits 1908 mathematisch zu lösen.¹⁾

Caufourier stellte die Beziehungen auf:

$$e = (a + b N) t \quad \dots \quad (1) \text{ und}$$

$$\frac{P}{t} = \frac{P (a + b N)}{e} \quad \dots \quad (2), \text{ worin}$$

- e die Deckenstärke in mm nach der Walzung,
- a und b Abnutzungskoeffizienten,
- N die Größe des Verkehrs (durchschnittliche Anzahl der Zugtiere im Tag),
- t die Deckendauer in Jahren,
- P der Preis für 1 qm Decke bedeutet.

Dabei hängen die Abnutzungskoeffizienten a und b von der Beschaffenheit des Steinmaterials, b außerdem auch von der Fahrbahnbreite ab.

Caufourier setzte voraus, daß der Wert von b für jede Steinart unveränderlich sei, indem er die Straßenbreite sich als unveränderlich dachte. Er kam zu dem Ergebnis, daß bei einer mittleren Verkehrsgröße die wirkliche Dauer der Decke sehr genau mit seiner aufgestellten Beziehung (1) übereinstimme.

Die Gleichung (2), welche die jährlichen Unterhaltungskosten angibt, läßt erkennen, daß sich diese mit wachsender Deckenstärke verringern. Weiter stellte Caufourier noch folgende Beziehungen auf:

1.) Stärke der Teerschichte, deren Abnutzung nur vom Verkehr abhängt	$\epsilon = b N e$
2.) Kostenpreis für 1 qm Teerung	$= p$
3.) Kostenpreis für 1 qm Teerung Decke einschl. Teerung . . .	$= P + p \cdot \frac{e}{\epsilon}$
4.) Abnutzungsdauer der geteer-ten Decke	$t = \frac{e}{b N}$
5.) Jährl. Unterhaltungskosten für 1 qm	$P + p \cdot \left(\frac{e}{\epsilon} \right) \frac{b N}{e}$
6.) Kostenpreis für 1 qm Decke ausschließlich Teerung . . .	$P \frac{a + b N}{e}$

¹⁾ Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau 1908, Nr. 34/35 aus „Le Génie Civil.“ 1908.

- | | |
|--|--|
| 7.) Durch die Teerung wird erspart, wenn | $\frac{P a}{e} - \frac{p b N}{E} > 0 \text{ oder } N < \frac{P a \epsilon}{p b e}$ |
| 8.) Ersparnis bei gleichbleibendem Verkehr wird größer, wenn | $\epsilon \text{ wächst, } p \text{ und } b \text{ aber abnehmen.}$ |

Hierin bedeuten: ϵ die Abnutzungsdauer der Teerschichte,
 ϵ die Eindringtiefe des Teers, welche als Dicke der Teerschichte gilt.

Auf Grund dieser Gleichungen führte Caufourier eine Anzahl Beispielrechnungen aus, in denen er unter anderem sich auch die Zahl der Zugtiere rechnet, die nach diesen Gleichungen täglich verkehren müßten! —

Was ist nun über die praktische Brauchbarkeit dieser Gleichungen zu sagen?

Caufourier selbst sagt einleitend zu dieser seiner Abhandlung mit Recht, daß für die Abnutzung der Steinschlagbahnen 2 Hauptfaktoren in Betracht kämen, 1.) die Witterungseinflüsse und 2.) die Verkehrsgröße. Wenn man die Gleichungen daraufhin einer kritischen Betrachtung unterzieht, erkennt man, daß die Witterungseinflüsse in den Gleichungen nicht berücksichtigt sind. Die Abnutzungscoeffizienten a und b beziehen sich lediglich auf die Güte des Schotters. Daß dieser jedoch auf ungeteerten Steinschlagbahnen infolge der Einwirkung der Atmosphärien andere Abnutzungsgrade aufweist, als unter geteerten Decken, dürfte ohne weiteres einleuchten. Ein weiterer Mangel ist die Vernachlässigung der Einwirkung des Gefälles auf die Abnutzung geteeter oder ungeteeter Fahrbahnen. Auch bei ersteren wird die Abnutzung bei starkem Gefälle zweifellos eine größere sein, als auf einer nahezu horizontalen Straße, weil infolge des erhöhten Zugwiderstandes die Pferde stärker „Fuß fassen“ müssen, und die Bremswirkungen ungünstigere sind, als in letzterem Falle. Unberücksichtigt bleibt auch in den Formeln die Breite der Radreifen und das Gewicht der Fahrzeuge. Beides sind so wesentliche Faktoren, daß ihre Vernachlässigung allein schon hinreichend ist, die Brauchbarkeit solcher Gleichungen für die Praxis in Frage zu stellen. Es genügen z. B. unter ungunstigen, atmosphärischen Verhältnissen wenige, aber schwer belastete Fahrzeuge mit schmalen Radreifen, um eine geteerte Decke zu zerstören oder zum mindesten erheblich zu beschädigen. Die großen Raddrücke, die hierbei auf schmaler Fläche auf die Fahrbahn übertragen werden, bewirken ein Abscheeren der Teerschichte. Dies wird um so eher der Fall sein, je feuchter die Witterung, je

schmäler die Räder, je größer die Belastung und die Geschwindigkeit eines Fahrzeuges sind. Auch ist die Voraussetzung der Unveränderlichkeit von b für jede Gesteinsart nicht zulässig. Jeder Straßenbauingenieur weiß, daß nicht einmal derselbe Steinbruch dauernd Material von gleicher Güte liefert und daß die Güteunterschiede desselben Gesteins in verschiedenen Gegenden recht bedeutende sein können.

Auch der Eindringtiefe schreibt Caufourier einen zu großen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit der Decken zu. Wie die am Schlusse des Abschnittes beigegebene Zusammenstellung ausgeführter Oberflächenteerungen zeigt, ist es durchaus nicht erwiesen, daß die jährlichen Unterhaltungskosten durch die mehr oder weniger große Eindringtiefe des Teerpräparates beeinflusst würden. Der Zweck dieser kritischen Betrachtung, die hier nur bezüglich der wesentlichsten Gesichtspunkte erfolgen kann, ist der, auf die Unmöglichkeit hinzuweisen, für die Lösung der Wirtschaftlichkeitsfrage von Oberflächenteerungen praktisch allgemein brauchbare mathematische Beziehungen aufzustellen. Die Umstände, welche die Wirtschaftlichkeit mittelbar und unmittelbar beeinflussen, sind so verschiedenartige, daß auf mathematischem Wege niemals eine Lösung gefunden werden kann, bevor nicht unsere gesamten Verkehrsverhältnisse eine gründliche, auf einheitlichen Grundlagen beruhende Umgestaltung erfahren haben. Ob und in wie weit sich solche Maßnahmen durchführen lassen, müssen die Zeit und die Erfahrung lehren.

Dieselbe Aufgabe, mathematische Beziehungen für die Wirtschaftlichkeit von Oberflächenteerungen zu finden, hat im Jahre 1911 ein anderer französischer Ingenieur versucht und seine Ergebnisse in den „Annales des chemins vicinaux“ veröffentlicht. Die interessante Abhandlung ist von Baurat Hess (Northeim) übersetzt¹⁾ und soll im wesentlichen hier wiedergegeben werden.

„Der Nachweis, ob Oberflächenteerungen wirtschaftlich sind oder nicht, wird sich nur schwer führen lassen, weil dabei immerhin sehr unsichere Annahmen gemacht werden müssen. Die Frage der Wirtschaftlichkeit soll nachstehend an Ergebnissen des französischen Stadtbezirks Pithivier und auf einer bei Montpellier gelegenen Versuchsstraße geführt werden.

Im genannten Stadtbezirk stellt sich der Preis für 1 qm Oberflächenteerung auf 0,13 Frc., bei Wiederholung auf 0,10 Frc., je im Mittel, so daß die Kosten für die Teerung einer 1 km langen

¹⁾ Mitteilungen über die Wirtschaftlichkeit von Oberflächenteerungen in Frankreich, Zeitschrift für Transportwesen u. Straßenbau 1911, Nr. 29, S. 684-686.

und 5 m breiten Steinschlagbahn 650 und 500 Frcs. betragen. Da für Gewinnung, Anfuhr, Zerkleinern, Verbauen und Walzen von 1 cbm Steinmaterial 15 Frcs. zu zahlen sind, so entsprechen die kilometrischen Teerungskosten Deckenlegungen von $\frac{650}{15 \cdot 0,35} = 125$ m und $\frac{500}{15 \cdot 0,35} = 95$ m Länge, wenn auf 100 m Länge 35 cbm Steine gerechnet werden. Nimmt man eine Deckendauer zu 8 Jahren an, und bei mittleren Verkehrsverhältnissen eine jährliche Erneuerung der Oberflächenteerung, zugleich aber, daß die Teerungen nur in den ersten 5 Jahren möglich sind, weil späterhin die Straßenoberfläche zu sehr abgenutzt und uneben wird, so erwachsen aus den Teerungen Ausgaben von $650 + 4 \cdot 500 = 2650$ Frcs., für welche Summe $125 + 4 \cdot 95 = 505$ m Steinschlagbahn überdeckt werden können; dieser Länge entsprechen $505 \cdot 8 = 4040$ Unterhaltungseinheiten.

Wird die durch die Teerungen erzielte Verlängerung der Deckendauer zu 3 Jahren angenommen, so beträgt die Dauer der geteerten Decke $8 + 3 = 11$ Jahre und wir erhalten für 1 km geteerte Steinschlagbahn $11 \cdot 1000 = 11000$ Unterhaltungseinheiten. Demgegenüber stellt die 1 km lange nicht geteerte Steinschlagbahn $8 \cdot 1000 = 8000$ Unterhaltungseinheiten dar, die zusammen mit den 4040 Einheiten der Teerungskosten 12040 Unterhaltungseinheiten ergeben.

Im Verhältnis zur Verlängerung der Deckendauer sind somit die Ausgaben für Teerungen zu groß, sodaß diese als unwirtschaftlich bezeichnet werden müssen, wenn nicht auch die Ersparnisse an den Kosten für Wartung und Unterhaltung der Steinbahn, sowie der Vorteil der Staubminderung mit in Betracht gezogen werden. Werden diese Faktoren zunächst außer Acht gelassen, so läßt sich die wirtschaftliche Deckendauer, für welche die aus den Teerungskosten und der Verlängerung der Deckendauer hergeleiteten Unterhaltungseinheiten gleich sind, aus der folgenden Gleichung ermitteln.

$$1000 (x + r) = \left(1000 + \frac{1000 a \cdot l}{c d} + n \frac{1000 b \cdot l}{c d} \right) \cdot x,$$

wo für 1 km Straßenlänge:

x = gesuchte Deckendauer,

a = Preis für 1 qm erstmalige Teerung,

b = Preis für 1 qm wiederholte Teerung,

n = Anzahl der wiederholten Teerungen,

l = Breite der geteerten Decke,

c = Preis für 1 cbm fertig eingewalztes Steinmaterial,

d = Menge des in 1 lfd. m Decke eingebauten Steinschlags,

r = Verlängerung der Deckendauer.

Es folgt:

$$x + \frac{r c d}{1 (a + n b)}.$$

Diese Gleichung zeigt, daß die wirtschaftliche Deckendauer der Verlängerung der Dauer und den Herstellungskosten der Decke proportional ist.

Auf der im Straßenbezirk Pithivier liegenden, nach Marsainvillers führenden „route nationale Nr. 51“ findet auf einer Strecke ein starker Zuckerrübenverkehr statt; die normale Deckendauer — harter Kalkstein — beträgt 4 Jahre. Die 6 m breite Decke ist 1906 zum erstenmal und 1908, 1909 und 1910 von neuem geteert worden. Die Beschaffenheit dieser geteerten Steinschlagbahn war im Jahre 1910 noch eine so gute, daß die Neudeckung erst 3 Jahre nach der letzten Teerung — 1913 — zu erfolgen braucht.

Es haben betragen:

$$a = 0,125 \text{ fr.}$$

$$b = 0,10 \text{ „}$$

$$c = 20,0 \text{ „}$$

$$d = 0,40 \text{ cbm}$$

$$n = 5, \quad \text{sodaß}$$

$$x = \frac{3 \cdot 20 \cdot 0,40}{6,0 \cdot (0,125 + 5 \cdot 0,10)} = 6 \text{ Jahre } 5 \text{ Monate wird;}$$

da die wirkliche Deckendauer nur 4 Jahre beträgt, so tritt also durch die Teerungen eine Ersparnis ein; $(4 + 3) \cdot 1000 = 7000$ Unterhaltungseinheiten stehen nur

$$\left(1 + \frac{6 \cdot 0,125}{20 \cdot 0,40} + 5 \frac{6 \cdot 0,10}{20 \cdot 0,40}\right) \cdot 1000 \cdot 4 = 5876 \text{ gegenüber --.}$$

Anders ist es bei einer in der Nähe von St. Nazaire gelegenen Strecke, wo der Teerüberzug, obwohl die Luft in reichem Maße Zutritt hat, die Neudeckung nur um 1 Jahr hinauszuschieben vermochte; auf dieser Strecke findet ein sehr lebhafter Verkehr statt, und sie liegt in einem Landstrich mit großen Niederschlägen.

In der vorstehenden allgemeinen Gleichung sind die Ersparnisse an den Unterhaltungskosten nicht mit berücksichtigt; soll dies geschehen, so müssen sie ebenfalls in die Unterhaltungseinheiten umgewandelt werden. Es gilt dann, wenn die jährliche

Ersparnis an den Unterhaltungskosten für 1 qm Steinbahnfläche mit e bezeichnet wird,

$$1000 (x + r) + 1000 \cdot n \frac{e \cdot l}{c \cdot d} x = (1000 + 1000 \cdot \frac{a \cdot l}{c \cdot d} + 1000 \cdot n \frac{b \cdot l}{c \cdot d}) x,$$

oder:

$$x = \frac{r \cdot c \cdot d}{1 [a + n (b - e)]}.$$

Die Prüfung der vorstehenden Gleichungen ergibt, daß Teerungen auf jenen Strecken vorteilhaft sind, die einer schnellen Abnutzung ausgesetzt sind und starke Decken aus teurem Steinmaterial erhalten; bei den schnell abgenutzten Decken, die aus wohlfeilem Material hergestellt sind, werden die Vorteile der Teerung dadurch herabgemindert, daß der aus dieser entspringenden Ausgabe eine große Überdeckungslänge entspricht. Andererseits darf aber nicht übersehen werden, daß im Falle der Verwendung von teurem Steinmaterial in großer Menge, zwar nur eine kürzere Überdeckungslänge in Rechnung zu ziehen ist, daß aber die Dauer dieser Überdeckung viel größer ist, als wenn weiches und billigeres Material verwendet worden wäre, sodaß der Unterschied an Unterhaltungseinheiten in beiden Fällen nur gering sein wird.

Daraus kann man folgern, daß sich die Aufwendungen für Teerungen am besten bezahlt machen, wenn die Straßen nur einmal geteert werden, weil bezüglich dieses ersten Überzugs in den meisten Fällen angenommen werden kann, daß er die Decke kräftig schützt und die Hinausschiebung des Zeitpunkts der Erneuerung um mindestens 1 Jahr gewährleistet; in diesem Falle gilt:

$$1000 (x + r) \geq 1000 x + \frac{1000 \cdot a \cdot l}{c \cdot d} x, \text{ woraus folgt: } r \geq \frac{a \cdot l \cdot x}{c \cdot d}$$

Da nun $r=1$, so wird:

$$x \leq \frac{c \cdot d}{a \cdot l}, \text{ d. h. die wirtschaftliche Deckendauer muß kleiner oder}$$

gleich dem Kostenpreis für 1 lfd. m Teerung sein.

Beispiele hierfür enthält die folgende Zusammenstellung:

$c=24$ fr.	$d=0,50$ cbm.	$a=0,11$ fr.	$l=4,0$ m:	$x=27$ Jahr	$3\frac{1}{2}$ Mon.
$c=24$ „	$d=0,50$ „	$a=0,11$ „	$l=5,0$ „	$x=21$ „	10 „
$c=24$ „	$d=0,28$ „	$a=0,11$ „	$l=4,0$ „	$x=15$ „	3 „

c=24 fr.	d=0,28 cbm.	a=0,11 fr.	l=5,0 m:	x=12 Jahr	2 ¹ / ₂ Mon.
c=10 „	d=0,50 „	a=0,11 „	l=4,0 „	x=11 „	5 „
c=10 „	d=0,50 „	a=0,11 „	l=5,0 „	x= 9 „	1 „
c=10 „	d=0,28 „	a=0,11 „	l=4,0 „	x= 6 „	4 „
c=10 „	d=0,28 „	a=0,11 „	l=5,0 „	x= 5 „	1 „

Diese Zahlen lassen erkennen, daß im allgemeinen, vielleicht abgesehen von den Decken aus billigem Steinmaterial in kleiner Menge, ein einmaliges Teeren der Decken wirtschaftlich ist. Die Verlängerung der Deckendauer durch die Teerung um 1 Jahr bedeutet einen Gewinn von 1000 Unterhaltungseinheiten für 1 km Deckenlänge; dieser Gewinn wird fast immer der Zahl an Unterhaltungseinheiten überlegen sein, die der Ausgabe für die Teerung entspricht — die Teerungskosten werden in Überdeckungslänge umgewandelt und mit der Deckendauer multipliziert —.

Im genannten Straßenbezirk kostet 1 cbm verbautes Steinmaterial 12—23 Frs. und es stellt sich die Verbrauchsmenge bei einer durchschnittlichen Steinbahnbreite von 4 m auf 0,25—0,40 cbm; die Kosten für 1 qm Teerung betragen 0,11 Fr. Werden diese Zahlen eingesetzt, so ergibt sich:

$$\begin{aligned}
 23 \cdot 0,40 &= 0,11 \cdot 4,0 \cdot x \text{ oder } x = 20 \text{ Jahre } 11 \text{ Monate} \\
 23 \cdot 0,25 &= 0,11 \cdot 4,0 \cdot x \quad \text{„} \quad x = 19 \quad \text{„} \quad 1 \quad \text{„} \\
 12 \cdot 0,40 &= 0,11 \cdot 4,0 \cdot x \quad \text{„} \quad x = 10 \quad \text{„} \quad 11 \quad \text{„} \\
 12 \cdot 0,25 &= 0,11 \cdot 4,0 \cdot x \quad \text{„} \quad x = 6 \quad \text{„} \quad 10 \quad \text{„}
 \end{aligned}$$

Auf allen Straßenstrecken des Bezirks Pithivier, wo die Deckendauer kleiner als die berechnete Zeit ausfällt, wird die Teerung nur ein einziges Mal vorgenommen; es sind dies Strecken, die zur ungünstigen Jahreszeit mit schweren Wagen befahren werden und sehr unter den Unbilden der Witterung leiden; die Teerung schützt sie gegen schnelle Abnutzung und befördert den Abfluß des Tagewassers, das sonst beim Stehenbleiben und Eindringen die Zerstörung der Steinschlagbahn beschleunigen würde.

Aus der Gleichung $x = \frac{c \cdot d}{a \cdot l}$ ist zu folgern, daß einer sehr kleinen Verringerung des Kostenpreises für 1 qm Teerung bereits eine beträchtliche Verlängerung der Dauer entspricht, für die die Teerung noch vorteilhaft ist, und es ist daher vor allem die Ermäßigung der Teerungskosten anzustreben.

Eine weitere, bei Montpellier gelegene Versuchsstrecke gehört zu dem 7 m breiten „chemin de grande communication Nr. 3“, der

von der genannten Stadt nach der Küste des Mittelländischen Meeres führt; diese Straße besitzt nur geringe Steigungen, ist einseitig bepflanzt und erhebt sich etwa 1 m über das Gelände, so daß sie trocken liegt, und ferner Licht und Luft in ausreichender Weise Zutritt haben. Im Winter wird sie fast nur von landwirtschaftlichen Fuhrwerken benützt, während in der günstigen Jahreszeit ein großer Reiseverkehr von und nach dem Bade Palavas-les-Flots auf ihr stattfindet.

Eine 600 m lange Strecke dieser Straße ist bei günstigem Wetter im Jahre 1906 erstmalig und dann in den folgenden drei Jahren wiederholt geteert worden; die 4–5 m breite Decke besteht aus Kalksteinen, deren Größe zwischen 3 und 8 cm schwankt.

Um den Einfluß der Teerungen besser erkennen zu können, sind 5 Zwischenstrecken von je 20 m Länge und die halbe Breite der 100 m langen Anfangsstrecke nicht mit geteert worden; die geteerte Fläche ist 1920 qm groß.

Es ist Rohteer verwendet worden, der aus einer Gasanstalt bezogen und auf 75–80 Grad Celsius erhitzt wurde; zur Abdeckung ist der abgezogene Staub benutzt worden.

Erstmalig sind 1,77 kg Teer bei 0,135 Fr. Kosten und bei den Wiederholungen durchschnittlich 0,72 kg bei 0,064 Fr. Kosten für 1 qm Decke verbraucht worden.

Die alljährlich erneute Teerschuttschicht hat sich gut gehalten und sehr dazu beigetragen, daß die Steinbahnoberfläche noch regelmäßig gewölbt ist, keine Verdrückungen aufweist und vor allem völlig geschlossen daliegt. Während die Decke unter dem Teer vor jeglicher Abnutzung bewahrt geblieben ist, hat die Abnutzung der nicht geteerten Zwischenstrecken eine Stärke von 3,9–6,6 cm erreicht; derselbe Grad der Abnutzung ist auch früher auf dieser Straße beobachtet worden, und es entspricht ihm eine Deckendauer von 6 Jahren.

Die geteerten Flächen zeichnen sich vor den nicht geteerten dadurch vorteilhaft aus, daß sie fast geräuschlos, leichter zu befahren und ferner fast ganz staubfrei sind; sie haben das Aussehen einer Asphalt- oder Zementstraße.

Nach dem Befunde im Jahre 1910 kann angenommen werden, daß die Deckendauer durch die Teerungen eine wesentliche Verlängerung erfährt und daß daher die Teerungen wirtschaftlich sind.

Die Kosten für die Herstellung von 1 qm Decke stellen sich auf 0,94 Fr. — Lieferung des Steinschlags = 0,71 Fr., Beschaffung des Bindestoffs und Ausführung = 0,23 Fr. — und die für die Unterhaltung von 1 qm Decke während der 6 jährigen Dauer auf

0,244 Frc.; somit beträgt die jährliche Ausgabe für Herstellung und Unterhaltung von 1 qm Decke = $\frac{0,94 + 0,244}{6} = 0,197$ fr.

Für 1 qm Teerung ist verausgabt:

1. Teerungskosten.

1906	0,135 fr.
1907	0,061 „
1908	0,081 „
1909	0,050 „
1907—1909	0,123 „
1910 und 1911	0,000 „
	Summe 0,450 fr.

2. Unterhaltungskosten.

a) Handarbeiten.

1906	2,50 frs.
1907	15,00 „
1908	17,50 „
1909	18,00 „
1910 und 1911 schätzungsweise	40,00 „
	Summe 93,45 frs.

b) Lieferung von Steinschlag (Ausbesserung).

1907 . . . 0,90 cbm	· 5,25 =	4,725 frs.
1908 . . . 1,50 „	· 5,25 =	7,875 „
1909 . . . 2,00 „	· 5,25 =	10,500 „
1910 u. 1911 5,00 „	· 5,25 =	26,250 „
	Summe	49,35 frs.
	Gesamtsumme	142,80 frs.

Die Gesamtkosten für 1 qm geteerte Decke stellen sich in 6 Jahren auf $0,450 + \frac{142,80}{1920} = 0,524$ fr. oder im einzelnen Jahr auf $\frac{0,524}{6} = 0,087$ fr.; da die jährlichen Kosten für 1 qm nicht geteerte Decke 0,197 Frc. betragen, so tritt eine jährliche Ersparnis von $0,197 - 0,087 = 0,11$ Frc. für 1 qm Decke ein, wenn angenommen wird, daß sich dauernd ein hinreichend guter Zustand der

Steinschlagbahn durch fortlaufende Wiederholung der Teerungen nach Vorstehendem erhalten läßt. Bezeichnet bei dieser Annahme P den Kostenpreis für 1 cbm Steinschlag, so gilt für die Ersparnis E die Gleichung:

$$E = P \cdot 0,026 \text{ cbm} + \frac{0,23 \text{ fr.}}{6} + \frac{0,129 \text{ fr.}}{6} - \\ - \left(P \cdot \frac{9,40}{6 \cdot 1920} + \frac{0,450 \text{ fr.}}{6} + \frac{93,45 \text{ fr.}}{6 \cdot 1920} \right) \\ = P \cdot 0,025 \text{ cbm} - 0,024 \text{ fr.}$$

Diese Gleichung läßt erkennen, daß die Ersparnis um so größer wird, je teurer das Steinmaterial ist.

In Wirklichkeit läßt man aber die Teerungen nur in beschränkter Anzahl wiederholen und es kann daher nur mit der Verlängerung der Deckendauer um einige Jahre gerechnet werden.

Durch die Ausführungen der Teerungen entstehen zunächst einmal in den 6 Jahren Mehrkosten, die sich für 1 qm Decke auf $0,524 - 0,244 = 0,28$ Frs. belaufen.

Wird nun eine Verlängerung der Deckendauer durch die Teerungen um 2 Jahre angenommen, so werden $2 \cdot \frac{0,94}{6} = 0,313$ fr. für 1 qm Decke an Erneuerungskosten erspart.

Unter der Voraussetzung, daß Teerungen in den beiden Jahren um die die Deckendauer verlängert wird, ebenso wie in den Jahren 1910 und 1911, nicht ausgeführt werden und daß in diesen beiden Jahren ebenfalls $40,00 + 5,00 \cdot 5,25 = 66,25$ Frs. Kosten aus der Unterhaltung der im ganzen viermal geteerter Decke erwachsen, so tritt eine weitere Ersparnis an laufenden Unterhaltungskosten ein, die sich für 1 qm Decke zu

$$2 \cdot \frac{0,244}{6} - \frac{66,25}{1920} = 0,46 \text{ fr.}$$

ergibt. Die gesamte Ersparnis stellt sich dann auf $0,314 + 0,046 = 0,36$ Frs. und es steht ihr eine Mehrausgabe von 0,28 Frs. gegenüber, sodaß bereits im Falle der Verlängerung der Deckendauer um 2 Jahre durch die Teerungen eine Einschränkung der Unterhaltungskosten herbeigeführt wird.

In Frankreich herrscht allgemein die Ansicht vor, daß Oberflächenteerungen im Hinblick auf die Kosten wirtschaftlich sind, während in Deutschland das Gegenteil geglaubt wird. Da Frankreich ein wärmeres Klima besitzt als Deutschland, so sind im ersteren Lande die mit diesen Teerungen erzielten Erfolge naturgemäß günstiger ausgefallen als im letzteren. Zur Klärung der Frage ist es dringend zu wünschen, daß auch von deutscher Seite baldigst

in eine zahlenmäßige Prüfung der Wirtschaftlichkeit der Oberflächenteerungen eingetreten wird.“ —

Auch bei dieser Berechnungsweise, die praktisch brauchbarere Ergebnisse liefert, als jene Caufourier's, kommen die bereits gerügten Mängel teilweise wieder zur Geltung. Eine Nachprüfung der Gleichung für die Ermittlung der gesuchten Deckendauer auf Grund festgestellter Erfahrungszahlen zeigt, daß die Formel, gegenüber der Wirklichkeit, viel zu günstige Werte ergibt. Weiter muß für die Ermittlung der gesuchten Deckendauer die Verlängerung der Lebensdauer einer Decke als bekannte Größe in die Gleichung eingeführt werden. Schon dieser Umstand läßt die Fragwürdigkeit des ganzen Verfahrens wieder erkennen. Auf Straßen, die infolge ihrer Lage im Laufe langer Jahre keine erhebliche Verkehrssteigerung erwarten lassen, kann man, auf Grund der bisherigen Erfahrungen mit geteerter Straßen, die Verlängerung mit ziemlicher Sicherheit schätzen. Bei Straßen, auf denen durch Erschließung neuer Baugelände, Niederlassung nahegelegener, großer industrieller Unternehmungen usw. oft unvorhergesehen eine rasche Zunahme der Verkehrsdichte eintritt, sind solche Schätzungen unmöglich, zum mindestens von zweifelhaftem Werte.

Welchen bedeutenden Schwankungen die Steigerung der Verkehrsdichte in verhältnismäßig kurzen Zeiträumen unterworfen sein kann, geht z. B. aus einem Berichte der II. Sächsischen Kammer vom Jahre 1914 hervor.¹⁾ Hiernach betrug die jährliche Zunahme an Kraftfahrzeugen im Königreich Sachsen:

1908 ..	46,4 ⁰ / ₀	u. zwar	45,3 ⁰ / ₀	bei Personenwagen u.	97,9 ⁰ / ₀	bei Lastwagen.
1909 ..	24,8 ⁰ / ₀	„	24,3 ⁰ / ₀	„	41,2 ⁰ / ₀	„
1910 ..	27,2 ⁰ / ₀	„	26,6 ⁰ / ₀	„	44,5 ⁰ / ₀	„
1911 ..	15,7 ⁰ / ₀	„	13,2 ⁰ / ₀	„	77,7 ⁰ / ₀	„
1912 ..	24,1 ⁰ / ₀	„	22,9 ⁰ / ₀	„	42,0 ⁰ / ₀	„
1913 ..	12,8 ⁰ / ₀	„	9,8 ⁰ / ₀	„	54,4 ⁰ / ₀	„

Beachtenswert ist hierbei die starke Zunahme an Lastkraftwagen, die bezüglich ihrer Einwirkung auf den Zustand geteeter Straßen bekanntlich eine ungleich größere Rolle spielen, als die Personenkraftwagen.

Welchen Einfluß eine derartige Verkehrssteigerung durch Lastkraftwagen auf die Unterhaltungskosten der Straßen ausübt, zeigen die nachstehenden Vergleichswerte, die sich auf Grund der Erfahrungen bei 10 verschiedenen englischen Straßen, welche mit

¹⁾ Aus den, dem Verfasser vom Kgl. Sächs. Finanzminist. freundlichst zur Verfügung gestellten Akten. Bericht Nr. 456.

schweren Motorlastwagen, von durchschnittlich 6 t Belastung für 1 Wagen, befahren werden, ergeben haben.) Die Ausgaben für die Besprengung und Reinigung dieser Makadamstraßen sind in den nachstehenden Unterhaltungskosten nicht inbegriffen.

Table with 2 columns: 'Kosten in ets. für 1 Jahr und Yard für jede der 10 Straßen vor Einführung des Motorlastwagenverkehrs. (Durchschnitt aus 3 Jahren.)' and 'Kosten in ets. für 1 Jahr und Yard nach Einführung des Motorlastwagenverkehrs. (Jahre 1912 und 1913.)'

Table with 2 columns: 'Kosten in ets. für 1 Jahr und Yard für jede der 10 Straßen vor Einführung des Motorlastwagenverkehrs. (Durchschnitt aus 3 Jahren.)' and 'Kosten in ets. für 1 Jahr und Yard nach Einführung des Motorlastwagenverkehrs. (Jahre 1912 und 1913.)'

Wie aus diesen Werten hervorgeht, sind die Unterhaltungskosten seit der Einführung des Kraftwagenverkehrs um über 25% gestiegen.

Es erhellt also auch hieraus wieder die große Unsicherheit der erforderlichen Annahmen in den oben angeführten Formeln, die das Endergebnis nicht unwesentlich beeinflussen.

In der Praxis hat der Ingenieur vor der Ausführung eines Entwurfs, außer dessen Notwendigkeit und Zweckmäßigkeit, auch die Wirtschaftlichkeit desselben zu prüfen, was besonders häufig bei Straßen- und Wasserbauten der Fall sein wird. Es würde z. B. jeder Straßenbauverwaltung erwünscht sein, sich vor der Vornahme größerer Oberflächenteerungen vergewissern zu können, ob solche unter den jeweiligen Umständen auch als ökonomisch vertreten werden können, oder nicht. Hierzu bieten uns aber die oben genannten Gleichungen durchaus kein Mittel, da die Werte x, r, b und n keine im Voraus bekannte Größen sind, sondern sich erst im Laufe der Jahre als Erfahrungszahlen ergeben. Um aber lediglich später den Nachweis führen zu können, ob eine geteerte Straße sich wirtschaftlich erwiesen hat oder nicht, sind solche

Zusammenstellung ausgeführter Oberflächenteerungen in Deutschland.

(Aus den mir freundlichst zur Verfügung gestellten Angaben der betreffenden Verwaltungen.)

Main data table with columns: Nr., Stadt oder Bezirk, Kosten für (1 qm fertiger Fahrbahn-decke, 1 cbm fertig gewaltes Steinmaterial, 1 qm erstmaliger Teerung, 1 qm wiederholter Teerung, 1 qm jährliche Unterhaltung der Fahrbahn), jährliche Ersparnis an Unterhaltungskosten, Anzahl der wiederholten Teerungen während des Bestandes der Decke, Anzahl der Fahrzeuge (täglich), Fahrbahnbreite und Deckenstärke nach der Walzung, Art und Korngrößen des Steinmaterials, Menge in 1 qm, Quergefälle, Eindringtiefe des Teers in die Decke, Die Teerung erfolgte auf einer neuen oder einer alten Decke, Zeitraum zwischen der Walzung und Teerung der Decke, Zeit der Ausführung der Teerung, Teermaterial und erforderliche Teermenge für 1 qm Decke, Durchschnittliche Temperaturen der Jahre 1905-1914, Mittlerer jährlicher Niederschlagsmenge aus 10 Jahren, Geschätzte Lebensdauer einer Steinstraße ohne Oberflächenteerung in Jahren, Geschätzte Verlängerung der Lebensdauer einer Steinstraße durch Oberflächenteerung in Jahren, Art der Ausführung der Teerung (Hand- oder Maschinenteerung), Bemerkungen.

*) Wo nichts besonderes vermerkt ist, stammen die Angaben von Städtischen Bauverwaltungen.

Gleichungen überflüssig. Es ergibt sich also auch hier wieder die bereits erwähnte, im wesentlichen begründete Tatsache, daß sich zur Zeit praktisch brauchbare Gleichungen nicht aufstellen lassen, um die Wirtschaftlichkeit einer Oberflächenteerung schon im Voraus festlegen zu können. Jede Straßenbauverwaltung wird hier nur auf Grund von Versuchen beurteilen können, ob für ihre Verhältnisse eine Oberflächenteerung als wirtschaftliches Staubbekämpfungsmittel in Frage kommen kann, oder nicht.

Daß jedoch solche Teerungen bei sachgemäßer Ausführung und sonstigen günstigen Bedingungen wirtschaftlich durchaus vertretbar sind, ist heute zweifellos erwiesen.

Außer einer Reihe französischer Mitteilungen, beweisen dies auch die in Deutschland und der Schweiz gemachten Erfahrungen. Von den letzteren sind besonders diejenigen des Kantons Basel-Stadt hervorzuheben, welche die Wirtschaftlichkeit einwandfrei erwiesen haben.¹⁾

Die Herstellungsweise geteerter Steinschlagdecken in Basel ist folgende: Das 12—15 cm starke lose Schotterbett aus Steinschlag von 45—50 mm Korngröße wird unter Wasserzugabe mit einer 15 t schweren Walze solange festgewalzt, bis sich die Decke vor den Triebrädern nicht mehr verschiebt. Erst dann wird reiner scharfkörniger Sand als Bindemittel beigegeben, die Decke fertiggewalzt und hierauf einige Tage für den Verkehr gesperrt. Nachdem sie hernach einige Zeit für den Verkehr freigegeben worden ist, wird die Oberflächenteerung ausgeführt. Es werden grundsätzlich in Basel nur solche Decken geteert, die im betreffenden Jahre ohnehin eine Neubeschotterung erfahren. Der bis 1914 verwendete Teer hatte 1908 folgendes Analyseergebnis:

Hartes Pech	65,8—67,5	Gewichtsprozent
Öl	30	—31,7
Wasser	2,5	"

Bevor dieser Teer gänzlich erstarrt, werden die Decken mit reinem scharfkörnigem Sand überstreut und die dünne Sandschicht mit einer nicht zu schweren Handwalze festgedrückt. Berechnet man nun mit den, in nachstehender Zusammenstellung angegebenen Unterhaltungskosten die jährlichen Kosten für 1 qm Fahrbahn und trägt dieselben in irgend einem Maßstabe auf, dann ergeben sich die Abbildungen 1—12.

¹⁾ Die Herstellung von Schotterdämmen unter Verwendung von Teer, Bitumen oder Asphalt. Bericht Nr. 27 für den III. Internat. Straßenkongreß 1913, von M. an der Auer. Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau, 1914, Nr. 34, Seite 808 und 35, S. 832.

Zusammenstellung der Unterhaltungskosten von einigen chaussierten Fahrbahnen mit Oberflächenteerung aus den Jahren vor und nach der Teerung.

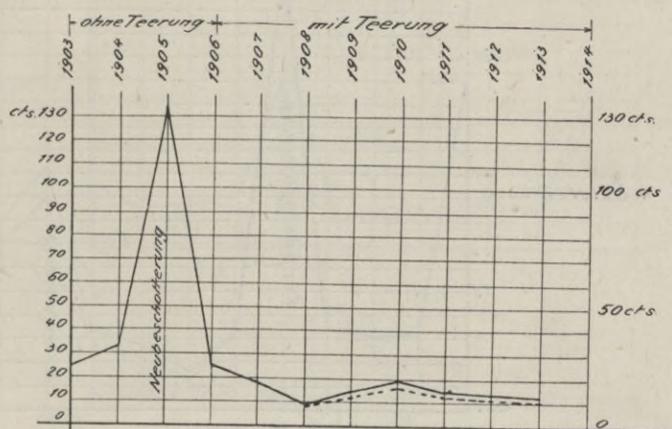
Straße	Fläche in qm	Art des Ver- kehrs	Unterhaltungskosten in den Jahren													Zustand der Straße im Okt. 1912
			(Reinigung, allgemeine Unterhaltung ohne Anpflasterungen, Walzarbeiten, Oberflächenteerung)													
			1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912 ¹⁾	1913 ²⁾			
1. Byfangweg	1609	gering ^a	Fres. 403,25	Fres. 531,35	Fres. 2151,55	Fres. 399,50	Fres. 291,75 ¹	Fres. 156,55 ²	Fres. 225,35 ³	Fres. 313,40 ⁴	Fres. 244,10 ⁵	Fres. 223,05	Fres. 206,10	sehr gut		
2. Jurastraße	1120	mittel	350,55	305,—	Neubesch. 423,15	¹ Teerung, 1923,70	498,— ¹	397,70 ²	343,85 ³	357,75 ⁴	338,45 ⁵	246,65	367,95	"		
3. Feinabendstraße	2425	"	783,15	627,90	1799,25	684,95	490,— ¹	389,95 ²	395,20 ³	477,— ⁴	479,25 ⁵	281,90	332,95	"		
4. Eulerstraße	1446	"	2077,15	442,45	Neubesch. 446,10	¹ Teerung, 495,75	2701,45	461,15 ¹	233,15	387,50 ²	466,85 ³	1476,90 ⁴	1158,90	"		
5. Gempenstraße	1186	"	434,55	403,05	386,70	2081,05	442,05 ¹	344,70 ²	317,80 ³	215,15	861,60 ⁴	252,85 ⁵	390,10	"		
6. Sevogelstraße	3477	"	2266,65	1090,20	1242,80	1013,85	4643,30	754,05	1079,35 ¹	1210,35 ²	1217,80 ³	1829,65 ⁴	3206,45	gut		
7. Kapellenstraße	734	gering	Neubesch. 204,65	121,80	130,25	165,90	592,20	82,25	121,95 ¹	97,95	150,20 ²	127,45 ³	491,65 ⁴	sehr gut		
8. Blauenstraße	1249	mittel	373,15	563,55	416,10	455,10	428,80	1693,30	389,25 ¹	333,70 ²	349,— ³	286,— ⁴	399,15 ⁵	"		
9. Sooinstraße	3443	"	639,45	578,40	478,10	882,95	533,05	4705,55	511,15 ¹	509,45 ²	593,70 ³	525,85 ⁴	815,80 ⁵	"		
10. Ryffstraße	1157	gering	385,—	473,50	284,20	393,70	258,75	1361,35	311,85 ¹	310,20 ²	319,90 ³	240,70 ⁴	429,35 ⁵	"		
11. Frohenstraße	1266	mittel	420,90	384,10	442,80	411,60	1687,30	390,— ¹	353,35 ¹	274,45 ²	400,40 ³	247,55 ⁴	353,80 ⁵	"		
12. Gundeldingerstraße	8025	stark	2367,—	2289,60	2841,60	2987,80	Neubesch. 18682,25	Neubesch. 3220,85	3215,80 ¹	2873,25 ²	2921,60 ³	3081,05 ⁴	5826,10 ⁵	gut		

Bem.: Die Zahlen ¹, ², ³, ⁴, ⁵ besagen, daß die 1. Teerung der Decke zum 1., 2., 3., . . . -mal aufgetragen worden ist.
¹⁾ Nach freundlicher Mitteilung des Bandparcements Basel an den Verfasser.

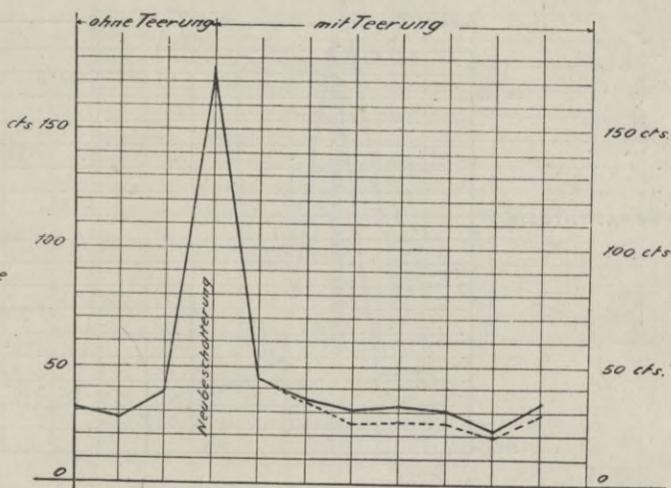
Unterhaltungskosten geteierter Steinschlagstrassen in Basel.

für 1qm. Strassenfläche.

1. Byfangweg



2. Jurastrasse



3. Feierabend -
strasse

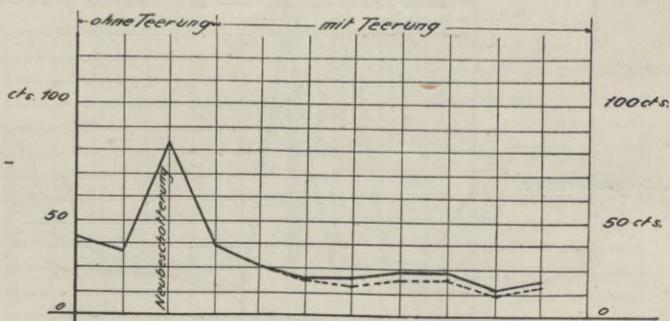


Abb. 1-3.

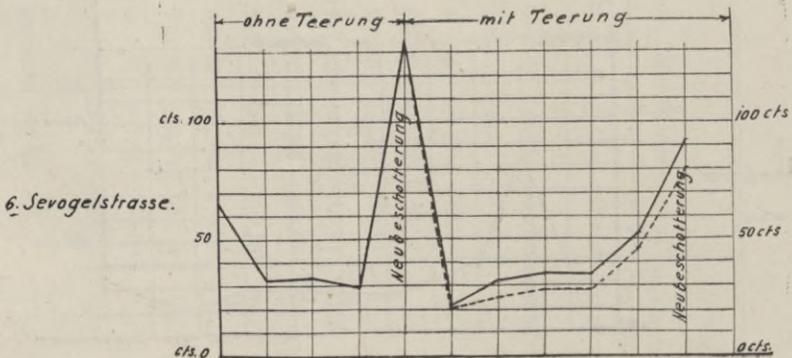
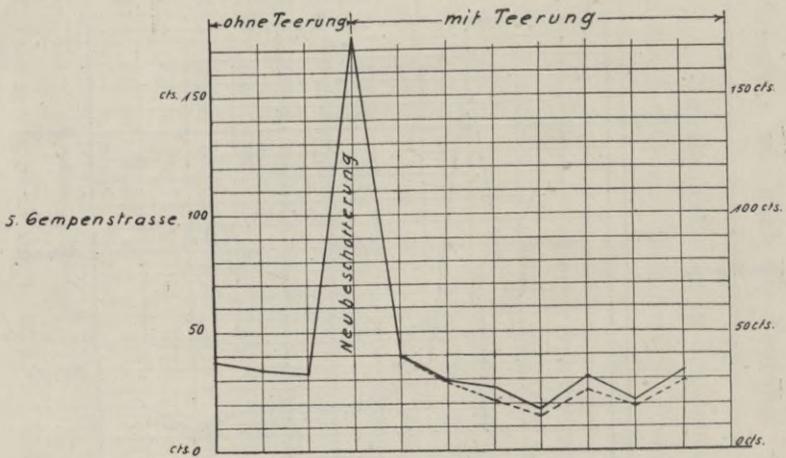
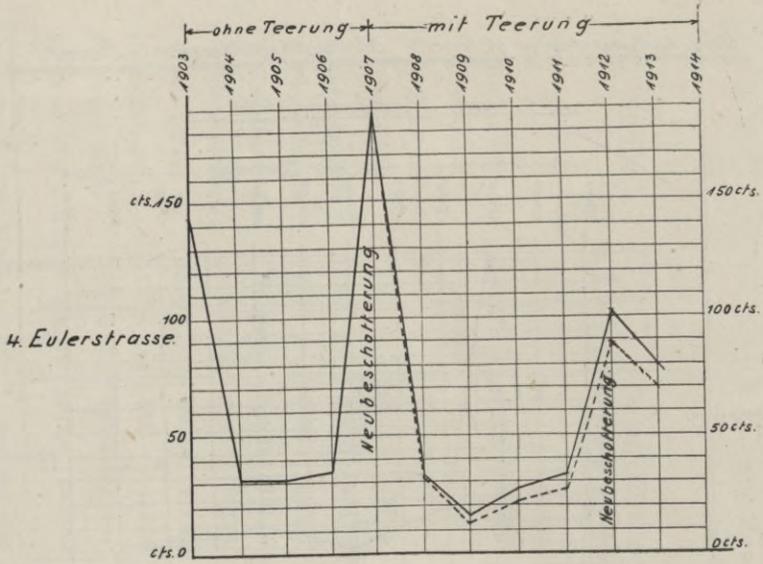


Abb. 4-6.

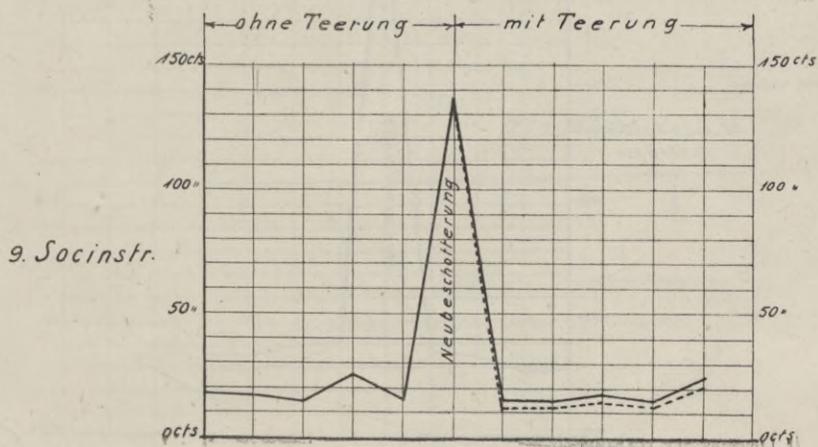
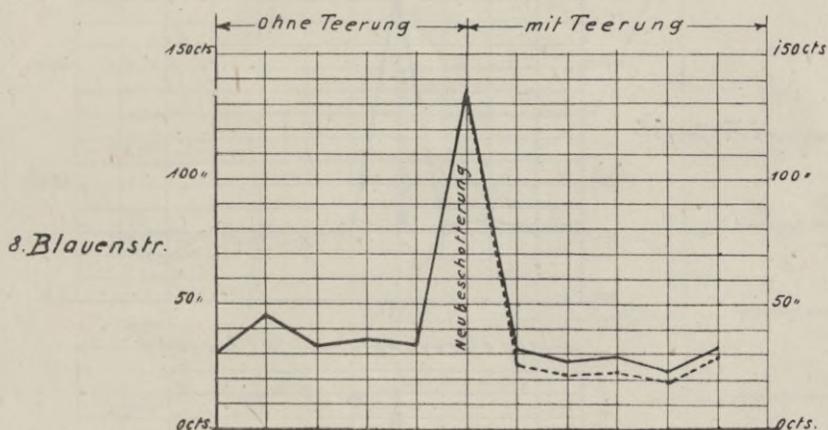
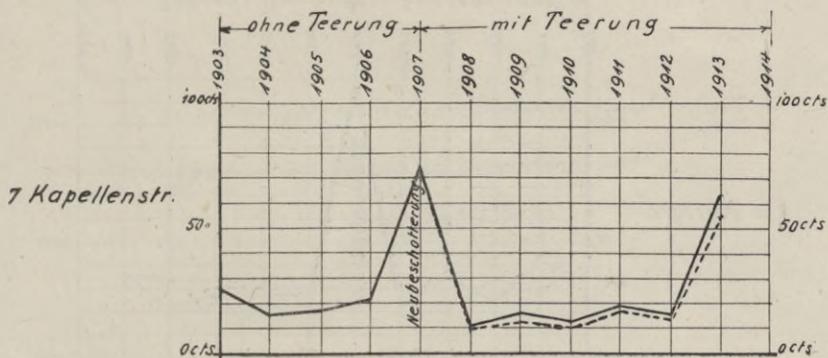


Abb. 7-9

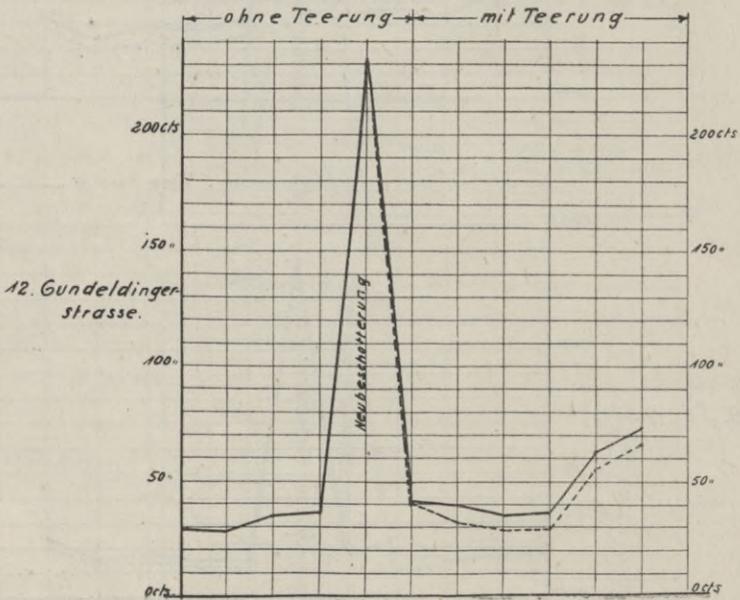
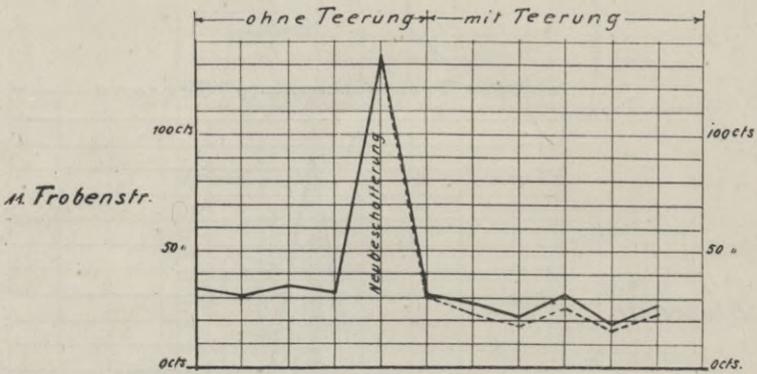
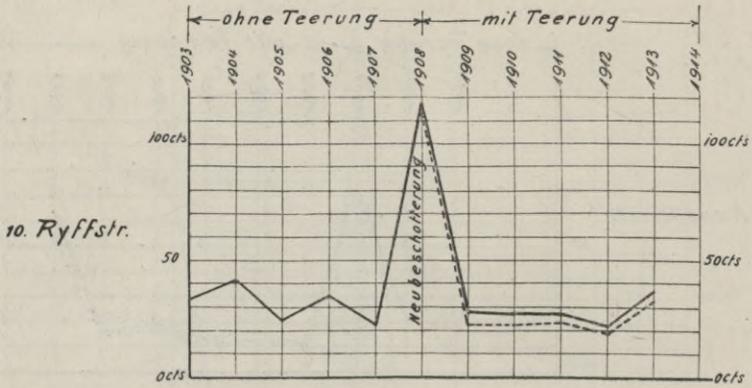
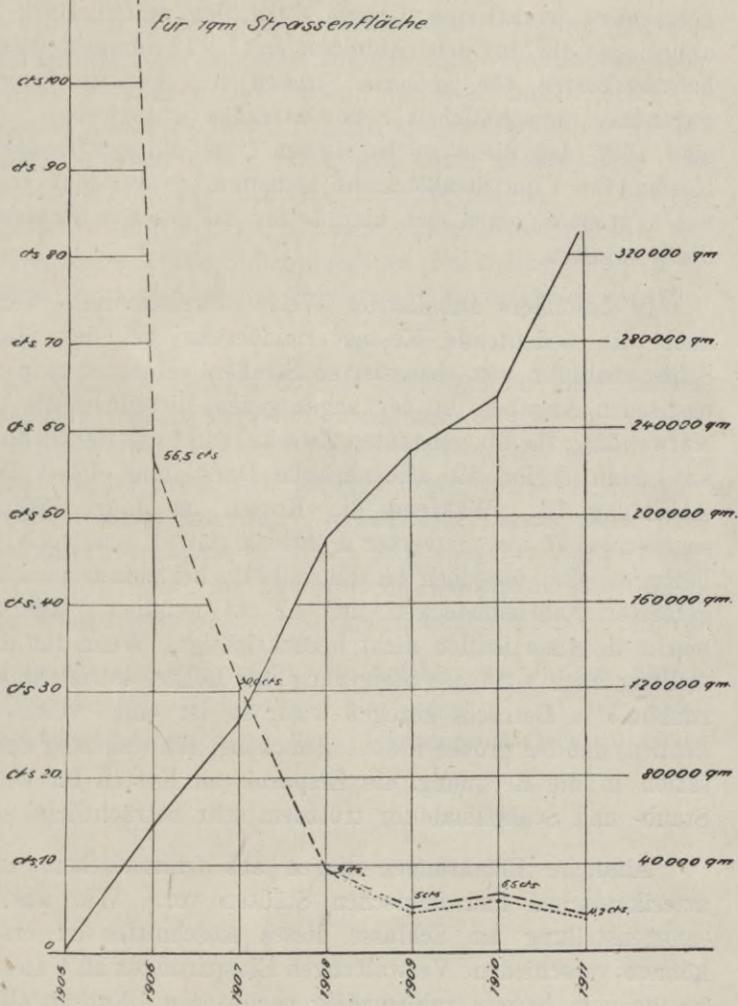


Abb. 10-12.

Fläche der geteerten Fahrbahndecken und
Ausgaben für Staub- u. Schlammabfuhr



Erläuterung:

- · Kosten für 1qm gereinigte Strassenfläche
- Flächen der geteerten Fahrbahndecken

Abb. 13.

Diese Darstellungen lassen deutlich erkennen, daß die jährlichen Unterhaltungskosten geteeter Straßen geringere sind, als diejenigen gewöhnlicher Steinschlagbahnen ohne Teerung. Wenn man auch den Umstand berücksichtigt, daß die Fuhrlöhne im Jahre 1908 um 13 %, die Arbeitslöhne seit 1909 um 25 % gestiegen sind, so ergeben sich für die Vergleichung die in den Abbildungen eingetragenen punktierten Linien. Auf den ersten Blick scheinen allerdings die in den Abbildungen 1—12 dargestellten Unterhaltungskosten für geteerte Straßen nur geringe Einsparungen gegenüber gewöhnlichen Schotterstraßen aufzuweisen. Beachtet man aber, daß diese zeichnerischen Darstellungen immer nur die Kosten für 1 qm Straßenfläche bedeuten, so versteht man leicht, welche große Summen sich hieraus für das gesamte Straßennetz der Stadt ergeben.

In besonders auffallender Weise beweisen diese Verhältnisse auch die bedeutende Kostenverminderung bei der Staub- und Schlammabfuhr von chaussierten Straßen. Rechnet man aus summarischen Angaben in der angezogenen Mitteilung die besondere Aufwendung für die genannten Zwecke, auf 1 qm Fahrbahn bezogen aus, dann ergibt die zeichnerische Darstellung dieser Werte die Abbildung 13. Während die Kosten im Jahre 1905 bei zusammen 4737 qm geteeter Fahrbahn für 1 qm noch 7,11 frcs. betragen, sind dieselben im Jahre 1911, bei zusammen 333572 qm geteeter Fahrbahndecken, auf 4,2 cts gefallen. Allerdings ist hierin die Amortisation nicht berücksichtigt. Wenn für diese Darstellung auch noch die Steigerung der Löhne, sowie die Verkehrszunahme in Betracht gezogen wird, so ist ohne weiteres zu erkennen, daß bei großen Flächen, auch bei Einbeziehung der Amortisation in die Rechnung, die Ersparnis an Kosten für verminderte Staub- und Schlammabfuhr trotzdem sehr beträchtliche sind.

Ähnliche Erfahrungen liegen aus französischen, englischen, amerikanischen und deutschen Städten vor. Wie aus der Zusammenstellung am Schlusse dieses Abschnittes zu ersehen ist, können verschiedene Verwaltungen Einsparungen an Unterhaltungskosten usw. bereits zahlenmäßig nachweisen. Nahezu alle können eine mehr oder weniger große Verlängerung der Lebensdauer der Decken infolge Oberflächenteerung feststellen. Weiterhin kommt auch hier für alle eine Verminderung an Unterhaltungskosten infolge geringerer Staub- und Schlammabfuhr in Betracht. Die Wirtschaftlichkeit einer sachgemäß ausgeführten Oberflächenteerung ist heute erwiesen. Es sind besonders zwei Faktoren, welche die

Wirtschaftlichkeit erheblich beeinflussen, die Verkehrsgröße und die Witterungsverhältnisse.

Die erstere, welche von allen in Betracht kommenden Faktoren überhaupt weitaus den größten Einfluß auf die Haltbarkeit der Teerungen ausübt, kann leider auch heute bezüglich ihrer zulässigen Grenzen noch nicht annähernd genau angegeben werden. Mit Sicherheit kann nur so viel gesagt werden, daß richtig ausgeführte Oberflächenteerungen bei günstigen klimatischen Verhältnissen auch einem starken Verkehr Stand halten, wie dies zum Beispiel die Erfahrungen in Karlsbad, Basel, Breslau und der Badischen Staatsbauverwaltung ergeben haben. Das, was heute ebensowenig, wie zu Beginn der Einführung der Oberflächenteerungen in Deutschland festgestellt werden kann, ist der wesentliche Umstand, wo etwa die Grenze der Verkehrsdichte gelegen ist, welche gerade noch eine Wirtschaftlichkeit dieses Staubbekämpfungsverfahrens gewährleistet.

Diese zulässige Verkehrsdichte ist besonders für Landstraßen, die vorwiegend leichten Verkehr haben und deshalb meist mit Erfolg geteert werden können, ebenso wichtig, als auch leicht festzustellen. Leider haben sich jedoch, ausgenommen verschiedene Staatsbauverwaltungen und einige, wegen ihrer musterhaften Verkehrseinrichtungen bekannte Städte, z. B. Berlin, Breslau, Dresden, Düsseldorf, Leipzig, usw., die Behörden in Deutschland noch nicht entschließen können, systematische Verkehrszählungen durchzuführen.

In Massachusetts (Amerika), wo solche seit Jahren üblich sind, ergaben derartige Erhebungen aus neuerer Zeit für Kies- und Makadamstraßen mit und ohne bituminösen Deckenüberzug folgendes:¹⁾

¹⁾ Engineering Record. 1914. Vol. 70, No. 22; S. 588.

Verkehrsdichte für Kies- und wassergebundene Makadamstraßen.

	Durchschnittlicher täglicher Verkehr			
	Leichte Fuhrwerke und Lastwagen	Schwere Fuhrwerke mit 1 Pferd	Schwere Fuhrwerke m. 2 od. mehr Pferden	Automobile
Eine gute Kiesstraße kann ziemlich unbedenklich und wirtschaftlich befahren werden von	50—75	25—30	10—15	50—75
Sie erfordert Oberflächen-Ölung mit	50—75	25—30	10—15	über 75
Mit gutem schwerem kaltem Öl behandelte Kiesstraße (jährlich $\frac{1}{2}$ gal. yard ²)	75—100	30—50	20	500—700 und mehr
Wassergebundener Makadam hält Stand für	175—200	175—200	60—80	nicht über 50 bei großer Geschwindigkeit
Kalte Ölung oder Oberflächenenteerung erweist sich zweckmäßig bei	175—200	175—200	60—80	50—500
Makadam hält Stand, die Steine nutzen sich aber ab bei	175—200	175—200	60—80	500 od. mehr
Wassergebundener Makadam mit heiß aufgebrachtter Öldecke ist wirtschaftlich bei	100—150	50—75	25—30	1500 u. mehr mit weniger Fuhrwerke
Wassergebundener Makadam mit guter Oberflächenenteerung ($\frac{1}{2}$ gal. yard ²) hält Stand mit	100—150	50—75	25—30	1500 od. mehr

Als beachtenswerter Ausnahmefall, hinsichtlich der Erfolge, ergab sich dort, daß starker Truppenverkehr, besonders von Kavallerie und Artillerie, jede bituminöse Fahrbahndecke sehr rasch zerstört. Ein Deckenüberzug von heißem Öl auf Makadam kann die Beanspruchung einer viel größeren Zahl von Fahrzeugen aushalten, wenn auf jedes gewöhnliche Fahrzeug ungefähr 2—3 Automobile mit Pneumatikreifen folgen, welche das weiche Bitumen wieder festwalzen.

Verkehrszählungen können, ausgenommen im Mittelpunkt verkehrsreicher Städte, von zuverlässigen Straßenwärtern mit genügender Genauigkeit ausgeführt werden. Außer einer Anzahl anderer

nützlicher Ergebnisse kann man aus der zeichnerischen Darstellung solcher Zahlen auch die alljährliche Verschiebung des Verkehrs in den einzelnen Stadtgebieten leicht und sicher verfolgen. Selbstverständlich kann es sich bei dem ganzen Verfahren der Verkehrszählung nicht um die Erlangung mathematisch genauer Werte handeln, sondern nur um Durchschnittswerte, die aber praktisch, als Vergleichswerte, immerhin wertvolle Anhaltspunkte darstellen. Schwieriger, aber ungleich wertvoller, wäre eine möglichst zuverlässige Ermittlung der Verkehrsgewichte, denn diese sind es vor allem, welche die Zerstörung der Fahrbahndecken bewirken. Wenn die Straßenbauverwaltungen in dieser Hinsicht Material sammeln ließen, so könnte man die heute noch vollständig offene Frage des Einflusses der Verkehrsgröße auf die Wirtschaftlichkeit der Oberflächenteerungen mit großer Sicherheit beantworten, was der Lösung dieser Aufgabe, soweit eine solche überhaupt möglich ist, außerordentlich förderlich sein würde.

Mit den üblichen, sehr unsicheren Begriffen eines „leichten“, „mittleren“, „schweren“ Verkehrs ist ebenfalls so lange nichts anzufangen, als diese Bezeichnungen nicht durch Aufstellung allgemein gültiger Bedingungen in bestimmte Grenzen gebracht worden sind.

Auch den klimatischen Verhältnissen schreibt man, wie schon gesagt, einen Einfluß auf den Bestand bituminöser Decken zu. Da sich die zerstörenden Wirkungen der Temperaturwechsel — infolge Frierens und Auftauens und der Niederschlagsmengen — vor allem in den Unterhaltungskosten einer Straße geltend machen müßten, so hat der Verfasser für eine Anzahl Straßen mit Oberflächenteerungen die Unterhaltungskosten, einschließlich der jährlichen Nachteerung, für 1 qm Fahrbahn zusammengestellt und aufgezeichnet. Die durch die Abbildung 14 dargestellte Aufzeichnung enthält auch die größten jährlich auftretenden Temperaturunterschiede, sowie die jährliche mittlere Niederschlagsmenge, die beide aus 10 Jahresmitteln errechnet worden sind. Die folgende Abbildung 15 dagegen enthält nur die jährlichen Unterhaltungskosten, sowie die jährlich auftretenden höchsten und niedersten Temperaturen der betreffenden Städte.

Wenn man die erwähnten Abbildungen betrachtet, deren Werte absichtlich den verschiedensten Gegenden des Reiches entnommen sind, so läßt sich ein wesentlicher Einfluß der Witterungsverhältnisse auf die Oberflächenteerungen nicht feststellen. Dies trifft auch dann zu, wenn die verschiedenen Teerpräparate und die wechselnden Deckenstärken der einzelnen Städte entsprechend

*Mittlere jährl. Niederschlagsmengen, Temperaturunterschiede u. Unterhaltungskosten
gefehrter Strassen.*

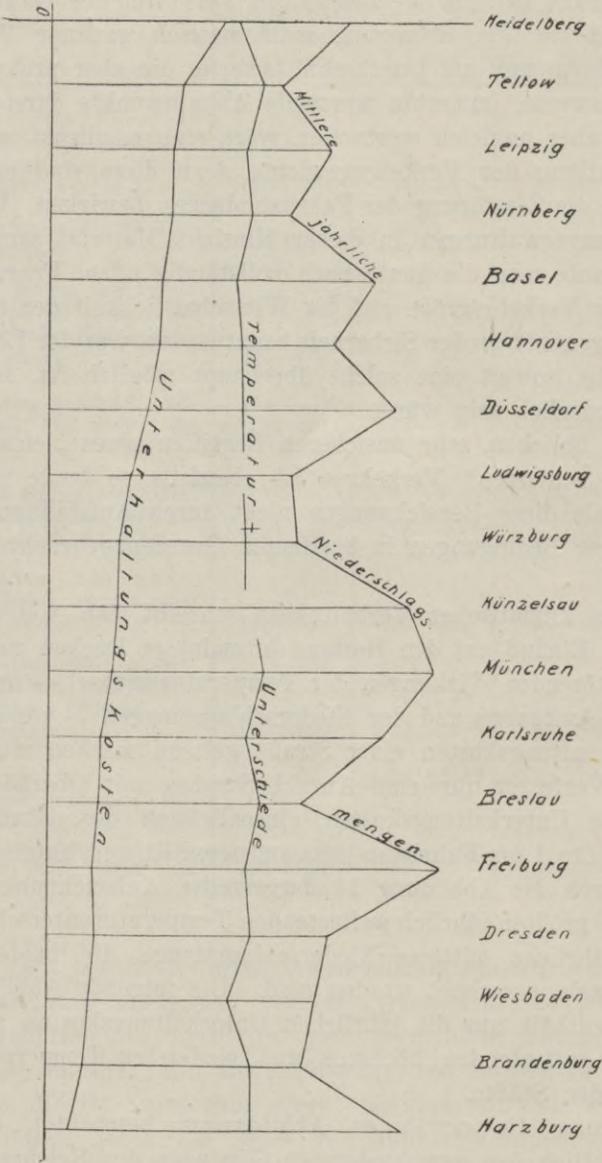


Abb. 14.

Unterhaltungskosten, Maximal- u. Minimaltemperaturen.

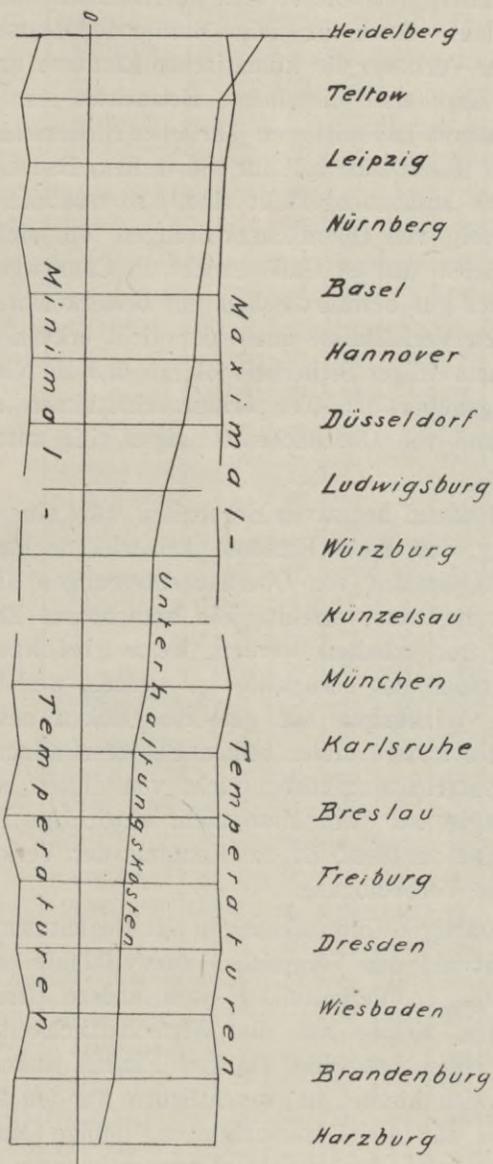


Abb. 15.

berücksichtigt werden. Dasselbe Bild ergibt sich, wenn die Aufzeichnungen auf eine Reihe weiterer Städte ausgedehnt werden, bei denen zwar nicht die jeweils anfallenden Unterhaltungskosten bekannt sind, aber einwandfrei feststeht, ob sich Oberflächenteerungen bewährt haben, oder nicht. Auch für einige Städte der deutschen Schweiz, für welche der Verfasser die klimatischen Einflüsse untersucht hat, waren die Ergebnisse dieselben. Betrachtet man beispielsweise die Temperaturen und mittleren jährlichen Niederschlagsmengen für die Städte Basel, Zürich, Chur, St. Gallen, Baden, die nachstehend tabellarisch zusammengestellt sind,¹⁾ so läßt sich mit Rücksicht auf den Erfolg von Oberflächenteerungen, die sich in Basel sehr gut, in Zürich und St. Gallen nicht, in Chur weniger gut und in Basel wieder gut bewährt haben, ein bemerkenswerter Einfluß der klimatischen Verhältnisse auch hier nicht erkennen.

Immerhin läßt sich mit einiger Sicherheit folgern, daß die Niederschlagsverhältnisse gegenüber den Temperaturverhältnissen einer Gegend für den Bestand von Oberflächenteerungen eine untergeordnetere Rolle spielen.

Trotz dieser anscheinend negativen Ergebnisse wäre eine endgültige Schlußfolgerung, daß diese Einflüsse keinerlei nachteilige Wirkungen auf die Haltbarkeit von Oberflächenteerungen auszuüben im Stande seien, durchaus verfehlt. Ein brauchbares Ergebnis kann auch hier nur erhalten werden, wenn gleichzeitig überall die Verkehrsgrößen mit berücksichtigt werden, weil beide zusammen nachteilige Wirkungen auf geteerte Decken ausüben und nicht der eine oder andere dieser beiden Faktoren allein und weil die Kurve der Unterhaltungskosten nicht von diesen beiden Faktoren allein abhängig ist. Um diese nicht unwichtige Frage in entsprechender Weise zu lösen, ist die Kenntnis der Verkehrsgröße eine unerläßliche Vorbedingung.

Wenn man bei derartigen Untersuchungen alle Begleitumstände berücksichtigt, so geht aus den Vergleichen unzweifelhaft hervor, daß außer den klimatischen Verhältnissen noch andere Ursachen vorhanden sein müssen, welche auf die Wirtschaftlichkeit von Oberflächenteerungen einen besonders starken Einfluß auszuüben vermögen. Es kann sich hierbei im wesentlichen nur um solche Faktoren handeln, die für die Untersuchungen, infolge Mangels diesbezüglicher Angaben, nicht berücksichtigt werden konnten. Dies sind vor allem wiederum die Verkehrsgröße, d. h. die Verkehrsdichte

¹⁾ Nach freundlicher Mitteilung der Schweizer. Metereolog. Centralanstalt in Zürich an den Verfasser.

und die Verkehrsgewichte, welche in jeder Hinsicht die nachhaltigsten und schädlichsten Wirkungen hervorrufen. Endlich wären diese Untersuchungen, in Verbindung mit den Werten der Verkehrsgröße, auch noch auf den Feuchtigkeitsgehalt der Luft und die Häufigkeit der Regenfälle auszudehnen, die ebenfalls eine Beeinflussung auf die Wirtschaftlichkeit von Oberflächenteerungen ausüben dürften. Was die Frage der Zweckmäßigkeit der Verwendung von teer- oder asphalthaltigen Stoffen für die Herstellung von Deckenüberzügen betrifft, so können heute die Erfahrungen amerikanischer Ingenieure dahingehend zusammengefaßt werden, daß Steinkohlen- oder Wassergasteer bessere Ergebnisse, als Asphaltöle und dergleichen liefern. Bezüglich der Ausführungsweise der Teerungen sind die besten Ergebnisse dort erzielt worden, wo die Aufbringung des heißen Teerpräparates auf die Steinschlagdecke mittelst Maschinen und unter Druck erfolgt ist. Hinsichtlich der Besandung vertreten auch die amerikanischen Ingenieure den Standpunkt, daß die besten, haltbarsten Decken erreicht werden können, wenn ein Überwerfen der frisch geteerter Decke noch vor deren Erhärtung mit Grus oder Splitt erfolgt, der mittelst leichter Walzen befestigt wird. Als Korngröße wird $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$ Zoll (3—6 mm) empfohlen. Diese amerikanischen Erfahrungen stimmen auch z. B. mit denjenigen der Stadt Breslau überein, die bei Verwendung von Splitt ebenfalls bessere Decken, als mit Sand erhalten hat.

Übereinstimmend sind auch die Beobachtungsergebnisse deutscher und amerikanischer Straßenbauverwaltungen darin, daß es für geteerter Decken von Vorteil ist, wenn dieselben nach vollzogener Teerung einige Tage für jeglichen Verkehr gesperrt werden können. Auch die Ergebnisse der mannigfach erörterter Frage der Wiederholung von Teerungen können dahin zusammengefaßt werden, daß es entschieden zweckmäßiger ist, die Teerungen jährlich oder überhaupt nach Bedarf zu wiederholen, als auf einmal starke Decken aufzutragen. Dort, wo letzteres aus irgend welchen Gründen versucht werden will, sind solche Decken stets in mehreren dünnen Schichten auszuführen.

Die angebliche Schädlichkeit der Teerungen für den Pflanzenwuchs kann praktisch zum mindesten als ein sehr unerheblicher Faktor bezeichnet werden. Eine Rundfrage, die der Verfasser auch bezüglich dieses Punktes veranlaßt hat, lieferte das überraschende Ergebnis, daß nur eine einzige Behörde Nachteile wahrgenommen hat, die aber ohne weiteres darauf zurückgeführt werden konnten, daß die Arbeiter die Teerung bis in die unmittelbare Nähe einiger Akazien ausgedehnt hatten, die infolgedessen eingingen. Dieser

Fall einer versehentlich fehlerhaften Ausführung ist also keineswegs dazu angetan, die Oberflächenteerung in Mißkredit zu bringen, wie dies die seinerzeit viel genannten Ausführungen des Direktors des Bois du Boulogne in Paris getan haben. Manche deutsche Straßenbauämter teerten Waldchausseen und Alleestraßen, ohne die geringsten Schädigungen des Pflanzenwuchses wahrgenommen zu haben. Wenn auch Bäume weit weniger von etwaigen nachteiligen Einflüssen einer Teerung zu leiden haben, so soll hier ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß auch bei Gartenpflanzen keine schädlichen Wirkungen beobachtet werden konnten. So ergab z. B. auch eine Mitteilung des städtischen Tiefbauamtes in Charlottenburg an den Verfasser, daß die dort seit dem Jahre 1908 vorgenommenen Versuche mit Oberflächenteerungen, die meist in Alleen einer Villenkolonie mit Vorgärten und gärtnerisch ausgestalteten Plätzen ausgeführt worden sind, keine schädlichen Einflüsse auf das Wachstum der Pflanzen erkennen ließen.

Wenn anlässlich der Ausführung von Teerungen vereinzelte Beschädigungen an Pflanzen hervorgetreten sind, so werden solche wahrscheinlich in den meisten Fällen auf eine nicht sorgfältige Ausführung zurückgeführt werden können. Wenn z. B. geheizte Teerkessel stundenlang unter Bäumen oder in der unmittelbaren Nähe von Sträuchern aufgestellt werden, so wäre eine Schädigung derselben nur eine ganz natürliche Folge derartiger Unvorsichtigkeit. Daß Zierpflanzen mit zarter Epidermis, wie z. B. Begonien, Pelargonien usw. keine heißen Ammoniakdämpfe ertragen, ist begreiflich. Wenn nun in der Nähe solcher empfindlicher Pflanzen Oberflächenteerungen ausgeführt werden sollen, so lassen sich diese ohne Schädigung des Pflanzenwuchses sehr einfach dadurch bewerkstelligen, daß man, statt Rohteer, präparierten Teer verwendet. Handelt es sich dabei lediglich um Gehwege in Anlagen, so kann die Teerung auch kalt erfolgen. Bei der Beanspruchung solcher Wege lediglich durch Fußgängerverkehr dürfte die Wirtschaftlichkeit bei kalter Teerung nicht allzu sehr in Frage gestellt werden. Auch bezüglich der verschiedentlich geäußerten Schädlichkeit des Teerstaubes für den Pflanzenwuchs kann man sagen, daß diese Befürchtungen zum mindesten übertrieben sind. In Gegenden, wo eine starke Staubentwicklung auf den Straßen stattfindet, ist der gewöhnliche Staub in der Regel für die Pflanzen nachteiliger als der nach erfolgter Teerung der Straßen entstehende Teerstaub. In beiden Fällen bewirkt die Verstaubung eine Erschwerung des Luftzutrittes und eine Absperrung für die Aufnahme des zum Fortkommen der Pflanzen notwendigen Lichtes. Dem

Teerstaub wird hierbei noch eine besonders ätzende Wirkung zugeschrieben, die ein Absterben des Protoplasmas und dadurch Färbungserscheinungen, sogenannte Schwärzungen hervorruft. Solche Verfärbungen können allerdings durch den Staub ausgeführter Teerungen bei empfindlichen Pflanzen verursacht werden; je länger aber eine Teerdecke den Einflüssen der Atmosphärien ausgesetzt ist, umso mehr werden sich die nachteiligen ätzenden Wirkungen infolge chemischer und physikalischer Prozesse vermindern. Die Ergebnisse von Laboratoriumsversuchen ohne weiteres als auch für die Praxis feststehend annehmen zu wollen, wäre hier verfehlt, weil die atmosphärischen Einflüsse im Freien in hohem Grade hemmend auf die zerstörenden Vorgänge einzuwirken im Stande sind.

Besonders auf Grund der Beobachtungen deutscher und schweizerischer Straßenbaubehörden kann man sagen, daß bei sachgemäßer Ausführung von Oberflächenteerungen schädigende Wirkungen auf den Pflanzenwuchs nicht zu befürchten sind.

Schlußfolgerungen.

Nach den bisherigen Erfahrungen mit Oberflächenteerungen zur Bekämpfung der Staubplage läßt sich folgendes aussagen:

1.) Sachgemäß ausgeführte Oberflächenteerungen sind auf trockenen, viel besonnten Straßen mit leichtem, mittlerem und starkem Verkehr von Erfolg begleitet und wirtschaftlich.

2.) Oberflächenteerungen eignen sich deshalb besonders für Gartenstädte, Wohnstraßen, nicht allzu verkehrsreiche Durchzugsstraßen von Ortschaften und kleineren Städten, sowie für Landstraßen, die keinen starken und schweren Verkehr aufweisen.

3.) Die Abnutzung einer Steinschlagdecke wird durch Oberflächenteerung bei mittleren Verkehrsverhältnissen erheblich vermindert, was namentlich während der trockenen Jahreszeit beobachtet werden kann. Dieser Umstand ist besonders für Landstraßen mit leichtem Verkehr oder (vielm) Automobilverkehr in wirtschaftlicher Hinsicht von einer nicht zu unterschätzenden Bedeutung.

4.) Die verminderte Abnutzung äußert sich in geringerer Schlamm- und Schmutzbildung, was eine Verminderung der Reinigungs- und Unterhaltungskosten zur Folge hat.

5.) Infolge der staubvermindernden Wirkung der Oberflächenteerungen könnte auch die Anzahl der Wasserbesprengungen wäh-

rend der Sommermonate herabgemindert werden, wodurch wiederum eine Einsparung an Besprengungskosten erzielt werden kann.

Dazu kommt noch der nicht zu unterschätzende hygienische Wert der Straßenteerungen. Diesbezügliche Versuche von Christiani und von Michaelis, die den Keimgehalt der Luft unmittelbar über der Straßenfläche untersuchten, ergaben an lebenden Keimen in je 1 l Luft nachstehende Zahlen:¹⁾

- 1.) bei chaussierten Straßen in normalem Zustande . . . 14,
- 2.) bei chaussierten Straßen in geteertem Zustande . . . 6,8;
- 1a) bei chaussierten Straßen in normalem Zustande, aber nach einer längeren Trockenperiode 23,
- 2a) bei chaussierten Straßen in geteertem Zustande, aber nach einer längeren Trockenperiode 9,3.

Besonders überraschend waren die Ergebnisse, die an ausgesprochenen Sonnen- und Schattenstellen erhalten wurden.

Es wurden hier durchschnittlich in 1 l Luft an lebenden Keimen gefunden:

	Sonne	Schatten
1b) bei chaussierten Straßen in normalem Zustande	7	86,
2b) bei chaussierten Straßen in geteertem Zustande	5	6.

Aus diesen Ergebnissen geht ohne weiteres hervor, daß der Einfluß, welchen die Oberflächenteerungen von Straßen und Gehwegen auf die Verminderung des Keimgehaltes der Luft und dadurch auf die Förderung der öffentlichen Gesundheit ausüben, ein sehr beachtenswerter ist.

6.) Am zweckmäßigsten werden neue Straßendecken geteert, wobei die Menge des eingebauten Hartschotters nicht ohne Einfluß auf die Haltbarkeit der Decke ist. Starke Decken werden sich im allgemeinen wirtschaftlicher erweisen, als schwache Decken.

7.) Eine vollständige Absperrung des Verkehrs nach Ausführung der Teerung für einen oder mehrere Tage ist nicht notwendig, aber für die Haltbarkeit einer geteerten Decke von Vorteil.

8.) Bei sehr starkem und schwerem Verkehr halten Oberflächenteerungen nicht Stand. Wo dies der Fall und trotzdem eine Staubverminderung wünschenswert ist, kann dies durch Kleinpflaster aus zähem, widerstandfähigem Gestein erreicht werden.

9.) Für eine erfolgreiche Ausführung von Oberflächenteerungen ist trockenes warmes Wetter unerläßliche Bedingung. In Gegenden, wo häufige Regenfälle auftreten, haben Oberflächenteerungen in der Regel wenig Aussicht auf einen nachhaltigen Erfolg.

¹⁾ Annales des ponts et chaussées de Belgique. Oktober 1904.

10.) Um ein abschließendes Urteil über die Wirtschaftlichkeit von Oberflächenteerungen zu bilden, ist die Kenntnis der Verkehrsdichte und der Verkehrsgewichte durchaus erforderlich, da diese beiden Faktoren den Bestand jeder geteerten Decke in ausschlaggebender Weise zu beeinflussen vermögen.

11.) Bei Vornahme von Verkehrszählungen ist gleichzeitig die Konstruktionsart der Fahrzeuge festzustellen, die für die Abnutzung der Decke ebenfalls von Einfluß ist.

12.) Der Einfluß der klimatischen Verhältnisse auf die Wirtschaftlichkeit von Oberflächenteerungen kann nur auf Grund der Kenntnis der unter 10.) und 11.) genannten Punkte einwandfrei festgestellt werden. —

Über die Kosten von Straßen mit Oberflächenteerungen, die von den jeweiligen ortsüblichen Arbeitslöhnen, den Bezugspreisen des Deckenmaterials, von der Entfernung der Bezugsquelle des Bindemittels usw. abhängig sind, gibt die Zusammenstellung am Schlusse des Abschnittes hinreichenden Aufschluß.

Zu erwähnen wären endlich auch noch die Beschlüsse der internationalen Straßenkongresse. Anläßlich des im Jahre 1908 in Paris stattgefundenen I. Kongresses wurde folgendes festgesetzt:

„Hinsichtlich des Teers ist der Kongreß der Ansicht, daß eine gut ausgeführte Teerung noch immer das beste und wirksamste Mittel gegen den Staub bildet, und daß diese die Straße gegen die zerstörende Wirkung der Fahrzeuge im allgemeinen und der Automobile mit großer Geschwindigkeit im besonderen bis zu einem gewissen Grade schützt.“

Der im Jahre 1910 in Brüssel tagende II. Kongreß erweiterte den vorstehenden Beschluß von 1908 durch folgenden Zusatz:

„Unter gewissen Umständen ist dieselbe auf den beschotterten Chausseen mit starkem Automobilverkehr und in den Städten zu empfehlen.“

Bezüglich des Kampfes gegen Abnutzung und Staub wurde beschlossen, unter Bestätigung der beim ersten Kongreß gefaßten Beschlüsse und der Bezugnahme auf die vorstehenden Schlußfolgerungen,¹⁾ die auch für diesen Kampf von Bedeutung sind:

1.) „Die Oberflächenteerung kann endgültig als in der Praxis eingeführt erachtet werden, doch ist zurzeit noch nicht erwiesen, ob es nützlich ist, nach der Teerung feinen Sand oder feines stei-

¹⁾ Schlußfolgerungen über Bindemittel überhaupt.

niges Material aufzubringen und einzuwalzen; es sollte Gegenstand vergleichender Versuche bilden.

2.) Bei der weiteren Anwendung dieser Verfahrungsweisen wird sich die Aufmerksamkeit der Ausführenden zweckmäßig richten auf den Vergleich der erhaltenen Resultate, je nachdem man teer- oder asphaltartige oder bituminöse Stoffe, heiß oder kalt, mit Hilfe von Maschinen oder mit Handarbeit anwendet und zwar sowohl hinsichtlich der Kosten, wie auch der Wirksamkeit des Verfahrens.

3.) Beim Vergleich der Ergebnisse muß man die Güte des Deckmaterials, die Dichtigkeit und Schwere des Verkehrs und endlich das Klima in Betracht ziehen.

4.) Wenn man auch Rücksicht nimmt auf die Hilfsquellen jeder Gegend an bituminösen, teer- oder asphaltartigen Stoffen, so ist doch wichtig, in den Verträgen vorzuschreiben, welche Bedingungen diese Stoffe zu erfüllen haben, besonders im Hinblick auf ihre Lebensdauer, d. h. die Fähigkeit, in den Überzügen entstehende Risse wieder auszugleichen.

5.) Es ist wünschenswert, die verschiedenen Teerungsverfahren hinsichtlich ihres Nutzwertes zu vergleichen (dies in weitestem Sinne des Wortes gedacht), ob die Arbeiten öfters mit verminderter Mengen zu wiederholen oder ob sie weniger häufig sind bei Verwendung einer größeren Materialmenge, oder auch ob in der Decklage schon ein bituminöses, teer- oder asphaltartiges Bindemittel eingebracht worden war oder nicht.“

Hinsichtlich der Beschlüsse des III. Internationalen Straßenkongresses sei hiermit auf den Schluß des Kapitels III verwiesen.

Literatur zu Kapitel II.

a) Zeitschriften.

- Heude. „Effets des Goudronnages exécutés en 1913 dans le département de Seine et Marne.“ Annales des Ponts et Chaussées; 1904.
- Le Gavrian. „Notes sur les Goudronnages exécutés en 1905 dans le département de Seine-et-Oise.“ Annales des Ponts et Chaussées; 1905.
- Hetier. „Le Goudronnage des Routes du Département de la Seine.“ Révue d'Hygiène. 1915.
- Dr. Ing. Bernhard. Der Staub auf den chaussierten Straßen und seine Bekämpfung unter besonderer Berücksichtigung der Straßenteerungen. „Gesundheit“ Jahrg. 1906, Nr. 24.
- Zusammenstellung der Ergebnisse über die vom Stadtbanamt Augsburg ausgeführten Teerungen. Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau 1908, Nr. 7.
- Amtlicher Bericht des Straßeninspektors von Basel über Teerungsversuche. Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau 1908, Nr. 22 und 23.
- Franze. Erfahrungen über die Verwendung von Teer zur Befestigung von Makadamstraßen. Technisches Gemeindeblatt, 1909; Nr. 3, S. 33—35.
- Amtlicher Bericht der obersten amerikanischen Baubehörde über die Staubbekämpfung auf chaussierten Straßen. Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau 1909. Nr. 1—10.
- Die Staubbekämpfungsfrage auf dem I. internationalen Straßenkongreß zu Paris. Dasselbst 1909, Nr. 36, S. 733/734.
- Über den Teer als Wegebaumaterial. Dasselbst 1910, Nr. 8, S. 159/161.
- Denkschrift über die Behandlung der chaussierten Distriktstraßen mit Teer. Dasselbst, 1910; Nr. 22, S. 479/482; Nr. 23, S. 504/506.
- Die Verwendung von Teer und verwandten Stoffen zur Staubbekämpfung auf Schotterstraßen. Dasselbst, 1910; Nr. 34, S. 796/798.
- Dr. Ing. Scheuermann. Kritische Betrachtungen über moderne Straßenwirtschaft. Die Sicherung des Erfolges bei Teerungen in Städten. Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau 1911; Nr. 11—17.
- Derselbe. Teer als Baumaterial für Stadtstraßen. Technisches Gemeindeblatt 1912; Nr. 10 und 18.
- Über die Staubbekämpfung auf bayerischen Staatstraßen. Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau, 1912; Nr. 18 und 19.
- Anwendung einiger Verfahren der Eindeckung von Schotterdämmen mit Bindemitteln aus teerigen, bituminösen oder asphaltigen Stoffen. Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau 1913; Nr. 22.

- Asphalt und Teer im Dienste des Straßenbaues. Technisches Gemeindeblatt 1914, Nr. 3 und 4.
- Herstellung von Schotterdämmen unter Verwendung von Teer, Bitumen oder Asphalt in der französischen Schweiz. Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau, 1905; Nr. 2, 4 und 5, und 15.
- Dr. Ing. Scheuermann „Teer als Straßenbaumaterial.“ Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau, 1915; Nr. 3.
- Über die Verwendung von Teer, Asphalt und anderen bituminösen Stoffen im Wege- und Straßenbau. Dasselbst 1915, Nr. 28.

b) Bücher und sonstige selbständige Abhandlungen.

- Ferd. Loewe. Straßenbaukunde. 2. Auflage. Wiesbaden, 1906.
- Die Bekämpfung des Straßenstaubes, Vortrag, gehalten im Polytechnischen Verein von F. Loewe, K. Geh. Hofrat und Professor an der Technischen Hochschule zu München. Sonderabdruck aus dem „Bayerischen Industrie- und Gewerbeblatt“, 1911.
- „Dust Preventives u. Road Binders“ by Prevorst Hubbard; John Wiley u. Sons, New-York u. Chapman u. Hall, London 1910.
- „Modern Road Construction“ by Francis Wood; London, Griffin & Cie Lt. 1913.
-

Kapitel III.

Die Innenteerung.

Über die Brauchbarkeit und Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Verfahren der Innenteerung läßt sich heute noch kein abschließendes Urteil bilden. Einerseits liegen über die meisten Methoden noch keine hinreichend langen Erfahrungen vor, andererseits kommen auch hier, besonders hinsichtlich wirtschaftlicher Untersuchungen, die im Kapitel II dieses Abschnitts bereits genannten Mängel bezüglich der Verkehrsgröße usw. wieder zur Geltung. Mit Rücksicht auf den beschränkten Umfang dieser Schrift sollen deshalb nur diejenigen allgemeinen Gesichtspunkte kurz zusammengefaßt werden, welche sich bis heute für die Herstellung erfolgreicher Innenteerungen als beachtenswert herausgestellt haben.

Als wesentliche Vorbedingung für die Haltbarkeit einer Teermakadamstraße sind für die Ausführung, wie schon wiederholt erwähnt, folgende Punkte zu berücksichtigen:

1.) Eine Teermakadamdecke, die nur auf einem vollständig trockenen und festen Unterbau aufgebracht werden darf, muß wasserdicht sein.

2.) Als Schotter ist nur zähes Hartgestein mit rauher Oberfläche zu verwenden, das vor der Teerung von Staub und Schmutz gründlich gereinigt, gut getrocknet und erwärmt werden muß.

3.) Es ist nur straßenbautechnisch hochwertiger Teer zu verwenden.

4.) wenn die Teermakadamdecke in mehreren Schichten aufgebracht wird, sind dieselben einzeln festzuwalzen.

Wie aus den Berichten des III. Internationalen Straßenkongresses und sonstigen Mitteilungen hervorgeht, ist die sorgfältige Festigung und Entwässerung des Untergrundes, wie für jede Straßenkonstruktion, so besonders für die Teerschotterstraße eine Grundbedingung.

Sehr günstige Ergebnisse haben Teermakadamstraßen in solchen Gegenden geliefert, wo der Unterbau auf sandigen Bodenarten ruht, die durchlässig sind und dem einsickernden Wasser einen leichten Abfluß gestatten. Als guter Unterbau haben sich außer-

dem alte Makadamstraßen bewährt, die vor Aufbringung der Teermakadamdecke aufgerissen und unter Hinzugabe des erforderlichen Schotters durch Walzen in das gewünschte Profil gebracht werden müssen. Diese haben gegenüber einer Betonschichte den Vorteil größerer Zähigkeit und des Fortfalles der Rißbildung. Dort, wo ein Straßenzug nur ein geringes Längsgefälle besitzt, hat sich eine Querneigung der Fahrbahn von etwa 3% als zweckmäßig herausgestellt. Senkungen des Untergrundes haben in den meisten Fällen, auch wenn dieselben anscheinend nur gering sind, eine Zerstörung der Decke zur Folge. Ebenso wichtig, wie eine einwandfreie Gründung, ist die Wasserundurchlässigkeit einer Teermakadamdecke; man kann auf Grund der bisherigen Erfahrungen sagen, daß die Güte und Dauerhaftigkeit solcher Decken im umgekehrten Verhältnis zu jener Wassermenge stehen, die eine gut gewalzte und gedichtete Teermakadamschichte durchläßt.

Für die Dauerhaftigkeit von Teermakadamstraßen ist weiter die Beschaffenheit des Schottermaterials von ausschlaggebender Bedeutung. Die besten Ergebnisse liefert zweifellos mehr oder weniger grobkörniges, zähes Hartgestein, dessen Bruchflächen nicht eben und glatt, sondern uneben, rau und körnig sind. An solchen Steinen haftet das Teerpräparat besser, als an Schotter mit glatten, ebenen Flächen. Die unmittelbare Folge davon ist eine Verlängerung der Deckendauer, weil durch den genannten Umstand eine rasche Vertrocknung des Teers verzögert und durch Erreichung günstiger innerer Spannungsverhältnisse die Elastizität im Innern der Decke zugleich eine erhöhte und nachhaltigere wird. Als geeignetes Gestein haben sich Basalt, Porphy, Melaphyr, Gabbro, sowie einige Granite erwiesen, während Gesteinsarten mit dichter, feinkörniger Struktur, wie z. B. Andesit, sich weniger gut bewährt haben.

Wesentlich ist hierbei aber nicht nur die Beschaffenheit des Schotters allein, sondern auch dessen Form und Korngröße. Als die zweckmäßigste Schotterform muß diejenige bezeichnet werden, die sich dem Würfel nähert, bei der alle Arten der Beanspruchung durch den Verkehr die gleichmäßigsten sind. Ein solch regelmäßiges Schottermaterial hat gleichzeitig noch den Vorteil, daß die Zwischenräume einen Kleinstwert annehmen werden. Weiterhin wird mit würfelförmigem Schotter durch das Walzen in der Regel eine ebene, glatte Fläche leichter erreicht, als mit unregelmäßigem Kleingeschlag. Da die Würfelform auch dem Verkehr viel mehr Angriffspunkte bietet, so wird dadurch, außer einer Geräuschverminderung, auch die Abnutzung herabgemindert. Was die geeig-

netste Korngröße betrifft, so ergab sich nach den Erfahrungen amerikanischer Ingenieure,¹⁾ daß für Teermakadam oder bituminösen Beton ein Schottermaterial, das durch ein Sieb von $1\frac{1}{4}$ " (32 mm) Maschenweite geht, das beste ist. Bei Decken, die nach dem Durchtränkungsverfahren hergestellt werden, ziehen dieselben Ingenieure einen Schotter, der durch ein Netz von $2\frac{1}{2}$ " (63,5 mm) Maschenweite geht und in einem solchen von $1\frac{1}{2}$ " (37,5 mm) Maschenweite zurückgehalten wird, jedem anderen Schotter vor. Durch die Verwendung eines größeren Steinschlags wird innerhalb gewisser Grenzen eine größere Gleichmäßigkeit der Durchträngung und eine längere Haltbarkeit der Decke gewährleistet, vorausgesetzt, daß der Steinschlag würfelförmig gebrochen ist und scharfe Ecken aufweist. In Österreich wird die zweckmäßigste Korngröße zu 2 " (50 mm), in England zu $2-2\frac{1}{2}$ " (50—62,5 mm) für die Trag- und zu $1\frac{1}{2}$ " (37,5 mm) für die Deckenschichte angegeben, während zur Ausfüllung der Zwischenräume Körner von $\frac{3}{4}$ " (18,75 mm) bis $\frac{1}{4}$ " (6 mm) Verwendung finden. Beim Durchtränkungsverfahren hat man in England mit Schotter von 2 "— $2\frac{1}{4}$ " (50 bis 57 mm) dessen Fugen mit $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ zölligem geschlossen werden, die besten Ergebnisse erhalten. Diese Erfahrungen würden also mit denen der Beobachtungen in Amerika ziemlich gut übereinstimmen. Die Erfahrungen schweizerischer Behörden können dahingehend zusammengefaßt werden, daß die besten Ergebnisse mit Steinen erzielt werden, die den Verkehrsangriffen die größte Zahl von Punkten darbieten, Würfelform haben und durch ein Netz von nicht mehr als $1\frac{1}{2}$ " bis 2 " (38—50 mm) Maschenweite gehen.

Bei uns in Deutschland schwanken die Korngrößen zwischen $1\frac{1}{2}$ "— $2\frac{3}{4}$ " (38—70 mm). Über eine Reihe deutscher Ausführungen gibt die hier aufgenommene Tabelle von Ingenieur Zerbig²⁾ Aufschluß, die das Ergebnis einer Umfrage des Herrn Stadtbaurat Hentrich in Crefeld bildet und am Schluß dieses Abschnittes, beigefügt ist.

Wie schon Dr. Ing. Scheuermann in seinen eingehenden Untersuchungen³⁾ darauf hingewiesen hat, ist außer den bereits genannten Eigenschaften des Schotters auch dessen Porosität wohl zu berücksichtigen, weil stark poröse Steine bei abgenutzter Decke Wasser aufnehmen, was bei Frost, infolge der bekannten physi-

¹⁾ Herstellung von Schotterdämmen unter Verwendung von Teer, Bitumen oder Asphalt. Generalbericht für den III. Internationalen Straßenkongreß, 1913. Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau, 1914. Nr. 17, S. 403.

²⁾ Zeitschrift für Transportwesen u. Straßenbau. Jahrg. 1912, Nr. 25—36.

³⁾ Dasselbst. Jahrgang 1911, Nr. 16, S. 363.

kalischen Vorgänge, ein Zersprengen des Gesteins zur Folge hat. Derselbe Umstand begünstigt auch ein Auslaugen und bei hoher Temperatur ein Austrocknen des Pechöles, was für den Bestand einer Teermakadamdecke ebenfalls von sehr nachteiliger Wirkung ist. Dr. Ing. Scheuermann empfiehlt deshalb für Teermakadam nur Hartgesteinschotter, dessen Dichtigkeitsgrad nicht weniger als 0,950 beträgt.

Der genannte Autor stellt für die Herstellung hohlraumärmsten Teerbetons auf der Baustelle folgende Regeln auf:¹⁾

1.) „Der Schotter aus gleichem Korn hat stets ungefähr 40 bis 45 % Hohlräume, einerlei ob das Korn grob, mittel oder fein ist. Werden verschiedene Kornarten in bestimmtem Verhältnis untereinander vermischt, so können die Hohlräume auf ca 25 % des Rauminhaltes des losen Gemenges verringert werden.

2.) Aus rohem Steingemenge, gewonnen durch Mischung von 3—4 Korngrößen, läßt sich am besten einwandfreier Teerbeton bereiten, wenn es schon vor der Teerung und mithin auch vor der Walzung so dicht als möglich zusammengesetzt ist.

3.) Die Standfestigkeit des Teerbetons ist abhängig von der verwendeten Menge Grobschotter in der Grundsicht bzw. Feinschlag in der Mittelschicht bzw. Grus in der Deckschicht; sie muß deswegen vorherrschen.

4.) Die Dichtigkeit des Teerbetons in irgend einer Schicht, z. B. in der Grundsicht, ist abhängig von dem Zusatz an Feinschotter, Grus und Sand zum Grobschotter und wird tunlichst gefördert, wenn diese Zusatzmengen unter den Wassermengen bleiben, welche zur Ausfüllung der Hohlräume für die einzelnen Korngrößen nötig sind.

5.) Das Steingemenge wird umso dichter je mehr Korngrößen hierzu verwendet werden; um aber dem Steingemenge genügende Standfestigkeit gegenüber den herrschenden Verkehrsdrücken zu geben, darf es aus 3, höchstens 4 Korngrößen bestehen.

6.) Je mehr Korngrößen miteinander zur Vermengung kommen, um so zahlreicher werden die Hohlräume in der Raumeinheit des Gemenges, jedoch werden die Durchmesser der Gesamtheit der Hohlräume um so kleiner.

Bei Vermengung von 3—4 Korngrößen erhalten diese Hohlräume durchschnittlich einen genügend kleinen Durchmesser, so daß das in das Steingemenge eingebrachte Pechöl ebenso sehr zum Überzug der Steinoberfläche als Klebmasse, wie zum Ausfüllen der Hohlräume als Steinfüllsel dient.

7.) Um neben genügender Standfestigkeit der Deckenmasse gleichzeitig auch genügende Kittfähigkeit der Steinoberflächen aneinander zu erzielen — ohne daß also letztere auf Kosten der ersteren geht — muß z. B. für die Grundsicht das Hohlraumwasser von Grobschotter zunächst durch die entsprechende Grusmenge und erst dann durch Feinschlag deren Hohlraumwassermenge ersetzt werden.

8.) Im Grobschottergemenge zur Herstellung der Grundsicht, sowie im Feinschlaggemenge zur Herstellung der Mittelschicht, muß der Grobschotter, bzw. der Feinschlag, stets durch Gruß bekörnt werden. Dadurch wird in jeder Schicht eine möglichst große Steinoberfläche = Kittfläche gegenüber dem Inhalt der Hohlräume geschaffen.

¹⁾ Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau, Jahrgang 1912, Nr. 20, S. 460/461; Nr. 21, S. 485.

9.) Teerbeton besitzt genügende Standfestigkeit (Widerstand gegen Profilverschiebung) und genügende Langlebigkeit (Widerstand gegen Verfall zu losen Steinen) gleichzeitig nur dann, wenn nicht allein in jeder Schicht das gröbere Korn vorherrscht, das Gemenge möglichst viel Oberfläche und möglichst kleine Hohlräume enthält, sondern wenn auch das Pechöl-Präparat so zusammengesetzt ist, daß es genügend Klebfähigkeit (bitumenreiches Pech) und genügend Widerstandsfähigkeit gegen Hartwerden (hochsiedendes Öl) besitzt.

10.) Der Einbau dichten Teerbetons geschieht am besten warm und in niedrigen Schichten; die Wärme befördert die Schlüpfriegerkeit der klebrigen Stein-oberflächen, setzt demnach der Dichtungsarbeit den geringsten Widerstand entgegen und geringe Stärke der Schüttschicht fördert die gleichmäßige Dichtung der Schicht durch Walzen. Die jeweilige Schütthöhe wird zweckmäßig zu ca. dem $1\frac{1}{2}$ fachen des vorherrschenden Steinkorns bemessen; demnach in der:

Grobschotter-Grundsicht	} mit vorherrschen-	3 — 5 cm Ø ca. $7\frac{1}{2}$ cm	} = 13 cm			
Feinschlag-Mittelschicht				} dem Korn von	1,5—3 cm Ø ca. $4\frac{1}{2}$ cm	} Schütt-
Grusdeckschicht						

11.) Beim Einwalzen empfiehlt es sich, Walzen verschiedener Schwere nacheinander zu verwenden. Um ein Zertrümmern der Steine bei der großen Klebrigkeit der bituminierten Steinoberflächen zu verhüten, empfiehlt sich zunächst die Dichtung jeder aufgebrauchten Schicht mit einer Walze von geringem Betriebsgewicht, etwa 8 t und diese solange zu verwenden, bis im gewalzten Gemenge überall gleiche Spannung herrscht

Alsdann kann mit Walzen mit zunehmendem Betriebsgewicht, z. B. erst 12 und zuletzt 15 t, die weitere und gleichmäßige Dichtung fortgesetzt bzw. beendet werden.

12.) Nach Abwalzen der Deckschicht empfiehlt sich ein Oberflächen-Überzug mit einem Teerpräparat, das nicht zersetzend oder auflösend auf das für Innenteerung verwendete Präparat wirkt und alsdann Besandlung dieses Überzuges. Dadurch wird dem „Absterben“ des Pechöl-Präparates im Innern der Deckmasse durch äußere Einflüsse, wie durch das mit Kohlensäure geschwängerte Regenwasser, durch den Kohlensäure und Stickstoff bergenden Straßenschmutz, sowie durch den Kohlensäure und Sauerstoff enthaltenden Schnee genügend lange vorgebeugt. Ebenso werden die austrocknenden Wirkungen des Sauerstoffes der Luft, sowie der die Deckmasse durchwärmenden Strahlen der Sonne und der die Deckenmasse zusammenziehenden und deren Rissebildung veranlassenden Kälte genügend vom Innern der Deckenmasse abgehalten.

Mit der Erneuerung des Oberflächenüberzuges, nach Bedarf mit eventuell vorheriger Durchtränkung mit Pechöl (70 % Öl und 30 % Pech), kann für die Erhaltung der Konsistenz der in Wohnstraßen an und für sich nur einem geringen Verschleiß ausgesetzten Deckenmasse auf sichere und billige Art besorgt werden.“

Bezüglich der Vermischung des Mineralgemenges verschiedener Korngrößen bemerkt derselbe Autor folgendes:¹⁾

„Ein Unterschied in der Mengung der verschiedenen Steinkörnungen untereinander nach bestimmtem Gewichte — Berliner (englisches) Verfahren — bzw. nach bestimmtem Maße — Wiesbadener (deutsches) Verfahren — besteht darin, daß beim ersteren zu dem Tragkorne — Grobschotter und Feinschlag — mehr

¹⁾ Dr. Ing. Scheuermann: Teer als Baumaterial für Stadtstraßen. Techn. Gemeindeblatt, 1912. Nr. 10; S. 141.

Klebkorn — Splitt, Grus und Sand — zugesetzt wird, als dies beim letzteren geschieht, wo ein Klebkorn zum Tragkorn höchstens zu insgesamt 80 % derjenigen Mengen beigemischt wird, wie sie sich aus dem durch Wassermessungen festgestellten Hohlraumhalte des jeweiligen Tragkorns ergeben haben. Das Berliner Verfahren arbeitet durch Mischung von Tragkorn und Klebkorn zu fast gleichen Teilen d. h. durch eine übermäßige Durchgrusung aller Schichten, mehr auf Gewinnung einer durch und durch wasserdichten, als einer dem intensivsten Verkehrs- und Witterungseinflüsse Stand haltenden Teerbetonmasse hin. Der alsdann bedingten Gefahr der Verschiebung und Zerdrückung derselben, so, daß die Deckenfläche zuerst in den gewöhnlichen Fahrflächen neben Felgeneindrücken auch noch gemuldet und gewölbt wird, wird aber durch entsprechende Zuschläge zum Pechöl vorgebeugt. Die nach dem Wiesbadener Verfahren bereiteten und eingebauten Teerbetondecken sind dagegen bei dem vorherrschenden Prozentsatz (ca. 70 %) von Tragkorn gegenüber dem Klebkorn (ca. 30 %) an und für sich tragfähiger und daher eher geeignet, auch zur heißesten Jahreszeit schwersten Verkehr ohne bleibende Verdrückung der Masse und mithin von deren Oberfläche über sich ergehen zu lassen. Die Wasserdichtigkeit der Mittelschicht wird nach deren Abwalzen und Übersplitten* dadurch erreicht, daß eine Oberflächenteerung auf sie aus demselben Pechöl (65 % Pech und 35 % Anthrazenöl) aufgebracht wird, mit dem die Steingemische für die einzelnen Schichten bituminiert werden. Zur Bituminierung gehen auf das Quadratmeter 10 cm starker fahrfertiger Decke ca. 10 kg, zur Oberflächenteerung 2—2½ kg. Sobald letztere aufgebracht ist, wird Grus aufgestreut und dieser tunlichst unter Wirkung der Sonne solange eingewalzt, bis das Pechöl von unten nach oben durchdringt und überall gleichmäßig zum Vorschein kommt.

Es bleibt abzuwarten, welches Verfahren für Stadtstraßen unter den in Deutschland herrschenden Verkehrs- und Witterungsverhältnissen geeigneter sein wird; bei dem immer mehr zunehmenden Verkehre von rasch laufenden und seither nicht üblich gewesenenen schweren Fahrzeugen — Lastautos — mit ihren ungeheuren Stoßwirkungen; gegenüber den an und für sich schon das seither gekannte, gewöhnliche Maß übersteigenden Raddrücken auf die Fahrbahndecken muß auf die größte Tragfähigkeit der Teerbetondecken mindestens ebenso sehr hingewirkt werden als auf deren vollkommene Wasserdichtigkeit durch Verwendung einer im Verhältnisse zum Tragkorn überreichlichen Beimengung von ca. 50 % Klebkorn aus recht vielen und darunter allerfeinsten Größen — Hartsteinmehl —, wie es beim Berliner Verfahren nach englischem Muster geschieht, wobei nicht, wie bei dem Wiesbadener Verfahren, eine besondere Oberflächenteerung der mit Splitt abgeglichenen und abgewalzten Mittelschicht notwendig ist, ehe diese mit der Deckschicht aus Grus überwalzt wird.⁴

Was nun das günstigste Mischungsverhältnis des Steinmaterials betrifft, so fand Wood,¹⁾ unabhängig von den amerikanischen Verfahren, folgende Werte:

Steinschlag etwa	61 %
Sand und Staub etwa	30 %
Bitumen	9 %

¹⁾ Wood: „Moderne Road Construction“. London 1912.

In Ungarn ¹⁾ wurden mit nachstehender Mischung die besten Erfolge erzielt:

100 l Steinschlag mit	4 cm Korngröße,
45 l Steinschlag mit	1—2 cm Korngröße,
20 l Grus mit	0,5—1,0 mm Korngröße.

Eine derartige Mischung enthält noch etwa 8—12 % Hohlräume, die mit dem Bindemittel auszufüllen sind. Teermakadamdecken, die nach diesem Mischungsverhältnis ausgeführt worden sind, erwiesen sich vollkommen kompakt und wasserdicht.

Bei solch dichter Einbaumasse wird naturgemäß auch die erforderliche Menge des Bindemittels für die Ausfüllung der übrig gebliebenen Zwischenräume nach der Dichtung durch die Walzung eine geringe. Da man aber die Güte eines Teermakadams direkt nach dem Verbrauch der Eingußmenge auf das qm Decke beurteilen kann, so ergibt auch dieser Umstand ein günstiges Urteil für die Beschaffenheit einer, nach dem angegebenen Mischungsverhältnis hergestellten Teermakadamdecke.

Da bei den derzeitigen Verkehrsverhältnissen stets eine kräftige Bauart anzustreben, die innere Festigkeit einer Decke aber von der Menge und Größe des vorhandenen Grobkornes abhängig ist, so hat man auch diesem Umstande gebührend Rechnung zu tragen. Als günstiges Verhältnis fand Dr. Ing. Scheuermann ²⁾ folgende Mischungszahlen:

Grobschotter von 5—6	cm	}	Korngröße	{	Raumteile.		
Feinschlag	„ 3—4					„	$4^{2/3}$
Grus	„ 1—1 ^{1/2}					„	$2^{1/6}$ 1

Über die in England üblichen Annahmen sei auf die Vorschriften des englischen Wegeamts über die Herstellung von Teer- und Pechmörtelmakadam in Abschnitt II, Kapitel II verwiesen.

Vergleicht man die oben genannten, sehr beachtenswerten Untersuchungen Dr. Ing. Scheuermanns über die Herstellung von Teerbetondecken, so erkennt man, daß derselbe, sowohl bezüglich der Walzverfahren und Walzgewichte, als auch hinsichtlich der vorteilhaften Aufbringung einer Oberflächenteerung auf Teermakadamdecken zu denselben Ergebnissen kommt, wie die englischen und amerikanischen Ingenieure. Soweit unsere deutschen Verhältnisse

¹⁾ Bericht Nr. 24, für den III. Internationalen Straßenkongreß, 1913; Arpad von Rauch.

²⁾ Dr. Ing. Scheuermann. Kritische Betrachtungen über moderne Straßenwirtschaft. Die Sicherung der Erfolge bei Teerungen in Städten. Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau, 1911; Nr. 17, S. 358.

bis jetzt ein Urteil hierüber zulassen, sind beide Faktoren in der angegebenen Weise zweifellos geeignet, die Güte und die Haltbarkeit solcher Decken zu erhöhen.

Für die Wahl des bituminösen Bindemittels hat man sich zu vergegenwärtigen, daß dessen Zweck bei der Tiefenteerung ein anderer ist, als bei der Oberflächenteerung von Straßen. Das Teerpräparat soll bei der Innenteerung nicht nur alle Hohlräume zwischen den Schotterstücken und den Sandkörnern ausfüllen, sondern muß gleichzeitig als Klebemittel für die ganze Masse wirken und den Eintritt des Wassers in die Decke verhindern. Je mehr Klebekraft das Bindemittel besitzt, desto größere Festigkeit gewährleistet dasselbe für die unverrückbare Lage der einzelnen Gesteinsstücke in der Decke. Diese Unverschiebbarkeit bewirkt ihrerseits wiederum, daß die einzelnen Steine vorwiegend nur auf Abschleifen beansprucht werden, ein Umstand, dem die größere Dauerhaftigkeit von Teermakadamdecken, gegenüber gewöhnlichen Steinschlagdecken zugeschrieben werden muß. Ein derartiges klebkräftiges Bindemittel kann aber nur ein solches von größter Reinheit des Bitumens sein, weshalb die Beimischung von Mineralien, welche die wertvolle Eigenschaft der Klebefähigkeit beeinträchtigen, unterlassen werden sollte.

Da das Bindemittel in jeder Teerschotterdecke infolge seiner geringeren Widerstandsfähigkeit, gegenüber dem Mineralgemenge, stets eine schwache Stelle bleiben und einen Angriffspunkt für die Zerstörung bilden wird, so ist seine Anwendung in quantitativer Hinsicht immer auf ein Mindestmaß zu beschränken. Decken mit zu hohem Gehalt an bituminösem Bindestoff werden überdies oft wellenförmig und erleiden dann leicht Beschädigungen durch die Angriffe der Verkehrsmittel.

Die Anforderungen, die in qualitativer Hinsicht an ein Bindemittel gestellt werden müssen, sind größte Härte, Zähigkeit, Wasserundurchlässigkeit und Viskosität.

Bezüglich der Art des als Einbaumittel zu verwendenden Teerpräparates kann man heute sagen, daß weder Rohteer noch destillierter Teer allein einen nachhaltigen Erfolg gewährleisten werden. Letzterer wird um so größer sein, je mehr es gelingt, ein Bindemittel zu erhalten, das die Nachteile des Teeres nicht mehr besitzt, keiner weiteren Veränderung unterworfen ist, und den Atmosphärien, sowie den Einwirkungen des Schmutzwassers wirksam widersteht.

Auch die Verteilung des Bindemittels spielt durchaus keine untergeordnete Rolle. Es hat sich gezeigt, daß eine ungleichmäßige

Verteilung des Bindestoffes, die manchmal unvermeidlich ist, insofern schädliche Folgen ergeben hat, als diejenigen Stellen der Decke, die in unzureichendem Maße mit der bituminösen Flüssigkeit besprengt worden sind, leicht brüchig werden und unter den Angriffen des Verkehrs zerbröckeln, während andere, zu reichlich besprengte Flächen der Decke sich zusammenballen und Erhöhungen bilden. Jedenfalls erreicht man mit Maschinenteerung bessere Ergebnisse, als mit Handarbeit.

Zu untersuchen wäre auch noch die Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit des Eigenbetriebes gegenüber der Ausführung durch Unternehmer.

Über unsere deutschen Verhältnisse gibt die am Schlusse dieses Kapitels beigefügte Zusammenstellung über ausgeführte Teermakadamstraßen einigermaßen Aufschluß.

Die Frage, bis zu welchem Steigungsverhältnis der Straße die einzelnen Verfahren der Innenteerung empfehlenswert sind, bedarf ebenso noch der Klärung, wie diejenige bezüglich der zulässigen Verkehrsgewichte. Dort, wo Teerschotterstraßen, wegen allzu schweren Verkehrs, sich als ungeeignet und unwirtschaftlich erweisen, müssen sie durch Granitkleinpflaster ersetzt werden. Man hat mit diesem, auch bezüglich der Staubverminderung, solch gute Erfahrungen gemacht, daß man vielerorts, z. B. auch in Hannover,¹⁾ von ausgedehnten Versuchen mit Teerungen Abstand genommen und seine Zuflucht mit Erfolg zum Granitkleinpflaster genommen hat.

Das schon wiederholt genannte Stadtbauamt in Karlsbad kam auf Grund seiner ausgedehnten Versuche hinsichtlich der Innenteerung zu folgenden Ergebnissen:²⁾

- 1.) „Makadamdecken, deren Gesamtjahreskosten die Höhe der Gesamtjahreskosten von Granitkleinpflaster erreichen, sind durch Granitkleinpflaster zu ersetzen.
- 2.) Makadamdecken, deren Gesamtjahreskosten unter denen des Granitkleinpflasters bleiben, sind
 - a) in Sommerkurorten zweckmäßig mit 10 prozentigen Chlorcalcium- oder Chlormagnesiumlaugen zu besprengen.
 - b) auf Landstraßen zu teeren, wobei sich die Makadamdecken in einem guten Zustande befinden müssen;
 - c) in Wohnstraßen von Städten und in Durchzugsstraßen von Ortschaften entweder mit Chlormalcium- oder Chlormagnesiumlaugen zu besprengen oder zu teeren. Die Wahl hängt ab von dem Zustande der Makadamdecken, von der Zustimmung der Anwohner und von dem Umstande, ob Sprengwagen

¹⁾ Nach einer freundlichen Mitteilung des Kgl. Landesdirektoriums der Provinz Hannover an den Verfasser.

²⁾ Rundschau für Technik und Wirtschaft. Prag 1914, Nr. 9, S. 140.

zur Verfügung stehen oder nicht. Teerungen erfordern gute Makadamdecken, während Chlorcalcium- oder Magnesiumlaugen mit gleich gutem Erfolge auf minder guten Makadamdecken aufgesprengt werden können.“ —

Eine Verbesserung der Makadamdecken ist bei allen unter 2 aufgeführten Fällen erstrebenswert. Als Schotter sollte tunlichst nur Basaltschotter verwendet werden.

Von Interesse sind noch die Schlußfolgerungen der internationalen Kongresse.

Der in Brüssel tagende, II. Kongreß, konnte bezüglich der Innenteerung im Jahre 1910 folgenden Beschluß fassen:

„Die bisher durchgeführten Versuche reichen noch nicht hin, um über die erzielten Ergebnisse endgiltig zu urteilen; es ist wünschenswert, daß man diese Versuche unter Berücksichtigung der in den verschiedenen Ländern gewonnenen Erfahrungen fortsetze.“

Die Folgerungen über den Stand der Staubbekämpfung mit bituminösen Bindemitteln konnten auf dem III. Kongreß in London, im Jahre 1913, infolge der inzwischen gewonnenen Erfahrungen erweitert und zu folgenden Ergebnissen zusammengefaßt werden¹⁾:

Herstellung von Schotterdämmen unter Verwendung von Teer, Bitumen oder Asphalt.

Allgemeine Schlußfolgerungen.

„Durch Benutzung bituminöser, teeriger oder asphaltiger Bindemittel kann man eine Anzahl von verschiedenen Straßendecken erhalten, die vorteilhaft unter den verschiedenen Verhältnissen der Straße hinsichtlich Verkehr, Lage und Klima zur Verwendung dienen können.

Der genaue Wert und die Lebensdauer dieser verschiedenen Straßendecken bleibt unter Berücksichtigung der Verkehrs- und Witterungsverhältnisse sowie der verwendeten Ausführungsverfahren zu bestimmen.

Zu diesem Zwecke ist es ratsam, ein einheitliches Verfahren für Prüfungen, Messungen und Beschreibungen mit folgenden Ueberschriften einzuführen:

1. Physikalische und örtliche Verhältnisse.
2. Verwendete Stoffe. Mineralogische Untersuchungen, Größen, Zusammensetzung des Bindemittels.
- 2a. Bauart. Zeit der Herstellung.
3. Zählung des Verkehrs auf dem betreffenden Straßenabschnitt.
4. Witterungsverhältnisse, die Einfluß auf die Straße haben.
5. Periodische Messung der Abnutzung.
6. Periodische Prüfung des Zustandes der Straßendecke.
7. Wirkliche Kosten der Straßendecke. a) Baukosten, b) Unterhaltungskosten.

Eine einheitliche Form der zu liefernden Berichte wird von der Internationalen Ständigen Kommission angegeben werden.

¹⁾ Bericht über die Arbeiten des Kongresses, S. 632.

Besondere Schlußfolgerungen.

I. Gründung und Entwässerung.

Unter Bestätigung der vom II. Kongreß (Brüssel, 1910, 2. Frage) angenommenen Resolutionen, die die Aufmerksamkeit auf die Vorteile einer trockenen Gründung und auf einen gesunden Untergrund lenkten, betont der Kongreß besonders den großen Wert einer wirksamen Gründung bei Straßendecken mit Bitumen einschl. Teer und Asphalt als Bindemittel aus folgenden Gründen:

1. Da die Straßendecke teuer ist, ist es wichtig, ihr eine Bettung zu geben, die ihre Dauerhaftigkeit verlängert.

2. Da Gewicht, Geschwindigkeit und Stärke des Verkehrs ständig auf den Straßen zunehmen, die solcher Decke wert gehalten sind, ist es am zweckmäßigsten, einen Unterbau so herzustellen, daß die Decke der Abnutzung möglichst gut widersteht.

II. Größe und Form des Schotters für eine Decke mit bituminösem Bindemittel.

1. Wenn eine gewöhnliche Makadamdecke in der Absicht hergestellt wird, sie später zu teeren, so sollte sie aus hartem Schotter mit scharfen Kanten hergestellt werden, der möglichst würfelförmig auf Größen von 4—6 cm gebrochen ist.

2. Bei bituminösem, einschl. Teer- und Asphaltmakadam, der durch das Mischungsverfahren hergestellt ist, sollte die Größe der Schotterdecke so gewählt und so abgestuft werden, daß eine kompakte Decke mit möglichst wenig Hohlräumen erzielt wird. Die Abmessungen der größten Schotterstücke können je nach der Art des Steines und des Verkehrs schwanken. Wenn das gewählte Herstellungsverfahren mehr als eine Lage Schotter erfordert, sollte die obere oder Abnutzungsschicht aus kleinen Schotterstücken gebildet werden.

3. Für Bitumen-, einschl. Teer- oder Asphaltdecken, die nach den Durchdringungsverfahren hergestellt sind, sollten die Proben und Versuche, die zur Zeit in verschiedenen Ländern im Gange sind, fortgesetzt werden, wobei dafür zu sorgen ist, daß nur Schotter aus möglichst würfelförmigen Stücken mit scharfen Kanten verwendet wird, jedenfalls für den nächst der Oberfläche liegenden Teil der Decke.

4. Selbstverständlich sollen die Proben für andere Verfahren fortgesetzt werden, besonders für die unter 1 und 2 bemerkten.

III. Verwendung schon gebrauchter Stoffe zur Herstellung der Decke mit bituminösem Bindemittel.

Durch sorgfältige Beseitigung aller Schmutz- und organischen Stoffe ist es möglich, schon gebrauchte Stoffe erfolgreich zu verwerten, sofern sie nicht für die oberste Schicht der Straßendecken verwendet werden.

IV. Relativer Wert der Ausbesserungen und periodischen Erneuerungen der Decke.

Man ist darüber einig, daß es durchaus nötig ist, bei Straßendecken mit Bitumen, einschl. Teer und Asphalt, Ausbesserungen vorzunehmen, sobald sie notwendig werden.

V. Zulässige Abnutzung vor Erneuerung der Decke.

Die vollständige Erneuerung der Decke infolge von Abnutzung muß ausgeführt werden, sobald die Tiefe des Dammes unter eine gewisse Sicherheitsgrenze sinkt, oder wenn die Durchlässigkeit so stark geworden ist, daß die Straße unter den Witterungsverhältnissen übermäßig leidet.

VI. Verschiedene Verfahren zur Untersuchung der Bitumen, einschl. Teer- und Asphaltstoffe.

a) Bei Verwendung dieser Stoffe, sowohl für die Durchdringungs- wie Mischungsmethode, ist es vorteilhafter, trockene Steine zu verwenden, damit eine gute Haftung am Bindemittel erfolgt. Bei der Mischungsmethode muß der Stein stets trocken und, falls nötig, erwärmt sein.

b) Man darf nie eine Decke auf einen feuchten oder weichen Unterbau legen. Es ist empfehlenswert, nur bei gutem Wetter zu arbeiten.

c) Man sollte Bindemittel nicht im Uebermaß verwenden, sondern gerade so viel als nötig ist, um die gewalzte Strecke zu binden.

d) Zu schwere Walzen sollten nicht benutzt werden.

VII. Untersuchung und chemische Analyse der Bitumen, einschl. Teer- und Asphaltstoffe.

Die Vorteile der Analyse und methodischen Laboratoriumsversuche und ihre Notwendigkeit bei bituminösem Bindemittel werden einmütig anerkannt. Es würde vorteilhaft sein, Gleichförmigkeit zu erzielen:

1. bezüglich der Angabe der Hauptmerkmale dieser Bindemittel.

2. bezüglich der Prüfungsverfahren.

Zur Ermittlung dieser Angaben wird die Internationale Ständige Kommission gebeten, die Lösung der Einheitlichkeitsfrage zu übernehmen.

VIII. Klimatische Einflüsse, durch welche die Dammfläche glatt wird. Abhilfsmittel.

Es erscheint allgemein anerkannt, daß manche mit Bitumen, Teer oder Asphalt hergestellten Straßendecken (wie dies meist der Fall ist bei allen glatten und undurchlässigen Straßenoberflächen) unter gewissen Witterungsverhältnissen schlüpfrig werden.

Dem kann abgeholfen werden durch Bestreuen der Oberfläche mit scharfem Sand; in den meisten Fällen wird gutes Reinigen der Oberfläche das Schlüpfrigwerden des Dammes verhindern.

IX. Einwirkung auf die öffentliche Gesundheit, das Leben der Fische oder der Pflanzen.

Es liegen genügend Erfahrungen vor, die die Bauingenieure in den Stand setzen, diejenigen bituminösen Bindemittel auszuwählen und genau anzugeben, die für die öffentliche Gesundheit, Fisch- und Pflanzenleben unschädlich sind und im Gegenteil, die hygienischen Verhältnisse erheblich verbessern.

X. Reinigung und Besprengung.

Es wird anerkannt, daß Fahrdämme, die in geeigneter Weise mit Bitumen, einschl. Teer- oder Asphalt, behandelt sind, weniger Fegen und Bewässern erfordern als gewöhnliche Makadamstraßen mit wasserversetzten Bindemitteln, und daß beträchtliche Ersparnisse in dieser Hinsicht möglich sind.

Schließlich wurde folgender Wunsch ausgesprochen:

Die Internationale Ständige Kommission sollte einen internationalen Ausschuß von Bautechnikern ernennen zum Studium einer einheitlichen Prüfungsmethode und Terminologie der Baustoffe, und Berichte erstatten über die physischen und örtlichen Verhältnisse, Materialien, Straßenbau und andere Punkte, die den Bau von Straßen mit Teer, Bitumen und asphaltigen Bindemitteln betreffen. Der Bericht dieses Sonderausschusses sollte, nach Prüfung durch die Kommission, einem späteren Kongreß vorgelegt werden.“

Zusammenstellung der von den größeren Städten Deutschlands
(Aus der Zeitschrift für Transportwesen u.

Laufende Nummer	Jahr der Ausführung	Bezeichnung (Name) der Straße	Länge der Strecke m	Fläche der Teermakadamstrecke	Querschnitt der Strecke mit Angabe des teermakadamisierten Teiles. B = Breite der Fahrbahn	Unterbau des teermakadamisierten Teiles	Bezeichnung oder nähere Beschreibung des Systems, nach dem die Teermakadamisierung erfolgte
1	2	3	4	5	6	7	8
Aachen							
1.	1910 Ende Oktob. Anfang Nov.	Vaalserlandstraße	350	1800	B-12,0 m. In der Mitte 5,5 m Teermakad., daneben 3,0 m Bankett u. auf der anderen Seite 1,5 m Kleinbahn u. 2,0 m Bankett	Alte Fahrbahn	Reifenrath
Augsburg							
2.	1905	Neidhardstr.	170	—	Quergefälle 3 %. In der Mitte Teermakadam, in den Rinnen Steinpflaster	Ziegelsteinpacklage	Schotter aus geschlagenem Flußgeschiebe an Ort und Stelle geteert u. dann mit Quarzsand eingewalzt
3.	1909	Hochfeldstr.	150	—	—	wie vor	Schotter aus geschlagenem Flußgeschiebe geteert, auf Haufen gebracht, mit Dachpappe und Sand abgedeckt und so längere Zeit liegen gelassen. Dann unt. Beimischung von frisch geteertem Riesel eingewalzt
4.	1910	Frohsinnstr.	180	—	—	wie vor	wie vor
5.	1910	Gabelsbergerstraße	140	—	—	wie vor	wie vor
6.	1910	Stefanienstr.	250	—	—	wie vor	wie vor
7.	1911	Froehlichstr.	50	—	—	wie vor	wie vor

gesammelten Erfahrungen mit Teermakadam-Straßendecken:
Straßenbau; 1912, Nr. 25—34 u. Nr. 36.

Verkehrsart schwer, mittel, leicht	Verkehrsdichte stark, mittel, gering	Bewährung	Anfang der erforderlichen Instandsetzung	Kosten d. Herstellg. d. teermakadam. Decke ohne Unterbau M/qm	Garantie des Unternehmers	Bemerkungen
9	10	11	12	13	14	15
Mittel, zum Teil schwer	Starker Mittelverkehr ca. 100814 t im Jahre 1910/11	Gut. Kein Verschleiß, soweit bei gutem, d. i. trockenem Wetter ausgeführt	Eine bei nassem Wetter ausgeführte Teilstrecke wickelte sich stellenweise auf oder fuhr sich an den Rändern auseinander. Nachbesserung mit in Teer getränktem Splitt.	3,56 (Einschl. Regulierung der Unterbahn 3,99 M/qm)	keine	Gute Erfahrungen bei trockenem Untergrund u. nicht allzu schwerem Verkehr. Ausführung nur bei trock. Wetter zu empfehlen
Mittlerer Verkehr, besonders viele Reiter		Nicht bewährt. Im Sommer lief der überflüss. Teer, der nicht verharzt war, heraus	1908 mit dem Aufreißer aufgerissen und ohne Zusatz von neuem Material gewalzt. Liegt jetzt gut	2,50	Eigenbetrieb	—
mittel	mittel	gut	1910 Oberflächen-teerung	2,90	wie vor	—
wie vor	wie vor	wie vor	1911 Oberflächen-teerung	3,00	wie vor	—
wie vor	wie vor	wie vor	ebenso	3,0	wie vor	—
schwer	mittel	wie vor	—	3,0	wie vor	—
leicht	gering	kann zurzeit noch nicht beurteilt werden	—	3,0	wie vor	—

Laufende Nummer	Jahr der Ausführung	Bezeichnung (Name) der Straße	Länge der Strecke m	Fläche der Teermakadamstrecke	Querschnitt der Strecke mit Angabe des teermakadamisierten Teiles. B = Breite der Fahrbahn	Unterbau des teermakadamisierten Teiles	Bezeichnung oder nähere Beschreibung des Systems, nach dem die Teermakadamisierung erfolgte
1	2	3	4	5	6	7	8
8.	1911	Bleichstraße	200	—	—	wie vor	wie vor
9.	1911	Gänsbühl	60	—	—	Ohne Unterbau	wie vor
10.	1911	Branderstr.	400	—	—	Ohne Unterbau	wie vor
11.	1911	Friedhofstr.	100	—	—	Ohne Unterbau	wie vor
Barmen							
12.	—	—	—	—	—	—	—
Berlin							
13.	1911	Maxstraße, von Schulstr. bis 75,2 m nach der Antonstr. zu	75,2	835	B = 11,0 m. Quergefälle 1:50. Quarritedecke 8 cm stark, in ganzer Breite der Fahrbahn	Beton 20 cm stark	Quarrite
14.	1911	Maxstraße 75,2 m von Schulstraße (Quarrite-Grenze) bis Antonstraße	74,36	820	wie vor	Beton 20 cm stark	Pyknoton
Braunschweig							
15.	1911	Goslarsche Straße	83,75	679,04	B = 8,0 bis 8,5 m. Decke 10 cm stark	22 bis 25 cm starke	Nassauer Teerschotter-Verfahr.
16.	1911	vor der Jakobikirche	48,0	625,38	B = 9,0 bis 14,0 m. Decke 10 cm stark	20 bis 25 cm starke Chaus-sierg. aus Pack-lage u. Deck-lage	—

Verkehrsart schwer, mittel, leicht	Verkehrsdichte stark, mittel, gering	Bewährung	Anfang der erforderlich gewordenen Instandsetzung	Kostend. Herstellg. d. teermakadam. Decke ohne Unterbau M/qm	Garantie des Unternehmers	Bemerkungen
9	10	11	12	13	14	15
mittel	mittel	wie vor	—	3,0	wie vor	—
leicht	gering	wie vor	—	3,0	wie vor	—
schwer	mittel	wie vor	—	3,0	wie vor	—
leicht	gering	wie vor	—	3,0	wie vor	—
—	—	—	—	—	—	Lediglich einzelne Versuche mit Kiton zur Bekämpfung d. Staubplage
mittel	mittel bis gering	kann noch nicht beurteilt werd.	—	6,50	bis 1. Jan. 1915	Deutsche Quarrite- und Bitulithic-Pflaster-Ges. m. b. H. Berlin
wie vor	wie vor	wie vor	—	6,50	bis 1. Jan. 1915	Leipziger Asphaltwerk R. Tagmann, Leipzig
mittel	mittel	kann noch nicht beurteilt werd.	—	5,40	—	—
leicht	gering	wie vor	—	5,40	—	In Jahre 1912 sollen d. Fahrbahnen der Adolfstr., Altwikring, des Hagenrings und der Fußweg vor der Jakobikirche mit Innenteerung versehen werden. Zusammen 5300,93 qm. Die Fahrbahnen wie vor, der Fußweg mit 6 cm Teerschotterdecke auf 5—6 cm starker Schicht aus zerkleinerten Ziegelsteinen. Kosten für die Fahrbahnen 5,40 M/qm. Kosten für den Fußweg 3,50 M/qm.

Laufende Nummer	Jahr der Ausführung	Bezeichnung (Name) der Straße	Länge der Strecke m	Fläche der Teermakadamstrecke	Querschnitt der Strecke mit Angabe des teermakadamisierten Teiles. B = Breite der Fahrbahn	Unterbau des teermakadamisierten Teiles	Bezeichnung oder nähere Beschreibung des Systems, nach dem die Teermakadamisierung erfolgte
1	2	3	4	5	6	7	8
Charlottenburg							
17.	1910 Okt.	Branitzer Platz	103	—	—	Packlage v. Kalksteinen mit Granit-schott-decke	Aeberli
18.	1911 Okt.	Kirschenallee zwischen Ebereschen- u. Rüsternallee	100,35	—	—	wie vor	Quarrite
Chemnitz							
19.	1908 Ende Aug.	Richardstraße	18	166	B = 10,20 m. Quergefälle 1:50. In der Mitte 9,20 m Teermakad., in den Rinnen 0,5 m Stein-pflaster	Vorhand. Packlage (Porphyr)	Fahrbahn aufgehackt und genau eingeebnet. Der Klarschlag u. der Feinschlag, die einige Wochen vorher hergerichtet worden waren, wurden nach vorherig. Erwärmen in kochenden Teer eingetaucht. Die mit Teer getränkt. Materialien wurden gegen Regen geschützt gelagert, in abgetrocknet. Zustände gut gemischt 20 cm hoch aufgebracht. Abwalz. mit schwer. Walze ohne jeden Zusatz, dann mit trockenem unge-teerten Grus nachgedeckt und abermals leicht überwalzt. 3 Tage nach Fertigstellung Uebergabe an den Verkehr
20.	1908 Mitte Sept.	Nördliche Friedrich-platzstraße	45	270	B = 7,0 m. Quergefälle 1:60. In der Mitte 6,0 Teermakadam, daneben je 0,5 m Steinpflaster	wie vor	schlecht, die Fahrbahn hat durch Ab-laden von Kisten und Kasten an den 2mal i. d. Woche stattfind. Markttag. sehr zu leiden

Verkehrsart schwer, mittel, leicht	Verkehrsdichte stark, mittel, gering	Bewäh-rung	Anfang der erforderlichen Instand-setzung	Kosten d. Herstellg. d. teermakadam. Decke ohne Unterbau M/qm	Garantie des Unter-nehmers	Bemerkungen
9	10	11	12	13	14	15
leicht	gering	während der kurzen Zeit gut	—	kann nicht angegeben werden, da in Eigenbetrieb ausgeführt	—	Ein abschlies-sendes Urteil kann noch nicht gefällt werden
mittel	gering	wie vor	—	6,0	20 Jahre, die ersten 5 Jahre unentgeltlich, die letzten 15 Jahre gegen Entgelt pro qm u. Jahr	wie vor
—	—	—	—	—	—	—
mittel	stark	schlecht, die Fahrbahn hat durch Ab-laden von Kisten und Kasten an den 2mal i. d. Woche stattfind. Markttag. sehr zu leiden	1909 und 1910 nachgebessert, 1911 größere Ausbesserungen	5,60 (20 cm Schüt-tungshöhe)	wie vor	wie vor

Laufende Nummer	Jahr der Ausführung	Bezeichnung (Name) der Straße	Länge der Strecke m	Fläche der Teermakadamstrecke	Querschnitt der Strecke mit Angabe des teermakadamisierten Teiles. B = Breite der Fahrbahn	Unterbau des teermakadamisierten Teiles	Bezeichnung oder nähere Beschreibung des Systems, nach dem die Teermakadamisierung erfolgte
1	2	3	4	5	6	7	8
21.	1909 Ende Juni	Philippstraße	75	675	B=10,0 m. In der Mitte 9,0 m Teermakad., daneben je 0,5 m Steinpfl.	Vorhandene Packlage (Porphy)	wie vor
22.	1910 Mitte Aug.	Antonplatz nördlich Platzstraße	27	235	B=9,70 m. In der Mitte 8,7 m Teermakad., daneben je 0,5 m Steinpfl.	wie vor	wie vor
23.	1911 Anfang Juni	Mittlere Schillerplatzstraße	150	1200	B=9,0 m. In der Mitte 8,0 m Teermakad., in den Rinnen 0,5 m Steinpfl.	wie vor	Aeberli
24.	1911 Ende Juni	Markgrafensstraße	150	—	—	—	Vorbehandlung d. Fahrbahnen vor der Neudeckung wie oben. Der Klarschlag u. der Feinschlag wurd. in ungeteertem Zustande eingebracht und ohne jeden Zusatz eingewalzt. Hierauf m. kochend. Teer, dem geringe Mengen Pflasterkitt zugesetzt waren, getränkt, mit ungeteertem Grus überdeckt u. fertig gewalzt. Oberfläche leicht überteert u. abgesandet. 2 Tage nach Fertigstellung Freigabe an den Verkehr.
25.		Germaniastr.	260	—	B=6,6 bis 10,0 m. In der Mitte 5,6 bis 9,0 m Teermakadam In den Rinnen je 0,5 m Steinpflaster	wie vor	
26.		Kurfürstenstr.	80	—	—	—	
27.		Rosenplatz nördlich Platzstraße	100	—	—	—	

Verkehrsart schwer, mittel, leicht	Verkehrsdichte stark, mittel, gering	Bewährung	Anfang der erforderlich gewordenen Instandsetzung	Kosten d. Herstellg. d. teermakadam. Decke ohne Unterbau M/qm	Garantie des Unternehmers	Bemerkungen
9	10	11	12	13	14	15
mittel	mittel	schlecht, wohl inf. Verwend. weichen Schottermaterials (Prophyr)	1910—1911 vollständig neu eingedeckt	5,12 (20 cm Schüttungshöhe)	Ausführung des Tiefbauamts	Sämtliche Fahrbahnen, m. Ausnahme der Philippstr. wurden mit Steinmaterial aus hartem Cranulit beschottert. Die Fahrbahn der Philippstraße wurde z. T. m. Hilbersdorfer Porphy beschottert
schwer	mittel	gut	—	2,70 (10 cm Schüttungshöhe)	wie vor	wie vor
schwer	mittel	bisher gut	—	3,65 (10 bis 12 cm Schüttungshöhe)	Seim und Riedel Dresden 2 Jahre	wie vor
—	—	—	—	—	—	—
mittel	mittel	bisher gut	—	1,35 (10 cm Schüttungshöhe)	Ausführung des Tiefbauamts	wie vor
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—

Laufende Nummer	Jahr der Ausführung	Bezeichnung (Name) der Straße	Länge der Strecke m	Fläche der Teermakadamstrecke	Querschnitt der Strecke mit Angabe des teermakadamisierten Teiles. B = Breite der Fahrbahn	Unterban des teermakadamisierten Teiles	Bezeichnung oder nähere Beschreibung des Systems, nach dem die Teermakadamisierung erfolgte
1	2	3	4	5	6	7	8
Cöln							
28.	1909	Bonnerstraße an der Stadtgrenze	222	1776	Quergefälle 1 : 25. Einseitige Bord-schwelle, daneben 0,75 m Steinpflaster, daran anschließend 8,0 m Teermakadam	Makadam	
29.	1909	Luxemburger Wall	160	960	B = 12,0 m. Neben der einseitigen Bord-schwelle 0,5 m Steinpflaster, dann 6,0 m Teermakadam u. 5,5 m Reitweg. Quergefälle 1 : 16.	Pack-lage	Die Decke besteht aus 2 Lagen Kleinschl., (Korngröße $\frac{3}{5}$ cm) mit dazwischen gewalzt. Grobsplitt (Größe $\frac{1}{2}$ - $1\frac{1}{2}$ cm) u. Feinsplitt (Gr. $\frac{1}{3}$ -1 cm) Das Steinmaterial wurde vor dem Einbau in die Straße in Misch-trommeln m. Teerpräpar. überzogen
30.	1911	Niederländer Ufer	774	3870	B = 12,5 m Quergefälle 1 : 25. 1,0 m Steinpflaster 5,0 m Teermakadam, 6,5 Steinpl. mit Straßenbahngleisen	Pack-lage	Straße in Misch-trommeln m. Teerpräpar. überzogen
31.	1911	Niederländer Ufer	360	1800	wie vor	—	
Crefeld							
32.	1911	Nordstraße	140	1170	B = 9,0 m. In den Rinnen beiderseitig 0,32 m Steinpflaster. In d. Mitte 8,36 m Teermakadam Decklage 10 cm stark	Chaus-sierrg. auf Pack-lage	Die Unterlage wurde genau eingeebnet und eingewalzt. Der mit Pechteer getränkte Basaltkleinschl. (Korngröße 4—6 cm gemischt mit Splitt verschiedener Korngröße) in der Stärke von 12—13 cm gleichmäßig aufgebracht und mit einer 12 t schweren Dampfwalze auf 10 cm zusammengedrückt. Schließlich Oberfläche noch geteert

Verkehrsart schwer, mittel, leicht	Verkehrsdichte stark, mittel, gering	Bewäh-rung	Anfang der erforderlich gewordenen Instandsetzung	Kosten d. Herstellg. d. teermakadam. Decke ohne Unterbau M/qm	Garantie des Unternehmers	Bemerkungen
9	10	11	12	13	14	15
auf der teermakadamisierten Strecke						
Landfuhrwerksverkehr und lebhafter Automob.-Verkehr, auch Lastverkehr	mittel; Zahl der Fuhrwerk. in 12 Std. 550, darunter 170 schwere Lastwag.	im allgem. gut, doch erweist sich der Verkehr dieser Straße für Teermakadam schon als zu schwer.	im Sommer 1910 u. 1911 Oberfläche je 2 mal nachgeteert, einzelne Löcher, bes. an den Schachtdeckeln ausgebessert	6,0	Eigenbetrieb	—
schwer	mittel	nicht bewährt. Der Verkehr zeigte sich für eine Teermakadamstraße zu schwer	starke Schlamm-bildg. durch Herauspressen des Teeres. Die Straße mußte wiederholt nachgedeckt werden	6,90	—	Die Teermakadamdecke ist nicht mehr vorhanden
mittel Lastfuhrwerks- u. Autoverk.	mittel	gut (liegt erst 4 Monate)	—	4,60	2 Jahre	—
wie vor	wie vor	wie vor	—	6,26	—	Der höhere Preis ist durch tieferes Aufreißen und dadurch bedingten Mehrverbrauch von Material entstanden
mittel	mittel	bis jetzt gut	—	4,54	Eigenbetrieb	

Laufende Nummer	Jahr der Ausführung	Bezeichnung (Name) der Straße	Länge der Strecke m	Fläche der Teermakadamstrecke	Querschnitt der Strecke mit Angabe des teermakadamisierten Teiles. B = Breite der Fahrbahn	Unterbau des teermakadamisierten Teiles	Bezeichnung oder nähere Beschreibung des Systems, nach dem die Teermakadamisierung erfolgte
1	2	3	4	5	6	7	8
Danzig							
33.	1908	Bastion Aussprung	174	1218	Neben der Bordschwelle im Mittel 7,0 m Teermakad., daran anschließend Schlachthofbahn in Steinpflaster	Schotterbahn auf Packlage	Auf die 15 cm hohe Packlage wurde zunächst eine etwa 10 cm größere Schotterdecke aufgebracht u. beides mit der Dampfwalze abgewalzt. Darüber wurde eine zweite etwa 8 cm starke, mit heißem Teer durchtränkte Feinschicht und hierüb. noch eine dünne Lage des feinsten Schottermaterials (Grus) bzw. reiner Stein u. Kies mit Teer durchtränkt und zum Schluß eine feine Kiesschicht aufgebracht und wiederabgewalzt. Der Teer wurde in Kesseln gekocht und in heiß. Zustande dem auf Blechtafeln über Feuer getrockn. Schottermaterial zugesetzt. Das Umarbeiten erfolgte so lange, bis die einzelnen Steine gleichmäß. mit Teer überzogen waren
34.	1910	St. Michaelsweg	175	770	B = 4,4 m. Teermakadam in ganzer Breite	wie vor	Die Herstellung d. Teermakadamdecklage erfolgte erst, nachdem die Schotterbahnen 1-3 Jahre gelegen hatten. Die Schottererschicht wurde in ganzer Stärke und Breite der

Verkehrsart schwer, mittel, leicht	Verkehrsdichte stark, mittel, gering	Bewährung	Anfang der erforderlich gewordenen Instandsetzung	Kosten d. Herstellg. d. teermakadam. Decke ohne Unterbau M/qm	Garantie des Unternehmers	Bemerkungen
9	10	11	12	13	14	15
mittel bis schwer	Hierüber sind keine Aufzeichnungen vorhanden	bisher gut	1909 geringe Ausbesserungen 1911 Nachteuerung der ganz. Fläche 0,13 M./qm	1,75 ohne Aufkreuz. u. Herstellen der Schotterbahnen	—	Die Ausführung ist nach Anweisung des städt. Tiefbauamts durch einen städt. Steinsetzmeister bewirkt worden, der auch einen Sprengwagen für die Tränkung der zur Makadamdecklage erforderlichen Baustoffe (Schotter, Kies usw.) nach Angabe des Tiefbauamts konstruiert und verwendet hat.
leicht bis mittel	wie vor	wie vor	—	0,70	—	

Laufende Nummer	Jahr der Ausführung	Bezeichnung (Name) der Straße	Länge der Strecke m	Fläche der Teermakadamstrecke	Querschnitt der Streckem mit Angabe des teermakadamisierten Teiles. B = Breite der Fahrbahn	Unterbau des teermakadamisierten Teiles	Bezeichnung oder nähere Beschreibung des Systems, nach dem die Teermakadamisierung erfolgte
1	2	3	4	5	6	7	8
35.	1910	Fahrenheitstraße	95	380	B = 5,0 m. In den Rinnen beiderseitig 0,5 m Steinpflaster. In der Mitte 4,0 m Teermakadam	wie vor	Fahrbahn aufgekrenzt bezw. aufgebrochen, gewaschen u. dann gehör. getrocknet, wonach mittelst Teersprengwagen die Decke vollständig mit Teer durchtränkt und mit Perlkies eingewalzt wurde.
36.	1911	Marienweg	395	1975	B = 5,0 m. In ganzer Breite Teermakadam	wie vor	Beim St. Michaelsweg ist die Fahrbahn nur z. T. mit Teer (die Rinnsteine in 1 m Breite), im übrig. mit Kiton, im Marien- u. Justweg ausschließl. mit Teer durchtränkt worden
37.	1911	Justweg	190	855	B = 6,0 m. In den Rinnen beiderseitig 0,75 m Steinpflaster. In der Mitte 4,5 m Teermakadam	wie vor	
Dresden 38.	—	—	—	20000	Fahrbahnen		

I. Fahrbahnen.

Ausschachtung bis 5 cm unter endgültiger Höhe. Untergrund abgewalzt und nach genügender Austrocknung mit leichter Oberflächenteerung versehen. Aufschutt in 3 Schichten: Unterste Schicht geteerter Basaltkleinschlag in der feineren Körnung von 4 cm Steingröße, in loser Schüttung von 5 cm Höhe aufgebracht; mittlere Schicht: geteerter Basaltgrus von 1—2 cm Korngröße, in Höhe von 2 cm aufgebracht; oberste Schicht: geteerter Basaltsand, in loser Schüttung von 2 cm Höhe. Die Verdichtung erfolgt derart, daß zunächst die unterste Schicht für sich leicht abgedrückt wird, dann Gesamtschüttg. im ganzen abgewalzt. Der Steinschlag darf nicht allzulange vorher geteert sein. Stärke des fertigen Teermakadams 6 cm, also 1 cm über endgültiger Höhe. Dieses Uebermaß bleibt der Verdichtung durch den Verkehr vorbehalten. Die Walzarbeit muß eingestellt werden, sobald der frische Belag „lebendig“ wird und Wellen treibt. Die Verdichtung ist deshalb im letzten Teil durch sorgfältiges Stampfen mittelst eiserner Handrammen zu bewirken. Nach Fertigstellung wird die Decke mit 1 cm hoher Schicht gesiebten Elbkies überzogen, der die frische Oberfläche 2—3 Wochen lang vor den Angriffen des Verkehrs schützen soll. Eine Woche nach Fertigstellung des Teermakadambelages Uebergabe an den Verkehr. Bindemittel ist gewöhnlicher Steinkohlenteer, dem in gewissen Verhältnissen flüssiger heißer Asphaltkitt beigemischt wird.

Verkehrsart schwer, mittel, leicht	Verkehrsdichte stark, mittel, gering	Bewährung	Anfang der erforderlichen Instandsetzung	Kosten d. Herstellg. d. teermakadam. Decke ohne Unterbau M/qm	Garantie des Unternehmers	Bemerkungen
9	10	11	12	13	14	15
wie vor	wie vor	wie vor	—	0,70	—	
wie vor	wie vor	wie vor	—	0,70	—	
wie vor	wie vor	wie vor	—	0,63	—	
		gut, zum Teil tadellos, in Straß. mit starkem Verkehr nicht befriedig., auf Gangbahnen durchgängig gut	Die Haltedauer kann noch nicht beurteilt werden	I. 3,0	im allgemeinen Eigenbetrieb	Bei geringem Verkehr sehr gute Erfolge. Ob in Zukunft auch Versuche auf Straßen mit schwerem Verkehr unternommen werden sollen, ist noch unentschieden

Laufende Nummer	Jahr der Ausführung	Bezeichnung (Name) der Straße	Länge der Strecke m	Fläche der Teermakadamstrecke	Querschnitt der Strecke mit Angabe des teermakadamisierten Teiles. B = Breite der Fahrbahn	Unterbau des teermakadamisierten Teiles	Bezeichnung oder nähere Beschreibung des Systems, nach dem die Teermakadamisierung erfolgte
1	2	3	4	5	6	7	8
				61000 500	Gangbahnen Böschungen	II. Gangbahnen und Böschungen. Ausschachtung bis 3 cm unter endgültiger Höhe. Untergrund eingeebnet und mit der Handwalze abgedrückt, Befestigung nur bei lehmigem Untergrund. Aufschutt in 2 Schichten: Unterste Schichte geteert. Syenitkleinschlag von 3 cm Größe in 3 cm Höhe; oberste Schicht je zur Hälfte aus Basaltsand u. zur Hälfte aus durchgeworfenem Kies-Sand. Beide Materialien trocken miteinander vermengt u. gemeinschaftl. mit Teer gemischt. Der lose Aufschutt beträgt 2 cm. Verdichtung mit gewöhnlicher Handwalze u. zum Schlusse mittelst eiserner Rammen. Stärke der fertig. Decke 3,5 cm; 0,5 cm Uebermaß sind der Verdichtung durch den Fußgängerverkehr überlassen. Nach Fertigstellung Ueberzug mit 1 cm hoher Schicht gesiebten Kieses, der die frische Oberfläche zwei Wochen vor den Angriffen des Verkehrs schützen soll. Uebergabe an den Verkehr 4 Tage nach Fertigstellung d. Decke. Mischmaterial ist hier lediglich Steinkohlenteer.	

Verkehrsart schwer, mittel, leicht	Verkehrsdichte stark, mittel, gering	Bewährung	Anfang der erforderlichen Instandsetzung	Kostend. Herstellg. d. teermakadam. Decke ohne Unterbau M/qm	Garantie des Unternehmers	Bemerkungen
9	10	11	12	13	14	15
auf der teermakadamisierten Strecke				II. 1,33		

Laufende Nummer	Jahr der Ausführung	Bezeichnung (Name) der Straße	Länge der Strecke m	Fläche der Teermakadamstrecke	Querschnitt der Strecke mit Angabe des teermakadamisierten Teiles. B = Breite der Fahrbahn	Unterbau des teermakadamisierten Teiles	Bezeichnung oder nähere Beschreibung des Systems, nach dem die Teermakadamisierung erfolgte
1	2	3	4	5	6	7	8
Düsseldorf							
39.	1909	Hofgarten- ufer	265	2385	B = 5,0 m, in ganzer Breite Teermakad. Quergefälle 1 : 40	Pack- lage aus Ruhr- kohl- sand- stein 15 cm stark	Roher Gasteer
Duisburg (Duisburg-Meiderich)							
40.	1910	Emmericher- Straße	100	500	B = 5,0 m, in ganzer Breite Teermakad. Quergefälle 1 : 40	alte Chaus- sie- rung	2 Lagen geteert. Kleinschlages $\frac{3}{4}$ cm u. Splittes von je 4 cm Dicke auf Oberflächen- teerung (Reifenrath, Niederlahnstein)
41.	1911	Varziner Straße	45	360	In der Mitte 8,0 m breiter Teermakad., in den Rinnen beiderseitig je 3 Reihen Steinpflaster	Pack- lage	6 cm Schlacken- kleinschlag mit Oberflächen- teerung. (Ausge- führt durch Gesellschaft für Teerverwertung m. b. H. Duisburg- Meiderich)
Alt-Duisburg							
42.	1911 Ok- tober	Mühlheimer Chaussee	80	400	—	Basalt- chaus- sie- rung auf Pack- lage	Die Vorbereitung der Materialien erfolgte in den provisorischen stationären An- lagen der Gesell- schaft für Teer- verwert. m. b. H.

in Duisburg-Meiderich. Materialien in der Misch-
trommel in 3 verschiedenen Größen gemischt und
mit Teer umhüllt, in Stärke von 8-10 cm eingebaut
u. gewalzt. Korngröße des Materials 3-4 cm/2-3 cm
und Grus. Auf die abgewalzte Decklage weitere
dünnere Decklage von ca. 3 cm Stärke in ver-
schiedenen feineren Korngrößen 2-3 cm u. Grus
aufgebracht u. gewalzt, mit geteertem Grus abge-
deckt u. nochmals gewalzt. Kein Oberflächengrus.
Steinmaterial war Hochofenschlacke

Verkehrs- art schwer, mittel, leicht	Verkehrs- dichte stark, mittel, gering	Bewäh- rung	Anfang der er- forderlich gewor- denen Instand- setzung	Kosten d. Herstellg. d. teermakadam. Decke ohne Unterbau M/qm	Garantie des Unter- nehmers	Bemerkungen
9	10	11	12	13	14	15
auf der teermakada- misierten Strecke						
schwer	mittel	schlecht	nach ca. 1 $\frac{1}{2}$ Jahren	1,25 ohne Unter- bau u. Kosten für Schrott u. Sand	Eigen- betrieb	Versuchs- strecke
schwer	stark	von der zu starken Ober- flächen- teerung abge- sehen, gut	stellenweise 1911, etwa 20 qm zusammen	3,90	—	—
mittel	mittel	gut	—	—	—	—
schwer	stark	bisher gut	—	4,30	—	Der Transport der geteerten Steine macht Schwierig- keiten, da das Material zu- sammenbackt. Die transpor- tabl. Anlagen der Firma, bei denen das Material direkt warm *eingebracht werden kann, dürften vorzu- ziehen sein,

Laufende Nummer	Jahr der Ausführung	Bezeichnung (Name) der Straße	Länge der Strecke m	Fläche der Teermakadamstrecke	Querschnitt der Strecke mit Angabe des teermakadamisierten Teiles. B = Breite der Fahrbahn	Unterbau des teermakadamisierten Teiles	Bezeichnung oder nähere Beschreibung des Systems nach dem die Teermakadamisierung erfolgte	Verkehrsart schwer, mittel, leicht auf der teermakadamisierten Strecke	Verkehrsdichte stark, mittel, gering	Bewährung	Anfang der erforderlich gewordenen Instandsetzung	Kosten d. Herstellg. d. teermakadam. Decke ohne Unterbau M/qm	Garantie des Unternehmers	Bemerkungen
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Leipzig														
55.	1910	Senefelderstr.	185	1147	B = 6,20 bis 10,0 m. In ganz. Breite Teermakad. Quergefälle 1:50—1:65	Vorhanden Bruchsteinpackg. 12 bis 15 cm stark	Aeberli	mittel	mittel	gut	—	3,50	2 Jahre	Im Jahre 1911 sind die Straßen geteert worden. Nochmalige Teerung in dem der Herstellung folgenden Jahre erscheint zur besseren Erhaltung angezeigt.
56.	1910	Egelstraße	330	2211		wie vor	wie vor	leicht	mittel	gut	—	3,50	2 Jahre	
57.	1910	Gabelsbergerstraße	300	1860		wie vor	Teermakadam, ähnlich dem System Aeberli	mittel	mittel	gut	—	4,20	Eigenbetrieb	
58.	1911	Rudolfstraße	125	1287,5		wie vor	Pyknoton	schwer	mittel	gut	—	6,40	5 Jahre	
Mühlhausen i. Elsaß														
59.	1909	Milhusinastr. (Fahrbahn)	140	—	—	Betonplatten 18 cm stark	Erhitzung des Schotters, Vermischung mit Steinkohlenteer; Ablagerung, Aufbringung in zwei Schichten, Abwalzen mit leicht. Walze, Absanden.	mittelschwer	gering	gut; die Wahl von Betonplatten als Unterbau empfiehlt sich nicht	—	5,0	Eigenbetrieb	Ausführung weiterer Teermakadamstraßen beabsichtigt.
60.	1911	Breisacherstr. (Fahrbahn u. Gehweg)	65	—	—	18 cm starke Packlage aus Sandstein	Aeberli	mittelschwer	gering	kann noch nicht beurteilt werden	—	3,20	1 Jahr unentgeltliche Ausführung. Firma Gebr. Sutter Mühlhausen/Basel.	—
München														
61.	1906	Straße hinter der Bavaria	220	1760	B = ca. 8,0 m in ganzer Breite Dörrmakadam	Basaltmakadam	Germersheimer Dörrwerke	mittel	mittel	teilweise	1911 durch Asphalt ersetzt	4,60 einschl. Beifuhr	—	Die mißlung. Ausführung scheint auf die falsche Behandlung und ungünstige Witterung zurückzuführen zu sein

Laufende Nummer	Jahr der Ausführung	Bezeichnung (Name) der Straße	Länge der Strecke m	Fläche der Teermakadamstrecke	Querschnitt der Strecke mit Angabe des teermakadamisierten Teiles. B = Breite der Fahrbahn	Unterbau des teermakadamisierten Teiles	Bezeichnung oder nähere Beschreibung des Systems, nach dem die Teermakadamisierung erfolgte
1	2	3	4	5	6	7	8
62.	1909	Grillparzerstraße	170	1496	B = 8,80 m. in ganzer Breite Basaltteermakadam	Kiesmakadam	Aeberli
63.	1909 Juli	Grillparzerstraße	220	2310	B = 10,5 m in ganzer Breite Teermakadam	wie vor	
64.	1909 Juli	Arnulfstraße	330	3300	B = 10,0 m in ganzer Breite Basaltteermakadam	wie vor	Aeberli
65.	1909	Leopoldstraße	450	5400	B = 18,6 m. In den Rinnen beiderseits 3,3 m Basaltteermakadam. In der Mitte 12,0 m Straßenbahn in Steinpflast.	wie vor	Aeberli
66.	1909 Sept.	Verschiedene Gehbahnen in Anlagen	—	9000	—	wie vor	Aeberli
67.	1909 Okt.	Fürstenerriederstraße	200	1600	B = 8,00 m in ganzer Breite Kiesteermakadam	Kiesmakadam	Aeberli
68.	1911 Juli bis Sept.	Verschiedene Gehbahnen in den Anlagen	—	2800 1900	—	Kiesmakadam	Aeberli Breining

Verkehrsart schwer, mittel, leicht, auf der teermakadamisierten Strecke	Verkehrsdichte stark, mittel, gering	Bewährung	Anfang der erforderlichen Instandsetzung	Kosten d. Herstellg. d. teermakadam. Decke ohne Unterbau M/qm	Garantie des Unternehmers	Bemerkungen
9	10	11	12	13	14	15
schwer	mittel	sehr schlecht.	Die Fuhrwerke sinken in die Decke ein, sofortige Instandsetzung mit Basalt und Grubenkies	3,60 ohne Beifuhrkosten	—	Das Mißlingen scheint hauptsächlich auf die Verwendung von Material gleicher Korngröße zurückzuführen zu sein
—	—	—	—	1,60 ohne Beifuhrkosten	—	
schwer	mittel	Anfangs schlecht; wenig Staubbildung.	—	3,60 ohne Beifuhrkosten	—	Gegenwärtig kein Unterschied gegenüber ein. gewöhnlich. Makadamdecke. Bisher keine Klagen über schädlichen Einfluß auf die Vegetation.
vorwieg. leicht	stark	In kurzer Zeit kein Unterschied gegenüber einer gewöhnlich. Makadamdecke	1911 gegen Kleinsteinbelag ausgetauscht	3,60 ohne Beifuhrkosten	—	
Fußgängerverkehr	—	sehr gut	einmalige Nachteerung	1,0 bis 1,20 einschl. Beifuhrkosten	—	Je zur Hälfte präpariertes Kies-u. Rieselmaterial. Es wurde durch den Verkehr vollständig zerdrückt und verursachte bald starke Staubbildung.
mittel	mittel	schlecht	Nach kurzer Zeit durch Basaltdecke ersetzt	2,0 einschl. Beifuhrkosten	—	
Fußgängerverkehr	—	sehr gut	—	1,0 bis 1,20 einschl. Beifuhrkosten	—	Bisher keine Klagen über schädlichen Einfluß auf die Vegetation.

Laufende Nummer	Jahr der Ausführung	Bezeichnung (Name) der Straße	Länge der Strecke m	Fläche der Teermakadamstrecke	Querschnitt der Strecke mit Angabe des teermakadamisierten Teiles. B = Breite der Fahrbahn	Unterbau des teermakadamisierten Teiles	Bezeichnung oder nähere Beschreibung des Systems, nach dem die Teermakadamisierung erfolgte
1	2	3	4	5	6	7	8
69.	1911 Sept.	Abrecher	80	440	B = 5,5 m in ganzer Breite	Kiesmakadam	Aeberli
Nürnberg							
70.	1906	Rieterstraße zwischen der Flur- und Gallerstraße	82,30	617,25	B = 8,50 m. In den Rinnen beiderseitig 0,5 m Steinpflaster, in der Mitte 7,50 m Teermakadam	18 cm starke Packlage	Der von der Sonne erwärmte Schotter wurde auf einer Mischbrücke mit heißem Teer begossen und dann auf der Packlage ausgebreitet und mit der Handwalze abgewalzt. Untere Schotterlage (50-60 mm Korn) 8-9 cm, obere (20-30 mm Korn) 5-6 cm stark. Auf dieses Schottermaterial 2-3 cm starke geteerte Gruschicht. Das Ganze mit der Pferdewalze abgewalzt. Schließlich Oberflächeentierung.
71.	1907	Prinzregentenufer	30	270	B = 10,0 m. In den Rinnen beiderseitig 0,5 m Steinpflaster, in der Mitte 9,00 m Teermakadam	wie vor	Auf die Packlage wurden 2 Lagen Schotter — untere (50-60 mm Korn) 8-9 cm, obere (40 bis 50 mm Korn) 5-6 cm — aufgebracht. Schotterdecke in ungewalztem Zustande geteert, begrust, gewalzt, wieder geteert, mit Sand bestreut und mit der Dampfwalze nachgewalzt. Der Teer wurde mit der Gießkanne aufgebracht,

Verkehrsart schwer, mittel, leicht,	Verkehrsdichte stark, mittel, gering	Bewährung	Anfang der erforderlich gewordenen Instandsetzung	Kosten d. Herstellg. d. teermakadam. Decke ohne Unterbau M/qm	Garantie des Unternehmers	Bemerkungen
9	10	11	12	13	14	15
auf der teermakadamisierten Strecke						
schwer	gering	gut	—	1,90 ohne Beifuhrkosten	2 Jahre	—
mittel	gering	gut	Bei dem geringen Verkehr nur Nachteerung der Oberfläche in den Jahren 1907 und 1909.	3,66	Eigenbetrieb	—
mittel	gering	gut	Nachteerungen der Oberfläche 1909 und 1911	3,13	Eigenbetrieb	—

Laufende Nummer	Jahr der Ausführung	Bezeichnung (Name) der Straße	Länge der Strecke m	Fläche der Teermakadamstrecke	Querschnitt der Strecke mit Angabe des teermakadamisierten Teiles. B = Breite der Fahrbahn	Unterbau des teermakadamisierten Teiles	Bezeichnung oder nähere Beschreibung des Systems, nach dem die Teermakadamisierung erfolgte
1	2	3	4	5	6	7	8
Stettin							
74.	1910	Königsplatz	100	720	B=7,0 m. In ganzer Breite Teermakadam	12 bis 15 cm starke Packlage	Schotter i. Eimern mit durchlöchert. Boden in heißen Teer getaucht u. nach einiger Zeit zur Verwendungsstelle gebracht

Verkehrsart schwer, mittel, leicht	Verkehrsdichte stark, mittel, gering	Bewährung	Anfang der erforderlichen Instandsetzung	Kosten d. Herstellg. d. teermakadam. Decke ohne Unterbau M/qm	Garantie des Unternehmers	Bemerkungen
9	10	11	12	13	14	15
auf der teermakadamisierten Strecke						
mittel	gering	Die Decke macht jetzt den gleichen Eindruck wie eine gewöhnliche Chaussee ohne Teer. An einzelnen Stellen sind für den Fußgängerverkehr durch Ueberzug von einem Gemisch aus Asphalt, Pech und Teer Uebergänge hergestellt, die sich sehr gut bewährt haben und jetzt nach 2 Jahren noch den Eindruck von Gußasphalt machen	—	2,30 ohne Unterbau u. ohne Lieferung des Schotters. Der Ueberzug für den Fußgängerverkehr kostet 1,20 M./qm	—	Der an dem Schotter haftende Teer nahm nach einigen Tagen eine pechartige Beschaffenheit an, sodaß das Ausbreiten u. Einwalzen Schwierigkeiten bot.

Laufende Nummer	Jahr der Ausführung	Bezeichnung (Name) der Straße	Länge der Strecke m	Fläche der Teermakadamstrecke	Querschnitt der Strecke mit Angabe des teermakadamisierten Teiles. B = Breite der Fahrbahn	Unterbau des teermakadamisierten Teiles	Bezeichnung oder nähere Beschreibung des Systems, nach dem die Teermakadamisierung erfolgte
1	2	3	4	5	6	7	8

Straßburg

75.	1911	Elsäßerstraße	—	794,43	B=15,0 m. In den Rinnen beiderseitig 3,0 m Teermakadam, in der Mitte 5,0 m Straßenbahn im Steinpflast.	Packlage	Schichtenweises Einbauen und Walzen: 1. Splitter 2. granulierter Schotter 3. Steinsplitter 4. granulierter Schotter 5. Steinsplitter 6. Steingrus. Oberflächen-teerung mit Sandabdeckung.
76.	1911	Kaiser Friedrich-Straße	—	3339,78	B=15,0 m. In ganzer Breite Teermakadam	wie vor	
77.	1911	Steinring	—	965,64	2 Fahrdämme mit B=8,0 m. Nördlich in ganzer Breite Oberflächen-teerung, südlich desgl. Teermakadam	wie vor	
78.	1911	Elsäßerstraße	—	782,72	B=15,0 m. In den Rinnen beiderseitig Teermakad., in der Mitte Straßenbahn im Steinpflast.	wie vor	Teerbeton in zwei Schichten, besteh. aus granuliertem Schotter, Splitter u. Steingrus abgewalzt. Zum Schluß Oberflächenteerg. mit Sandabdeckg.
79.	1911	Steinring	—	1031,26	2 Fahrdämme mit B=8,0 m. Nördlich in ganzer Breite Teermakad., südlich desgl. Oberflächen-teerung	wie vor	wie vor
80.	1911	Schiltigheimer Platz	—	1078,29	B = 15,0 m. Südlich 9,6 m Teermakad., nördl. Straßenbahn im Steinpflaster	wie vor	wie vor
81.	1911	Rothäusergasse	—	1411,20	B = 6,0 bis 9,8 m. In	wie vor	wie vor
82.	1911	Julius Ratgeber-Straße	—	789,82	ganz. Breite Teermakad.	wie vor	wie vor

Verkehrsart schwer, mittel, leicht	Verkehrsdichte stark, mittel, gering	Bewährung	Anfang der erforderlich gewordenen Instandsetzung	Kostend. Herstellg. d. teermakadam. Decke ohne Unterbau M/qm	Garantie des Unternehmers	Bemerkungen
9	10	11	12	13	14	15

schwer	stark	nicht bewährt, bzw. Deckschicht zu erneuern	nach 3 Monaten	4,60	—	Reifenrath
mittel	mittel	gut	—	5,88	—	
mittel	schwach	gut	—	5,49	—	
—	—	—	—	—	—	Th. Ohl
mittel	mittel	gut	—	5,06	—	
schwer	stark	gut	—	5,64	—	
leicht	schwach	gut	—	5,12	—	
leicht	schwach	gut	—	5,40	—	

Laufende Nummer	Jahr der Ausführung	Bezeichnung (Name) der Straße	Länge der Strecke m	Fläche der Teermakadamstrecke	Querschnitt der Strecke mit Angabe des teermakadamisierten Teiles. B = Breite der Fahrbahn	Unterbau des teermakadamisierten Teiles	Bezeichnung oder nähere Beschreibung des Systems nach dem die Teermakadamisierung erfolgte
1	2	3	4	5	6	7	8
83.	1911	Lezay Marnesinstaden	—	879,12	B = 6,0 bis 9,8 m. In ganzer Breite Teermakadam	wie vor	Teerbeton in einer Schicht, sonst wie vor
84.	1911	St. Stephanstaden	—	738,70	B = 5,0 bis 15,0 m. In ganz. Breite Teermakad.	wie vor	wie vor
85.	1911	Jakob Sturmstaden	—	2398,44		wie vor	Teerbeton (Schott. mit Steingrus in ein. Schicht), Verkehrsschicht (gekehrte Steinsplitt.), Deckenabschluß je eine Schicht Steingrus u. Sand. Die 4 Schichten wurden einzeln gewalzt
86.	1911	Kaiser Wilhelm - Str.	—	4071,25		wie vor	
87.	1911	Nicolausring	—	662,56		wie vor	—
88.	1911	Elisabethgasse	—	580,08	B = 6,0 m. In ganzer Breite Teermakadam	Packlage	wie vor
89.	1911	Universitätsplatz	—	1171,72	B = 10,0 m. In ganzer Breite Teermakadam	wie vor	wie vor
90.	1911	Sebastian-Brautplatz	—	549,65	2 Fahrdämme, B = 6,5 m. In ganzer Breite Quarrite	wie vor	wie vor
91.	1911	Schwarzwaldstraße	—	1179,35	B = 15,0 m. In den Rinnen beiderseitig 5,0 m Quarrite. In der Mitte 5,0 m Straßenbahn im Steinpflaster	wie vor	wie vor

Verkehrsart schwer, mittel, leicht, auf der teermakadamisierten Strecke	Verkehrsdichte stark, mittel, gering	Bewährung	Anfang der erforderlichen Instandsetzung	Kosten d. Herstellg. d. teermakadam. Decke ohne Unterbau M/qm	Garantie des Unternehmers	Bemerkungen
9	10	11	12	13	14	15
mittel	schwach	bereits 2 mal stellenweise ausgebessert	nach 2 Monaten	6,30	10 Jahre. 3 Jahre ohne Kost., 7 Jahre 30 Pfg./qm	Th. Ohl
mittel	schwach	wie vor	wie vor	6,30	wie vor	} Quarrite-Gesellschaft
schwer	stark	nicht	nach einigen Wochen	6,30	wie vor	
schwer	stark	teilweise schon mehrfach ausgebessert	wie vor	6,30	wie vor	
leicht	schwach	gut	—	6,30	wie vor	
leicht	schwach	geringe Schäden	nach 3 Monaten	6,30	wie vor	„
schwer	stark	gut	—	6,30	wie vor	—
schwer	stark	gut	—	6,30	wie vor	—
schwer	stark	nicht ganz zu erneuern	nach einigen Wochen	6,30	wie vor	—

Laufende Nummer	Jahr der Ausführung	Bezeichnung (Name) der Straße	Länge der Strecke m	Fläche der Teermakadamstrecke	Querschnitt der Strecke mit Angabe des teermakadamisierten Teiles. B = Breite der Fahrbahn	Unterbau des teermakadamisierten Teiles	Bezeichnung oder nähere Beschreibung des Systems, nach dem die Teermakadamisierung erfolgte	Verkehrsart schwer, mittel, leicht auf der teermakadamisierten Strecke	Verkehrsdichte stark, mittel, gering	Bewährung	Anfang der erforderlichen Instandsetzung	Kosten d. Herstellg. d. teermakadam. Decke ohne Unterbau M/qm	Garantie des Unternehmers	Bemerkungen
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Stuttgart														
92.	1906	Bahnhofstr.	120	1680	B = 14,0 m. In ganzer Breite Teermakad., Quergefälle 3,5 %	alte Chaus-sierrg.	Dörritwerke Germersheim	schwer	schwer	--	Die Decke muß 1912 erneuert werden	Für die Herstellung keine Entschädigung, sondern 1 M/qm und 1 Jahr, so lange die Decke brauchbar ist	5 Jahre	—
93.	1911	Sattlerstraße	145	783	B = 7,0 m. In d. Rinnen beiderseitig 0,8 m Stein-pflaster, in der Mitte 5,4 m Teermakadam. Quergefälle 2,5 %	wie vor	Quarrite- und Bitulithic-Pflaster-gesellschaft in Berlin	leicht	leicht	noch keine Erfahrung	—	6,80	3 Jahre	—
		Seestraße	80	432										
94.	1911	Kanonenweg	158	1343	B = 10,5 m. In den Rinnen beiderseitig 1,0 m Stein-pflaster, in der Mitte 8,5 m Teermakad. Quergefälle 3 %	wie vor	Makaterit nach System J. Seitz in Cannstatt	mittel	mittel	wie vor	—	4,60	3 Jahre	—
95.	1912	Kanonenweg	—	—	wie vor	wie vor	Pyknoton, R. Tagmann, Leipzig	mittel	mittel	soll im Frühjahr 1912 ausgeführt werden	—	5,0	3 Jahre	—

Laufende Nummer	Jahr der Ausführung	Bezeichnung (Name) der Straße	Länge der Strecke m	Fläche der Teermakadamstrecke	Querschnitt der Strecke mit Angabe des teermakadamisierten Teiles. B = Breite der Fahrbahn	Unterbau des teermakadamisierten Teiles	Bezeichnung oder nähere Beschreibung des Systems, nach dem die Teermakadamisierung erfolgte
1	2	3	4	5	6	7	8
Wiesbaden							
96.	1909	Bierstadterstraße von Garten- bis Alwinenstr.	110	891	Neben der Rinne 0,5 m Steinpflaster, dann 8,10 m Teermakad., in der andern Rinne 2,10 m Straßenbahn im Steinpflast.	Chaus- sieg., zur Hälfte alt und zur Hälfte neu	Th. Ohl, Lim- burg a. d. Lahn. (Ohne Dichtigkeit des Gemenges vor d. Goudronierg.)
97.	1910	Stiftsstraße von Rödersstr. bis Pagenstecherstraße	210	1155	In d. Rinnen beiderseitig 3 Reihen Steinpflast., in der Mitte 4,9 bis 7,0 m Teermakad.	Alte Chaus- sieg.	Aeberli
98.	1911	Stiftsstr. von Pagenstecherstraße bis Nerotalstraße	105	514,5		wie vor	Quarrite von der Frankfurter Quarrite-Gesellschaft
99.	1911	Platterstraße von Hochstr. bis Kantstr.	362	2534		wie vor	Th. Ohlscher Teermakadam nach dem System der differenzierenden Hohlraum-wassermessung
100.	1911	Platterstraße von der Kantstraße bis Molkenbruch	550	3190		wie vor	Quarrite von der Frankfurter Quarrite-Gesellschaft

Verkehrs- art schwer, mittel, leicht	Verkehrs- dichte stark, mittel, gering	Bewäh- rung	Anfang der er- forderlich gewor- denen Instand- setzung	Kosten d. Herstellg. d. teermakadam. Decke ohne Unterbau M/qm	Garantie des Unter- nehmers	Bemerkungen
9	10	11	12	13	14	15
auf der teermakada- misierten Strecke						
mittel	mittel	gut in An- betracht dessen, daß die Her- stellung im Nov. 1909 bei Regen und Frost und Schnee er- folgte	¹ / ₆ mußte über- teert und neu be- grust werden, um die Masse vor dem Verfall zu retten	5,55	—	Die Herstellg. im Winter hatte zur Folge, daß Schluß- teerung auf kaltem Teermakadam hergestellt werden mußte u. im Sommer an- fang zu laufen
mittel	mittel	gut	Oberflächen- teerung und teil- weise Anbesse- rung mit Meide- reicher Pech-Oel	3,40	—	Die Decke be- gann bereits nach ³ / ₄ Jahren zu zerfallen u. wurde durch Oberflächen- teerung er- halten
mittel	mittel	kann noch nicht beurteilt werden	—	5,40	10 Jahre, davon 3 Jahre unentgelt- lich und 7 Jahre pro qm und Jahr M. 0,30	—
mittel	mittel	wie vor	—	5,20	wie vor	—
mittel	mittel	Oberfläche zeigt viele defekte Stellen und muß erneuert werden (erst ¹ / ₄ Jahralt)	—	5,40	wie vor	—

Literatur zu Kapitel III.

a) Zeitschriften.

- Erfahrungen über die Verwendung von Teer zur Befestigung der Makadamstraßen. Technisches Gemeindeblatt; 1909; Nr. 3; S. 33—35.
- Bindewald. Die Straßendeckmaterialien der Rheinpfalz. Dasselbst; 1909; Nr. 4; S. 55—59.
- Dr. Ing. Scheuermann. Die Sicherung des Erfolges bei Teerungen in Städten. Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau; 1911; Nr. 11 bis 17.
- Allgemeine Vorschriften und Bedingungen des englischen Straßenamtes betreffend Teer beim Wegebau. Dasselbst; 1911; Nr. 17; S. 396—398.
- Die Landstraßenbefestigungs- und Staubbekämpfungsfrage in Großbritannien. Dasselbst; 1911; Nr. 35; S. 829/830 und Nr. 36; S. 854/855.
- Dr. Ing. Scheuermann. Ein Beitrag zur allgemeinen Einführung des Teerbetons in Stadtstraßen. Dasselbst; 1912; Nr. 19, 20 und 21.
- Derselbe. Teerbeton in Stadtstraßen. Wasser- und Wegebauzeitschrift; 1912; Nr. 15.
- Derselbe. Teer als Baumaterial für Stadtstraßen. Technisches Gemeindeblatt; 1912; Nr. 10.
- Über die Staubbekämpfung auf den bayerischen Staatsstraßen. Zeitschrift für Straßenbau und Transportwesen; 1912; Nr. 18 und 19.
- Das Tränkverfahren bei Innenteerungen. Dasselbst; 1912; Nr. 9; S. 202/203.
- Zusammenstellung der von den größeren Städten Deutschlands gesammelten Erfahrungen mit Teermakadam-Straßendecken. Dasselbst; 1912; Nr. 25 bis 34 und 36.
- Dr. Ing. Scheuermann. Zur Frage der Staubbekämpfung auf Stadtstraßen. Technisches Gemeindeblatt; 1913; Nr. 15.
- Anwendung einiger Verfahren der Eindeckung von Schotterdämmen mit Bindemitteln aus teerigen, bituminösen oder asphaltigen Stoffen. Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau; 1913; Nr. 22 und 23.
- Funk. Allgemeine Kritik der Schotterdecken. Wasser- und Wegebauzeitschrift; 1914; Nr. 10—14.
- Dr. Ing. Bernhardt. Über die Erzielung staubfreier Steinschlagstraßen in Kurorten. Rundschau für Technik und Wirtschaft; 1914; Nr. 9; S. 138/140.
- Herstellung von Schotterdämmen unter Verwendung von Teer, Bitumen oder Asphalt. Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau; 1915; Nr. 2; S. 41—43 und Nr. 15; S. 299/300.
- Herstellung von Schotterdämmen unter Verwendung von Teer, Bitumen oder Asphalt in der französischen Schweiz. Dasselbst; 1915; Nr. 4 und 5.
- Teer als Straßenbaumaterial. Dasselbst; 1915; Nr. 3.

b) Bücher und sonstige selbständige Schriften.

- Ferd. Loewe. Straßenbaukunde. 2. Aufl. Wiesbaden; 1906.
Derselbe. Die Bekämpfung des Straßenstaubes. Wiesbaden; 1910.
Derselbe. Die Bekämpfung des Straßenstaubes. Vortrag, gehalten im Polytechnischen Verein von F. Loewe, K. Geh. Hofrat und Professor an der Kgl. Bayer. Technischen Hochschule zu München. Sonderabdruck aus dem „Bayerischen Industrie- und Gewerbeblatt“; 1911. Herausgegeben vom Polytechnischen Verein in München.
Derselbe. Der Kraftwagen und seine Beziehung zur Straße vom Standpunkte des Straßeningenieurs. Wiesbaden; 1913.
F. Wood. „Modern Road Construction.“ Verlag Griffin & Co., Ltd. London.
Hubbard. „Dust Preventives and Road Binders.“ New York; 1910.
Smith, Walter. „Dustless Roads Tar Macadam.“ Griffin & Co., Ltd. London.
Handbuch der Ing.-Wissenschaften. I. Teil. 4. Band. Vorarbeiten.
-

Gesamtschlußfolgerungen und Vorschläge zur wirksameren und wirtschaftlicheren Bekämpfung des Staubes auf Straßen.

Wenn man die bis jetzt ausgebildeten Verfahren der Staubbekämpfung auf Straßen und deren bisherige Erfolge prüft, so kann man mit Sicherheit sagen, daß die eingeschlagenen Wege die richtigen sind. Eine kritische Prüfung läßt aber auch erkennen, daß eine Anzahl von Verfahren verbesserungsbedürftig und verbesserungsfähig sind. Verbesserungen können jedoch nur auf dem Wege gründlicher, methodischer Untersuchungen mit wissenschaftlicher Grundlage erreicht werden, und für solche fehlen heute noch manche grundlegende Faktoren.

Wenn man die Entwicklung der Staubbekämpfung in Deutschland betrachtet, so findet man, daß manche Straßenbaubehörde auf Grund der, zum Teil vorzüglichen Ergebnisse in Frankreich, England und Amerika, eigene Versuche angestellt hat. Sind diese Versuche günstig ausgefallen, dann wurden sie fortgesetzt, im gegenteiligen Falle aber vielfach gänzlich wieder eingestellt. Ein solches Vorgehen ist vom rein wirtschaftlichen Standpunkte aus verständlich; zur objektiven Klärung der technischen Fragen und deren vorauszusetzenden Erfordernissen wird es jedoch nichts oder nicht viel beizutragen vermögen. Jedenfalls schlugen viele derartige tastende Versuche deshalb fehl, weil man die Ergebnisse fremder Länder in allzu eng begrenzter Weise auf unsere Verhältnisse übertrug.

Wenn man sich bei solchen Vergleichen vor großen Enttäuschungen schützen will, so sind besonders 3 Faktoren einer sorgfältigen Prüfung zu unterziehen: die Verkehrsgröße, die Beschaffenheit des Teerpräparates und die klimatischen Verhältnisse. Von ausschlaggebendem Einflusse sind hierbei, wie bereits wiederholt erwähnt, die beiden erstgenannten Punkte, die nahezu bei allen Vergleichen, welche aus den Erfahrungen fremder Staaten auf unsere deutschen Verhältnisse gezogen wurden, mehr oder weniger vernachlässigt worden sind.

Verfolgt man die Gründe der Mißerfolge deutscher Straßenbaubehörden, so lassen sich viele derselben darauf zurückführen, daß die geteerten Straßen einem zu schweren Verkehr ausgesetzt waren,

daß ungeeigneter Teer verwendet wurde und daß mancherorts die geographische Lage der Straße eine ungünstige war.

Wie schon wiederholt und nachdrücklich darauf hingewiesen wurde, spielt die Verkehrsgröße die größte Rolle. Straßen, namentlich Stadtstraßen an der Peripherie von Städten, können bei ihrer ursprünglichen Anlage oft in durchaus wirtschaftlicher Weise mit Oberflächenteerungen versehen werden. Wird aber eine derartige Straße, z. B. infolge Aufschließung neuer Bauquartiere, zur Durchgangsstraße, die auch schweren Verkehr aufzunehmen hat, so kann die bisher wirtschaftliche Oberflächenteerung sich bald als unwirtschaftliches und unzureichendes Staubbekämpfungsmittel erweisen, weil die Beanspruchung und Abnutzung der Straße durch die veränderten Verkehrsverhältnisse eine andere, erhöhte geworden ist. Dasselbe läßt sich auch für Teermakadamstraßen sagen, die man bis jetzt nicht überall so stark und einwandfrei hergestellt hat, daß sie sich auch bei schwerem Verkehr auf die Dauer als wirtschaftlich vertretbar erwiesen hätten. Es muß deshalb nach gangbaren Wegen gesucht werden, diese wichtigen Aufgaben zweckmäßig zu lösen. Mit welchen Mitteln läßt sich dies nun erreichen?

Technisch vollkommene Straßen, die allen Anforderungen des Verkehrs und der Hygiene genügen, werden wir wohl in absehbarer Zeit im Rahmen der Wirtschaftlichkeit ohne Änderung der bestehenden Verkehrsverhältnisse nicht in der Lage sein, herzustellen. Teer und Asphalt, als Oberflächen- und Einbaumittel, bleiben immer Stoffe, die bedeutend weniger widerstandsfähig sind, als das Gesteinsmaterial, mit dem sie zusammen verbaut werden. Daran wird auch die Zeit nichts zu ändern vermögen.

Der Straßenbauingenieur muß also neben der konstruktiven Verbesserung der einzelnen Verfahren zugleich nach anderen, wirksamen Mitteln suchen, sein Ziel — möglichst widerstandsfähige, staubarme, geräuschlose Straßen mit möglichst geringen Geldmitteln zu erbauen und unterhalten — zu erreichen.

Dies kann nur durch eine durchgreifende Änderung der bestehenden Verkehrsverhältnisse ermöglicht werden. Selbstverständlich kann aber eine solche Maßnahme nur allmählich und auf Grund vorausgegangener, sorgfältiger, systematischer Untersuchungen, die sich auf eine Reihe von Gegenständen zu erstrecken haben, durchgeführt werden.

Vor allen Dingen sind bestimmte Höchstgrenzen für die auf Straßen zu befördernden Lasten und größte zulässige Geschwindigkeiten festzusetzen, soweit dies nicht schon durch das Reichsgesetz

vom 3. Mai 1909 und die Bundesratsverordnung vom 3. Februar 1910 geschehen ist.

In Städten, die rege Industrie, besonders Schwerindustrie, besitzen, kommt es nicht selten vor, daß Lastkraftwagen durch die Straßen fahren, die in den anliegenden Gebäuden Erschütterungen verursachen, die durch alle Stockwerke hindurch fühlbar sind. Daß durch derartige Fahrzeuge ein Straßenkörper in unzulässiger Weise beansprucht wird, bedarf wohl keiner weiteren Begründung. Straßen, besonders staubarme, zu bauen, die solch hohen Beanspruchungen auf die Dauer zu widerstehen vermögen, ist schlechterdings unmöglich. In unserem Zeitalter des modernen Verkehrswesens, in dem sich der bekannte volkswirtschaftliche Grundsatz: „mit möglichst geringen Anlagemitteln möglichst großen Nutzen zu erzielen,“ in immer höherem Maße geltend macht, hat auch jeder Gewerbetreibende, Fuhrunternehmer und dergleichen, das größte Interesse daran, schwerste Lasten mit größter Geschwindigkeit auf kürzestem Wege zu befördern.

Nun liegt aber durchaus kein vernünftiger Grund vor, warum hier das rein wirtschaftliche Interesse nur in einseitiger Form unterstützt und gefördert werden soll. Die Straßenbauverwaltungen haben, in Bezug auf den Bau und die Unterhaltung ihrer Straßennetze, dasselbe wirtschaftliche Interesse, wie Unternehmer, die ohne Rücksicht auf die bestehenden Straßenverhältnisse Lasten befördern, die nur durch die derzeitige Leistungsfähigkeit der Fahrzeuge begrenzt werden. Hier muß in erster Linie auf gesetzgeberischem Wege ausgleichend eingegriffen werden, wenn sich das moderne Straßenbauwesen weiterhin auf gesunder, wirtschaftlicher Grundlage entwickeln soll. Vor allem müssen Vorschriften über zulässige Belastungen und dementsprechende Geschwindigkeiten für die Beförderung der Lasten aufgestellt werden. So gut dies für unsere Eisenbahnen, mit Rücksicht auf das Wagenmaterial, den Oberbau, die Kunstbauten usw. geschehen ist, muß dies auch für den Verkehr auf Straßen möglich sein. Wo die zulässigen Grenzen für solche Festwerte liegen, muß durch entsprechende Versuche ermittelt werden. Dasselbe gilt auch für die nachstehenden Vorschläge, die sich besonders auf eine zweckentsprechende Veränderung der Fahrzeuge beziehen.

Herr Geh. Hofrat Professor F. Loewe in München hat in einem im Polytechnischen Verein daselbst¹⁾ gehaltenen Vortrage über die

¹⁾ Die Bekämpfung des Straßenstaubes. Vortrag, gehalten im Polytechn. Verein, von F. Loewe, Geh. Hofrat und Professor an der Kgl. Techn. Hochschule zu München. Sonderabdruck aus dem „Bayer. Industrie- und Gewerbeblatt“. 1911

Bekämpfung des Straßenstaubes unter anderem darauf hingewiesen, daß durch passende Änderungen an der baulichen Anordnung der Kraftwagen wahrscheinlich gewisse Erfolge bezüglich der Staubverminderung erzielt werden können. Dieser Hinweis ist zweifellos sehr beachtenswert und muß, hinsichtlich dessen praktischer Verwirklichung, weiter verfolgt werden. Bis heute hat nur ein Verein, der englische Automobilklub, sein Augenmerk auf diesen Umstand gerichtet, dessen Erfahrungen den obigen Hinweis bestätigt haben.

Weiterhin sollten Untersuchungen besonders auch über die Höhenlage des Wagenkastens und der Maschinerie über der Fahrbahn, sowie über die Größenbemessung des ersteren angestellt werden, da diese die Staubaufwirbelung in erster Linie beeinflussen.

Ferner sollten Versuche über die zweckmässigste Ein- und Ausrückvorrichtung, über den Bau besserer Bremsen, bei denen ein Gleiten der Räder an Ort und Stelle möglichst vermieden wird, über eine bessere Federung und besonders über die Ermittlung der günstigsten Breitenbemessung der Radreifen, sowie die günstigsten Raddurchmesser aller Kraftfahrzeuge angestellt werden. Bereifungen aus Eisen, seien dieselben gestreift oder gerippt, sollten wegen ihrer außerordentlich schädigenden Wirkungen auf den Straßenkörper gänzlich verboten werden. Auch bei Fahrzeugen mit Zugtieren ist die Frage der Feststellung der günstigsten Verhältnisse zwischen Belastung, Raddurchmesser und Felgenbreite, im Hinblick auf die Abnutzung der Fahrbahndecke, noch eine offene.

Außer diesen, an Fahrzeugen anzustrebenden Verbesserungen, muß auch die Möglichkeit einer Umgestaltung des Hufbeschlages eingehend geprüft werden. In Gegenden, wo ein Verkehr mit Zugtieren vorherrscht, werden auch die besten Oberflächenteerungen in verhältnismäßig kurzer Zeit große Unterhaltungskosten erforderlich machen, die sich mit der Zunahme der Steigung der Straßen erhöhen. Liegen die Straßen solcher Gegenden in starken Steigungen, dann sind Oberflächenteerungen erfolglos. Der Grund hierfür ist hauptsächlich in dem derzeitigen Hufbeschlage der Zugtiere zu suchen. Die üblichen scharfen Stollen drücken sich in den Teerüberzug ein, bewirken dadurch eine mehr oder weniger bedeutende Zerstörung desselben, durch die es dem Wasser ermöglicht wird, seine schädigenden Wirkungen auf die Decke geltend zu machen. Besonders nachteilige Einflüsse sind als Folge dieser Umstände während des Tauwetters zu beobachten gewesen.

Auf die dringende Notwendigkeit der systematischen Durchführung von Verkehrszählungen ist bereits wiederholt hingewiesen

worden. So gut sich solche Ermittlungen der Verkehrsdichte und -gewichte in Amerika, wo man deren praktischen Nutzen schon längst erkannt hat, durchführen lassen, muß dies auch bei uns in Deutschland möglich sein.

Gleichzeitig sollten diese Feststellungen, innerhalb praktisch erreichbarer Grenzen, auch auf die Art und die Bespannung der einzelnen Verkehrsmittel ausgedehnt werden, weil auch sie nicht ohne Einfluß auf die Abnützung der Fahrbahn sind.

Wenn derartige Verkehrszählungen mancherorts, besonders in Großstädten, auch schwierig durchzuführen sind, so sind sie doch für alle brauchbaren, wirtschaftlichen Untersuchungen auf dem Gebiete des Straßenbauwesens unerläßlich. Sie liefern aber auch zugleich für die Verkehrspolizei und für die Anlage und Ausgestaltung von Stadtbauplänen zweifellos wertvolle Fingerzeige, da sich aus zeichnerischen Darstellungen solcher Ergebnisse leicht eine Übersicht über die Zu- oder Abnahme und die Verschiebung des Verkehrs in den einzelnen Gebieten gewinnen und verfolgen läßt.

Endlich sollte auch in Gegenden, wo reger Automobilverkehr vorherrscht, die Anlage besonderer Straßen für den ausschließlichen Verkehr von Kraftwagen in Betracht gezogen werden.

Bei Stadterweiterungen und dergleichen, besonders in industriereichen Gebieten, sollte nach Möglichkeit die Anlage von Durchgangsstraßen für den schweren Verkehr angestrebt werden. Diese Straßenzüge müßten mit entsprechend erhöhtem Kostenaufwand eine solch' starke Bauart erhalten, daß sie, neben den Anforderungen der Hygiene, auch den an sie gestellten Verkehrsbedürfnissen vollständig Genüge leisten könnten.

Damit tritt aber gleichzeitig eine weitere wichtige Frage auf, diejenige der Kosten für solche Maßnahmen. Diese Frage müßte, wie verschiedene andere, bereits genannte Anregungen, auf dem Verwaltungswege gelöst werden.

Wenn man nämlich in Betracht zieht, daß es namentlich die rasch fahrenden Fahrzeuge und im besonderen die Kraftlastwagen und Kraftomnibusse sind, welche die schnelle Abnützung und Zerstörung der Straßen bewirken, so wäre eine entsprechende Besteuerung der Fahrzeugbesitzer, die etwa nach Zahl und Tragkraft der Wagen abgestuft werden könnte, eine durchaus gerechtfertigte Maßnahme. Selbstverständlich müßten die Steuererträge denjenigen Straßenbaubehörden zugeführt werden, die für den Bau und eine geordnete Instandhaltung des Straßennetzes der betreffenden Verwaltungsgebiete Sorge zu tragen haben. Um nun aber die vorstehend angedeutenden Aufgaben, soweit dieselben rein tech-

nischer Natur sind, in einheitlicher, gründlicher und methodischer Weise lösen zu können, reichen die Mittel der Praxis allein nicht aus. Dies wurde auch von bedeutenden Ingenieuren anlässlich der Klärung dieser Fragen auf den Internationalen Straßenkongressen ausgesprochen. Es wären also vor allen Dingen Mittel und Wege zu finden, um ein fruchtbringendes Zusammenarbeiten von Praxis und wissenschaftlicher Forschung zu ermöglichen. In Amerika und England wurden für diese Zwecke eigene Wegebauämter geschaffen, denen außer einer Anzahl Ingenieure auch Chemiker beigegeben worden sind. Diese Ämter befassen sich ausschließlich mit praktischen, auf streng wissenschaftlichen Grundlagen aufgebauten Versuchen auf dem Gebiete des Straßenbaues. Trotz der verhältnismäßig kurzen Zeit des Bestehens dieser Wegebauämter, die nahezu ausschließlich mit staatlicher Unterstützung arbeiten, haben diese bereits recht beachtenswerte Erfolge zu verzeichnen. Auf Grund dieser Tatsachen wurde auch von deutschen Ingenieuren die Schaffung solcher Wegeämter befürwortet. Daß die Verwirklichung dieser Anregung aber bis heute über einen Vorschlag nicht hinaus kam, ist hauptsächlich in der Beschaffung der sehr beträchtlichen Geldmittel und der, für die wissenschaftliche Erforschung dieser Aufgaben geeigneten Persönlichkeiten zu suchen, welche eine derartige Einrichtung bedingen würden. Bei uns in Deutschland hat sich vorläufig die Vereinigung technischer Oberbeamter deutscher Städte dieser Sache angenommen. So begrüßenswert dieser Anfang ist, so stehen auch hier dieselben Hinderungsgründe einer großzügigen, allseitigen Tätigkeit auf diesem Gebiete entgegen. Nun sind wir aber in Deutschland glücklicherweise in der Lage, ohne den Aufwand großer Kosten für die Errichtung und Unterhaltung besonderer wissenschaftlicher Forschungsinstitute, eine gründliche Lösung der Staubbekämpfungsfrage erfolgreich durchführen zu können. Der Weg dazu ist überdies ein sehr einfacher, nämlich ein ständiges Zusammenarbeiten der Praxis mit den berufenen Stätten wissenschaftlicher Forschung, den Technischen Hochschulen. Diese besitzen nicht nur alle hierzu erforderlichen Einrichtungen in vollkommenstem Maße, sondern verfügen auch über die zu wissenschaftlicher Forschung berufenen Gelehrten. Auch die Art und Weise eines ersprißlichen Zusammenarbeitens dürfte keinerlei Umständlichkeiten oder Schwierigkeiten bereiten. Der gangbarste und einfachste Weg zur Ermöglichung beständiger Fühlungnahme der Technischen Hochschulen mit den Vertretern der Praxis dürfte wohl der sein, daß ein Zusammenarbeiten in erster Linie mit den Zentralämtern des Straßenbauwesens der verschiedenen Bundes-

staaten angestrebt wird. In Preußen kämen z. B. die Provinzialbauverwaltungen, die Landesbauämter und dann besonders auch die Vereinigung der technischen Oberbeamten deutscher Städte, als Vertreter der Städtischen Straßenbauverwaltungen, in Betracht. In Bayern wäre hierfür die Kgl. Oberste Baubehörde, in Württemberg die Kgl. Ministerialabteilung für Straßen- und Wasserbau anzuführen usw. Diese Behörden sind infolge ihrer weitreichenden Organisationen und Einrichtungen ohne weiteres in der Lage, den Technischen Hochschulen das zur wissenschaftlichen Erforschung dieser Aufgaben notwendige Material aus der Praxis zu beschaffen und auf Grund der jeweiligen Ergebnisse entsprechende Versuchsvorschläge auszuführen. Neben einem verhältnismäßig geringen Kostenaufwand hätte ein solches Zusammenarbeiten auch noch den großen Vorteil, daß einer Zersplitterung des ohnehin nur mit Mühe zu sammelnden Materiales, die für eine rasche und sichere Lösung wissenschaftlicher Fragen bekanntlich immer von Nachteil ist, vorgebeugt werden würde. —

Mögen diese, nur kurz angedeuteten Vorschläge auf einen fruchtbaren Boden fallen! Ihre praktische Durchführung dürfte zweifellos geeignet sein, unser modernes Straßenbauwesen in einer Weise zu vervollkommen, daß die Straßen, diese wichtigen Verkehrswege, nicht nur in hygienischer, sondern auch in technischer Hinsicht allen erreichbaren Anforderungen in wirtschaftlich vertretbarer Weise zu entsprechen in der Lage wären.



Druckfehlerverzeichnis.

- Seite 21 ist in Zeile 4 von oben „endlich“, in Zeile 6 und 7 „wie die beiden vorgenannten Salze“ zu streichen.
- Seite 56 ist in Zeile 12 von unten „Walker“ statt „Walther“ zu lesen.
- „ 64 sollte in Zeile 4 „Teerbetonit“ statt „Teerbetonitt“ stehen.
- „ 79, Zeile 1, ist statt „Chlormagnesium“ „Chlormagnesiumlauge“ zu lesen.
- „ 95 muß es in Zeile 20 von unten statt „am Schluß dieses Kapitels“ „am Schluß dieses Abschnitts (Zusammenstellung auf S. 112)“ heißen.
- Seite 101 ist in Zeile 8 von unten „Teerung“ zu streichen.
- „ 141 ist in der Fußnote „Modern“ statt „Moderne“ zu lesen.
- „ 147 ist in Zeile 24 von unten „Straßenoberflächen“ zu lesen.
- „ 187 ist in Zeile 2 von unten „Walker“ statt „Walter“ zu lesen.



17947

L. inw.

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

VERLAG VON F. LEINEWEBER I

Ausrüstung der Feuerwehr mit Staubsauganlagen. Mit Abb. 190**Ein neues Verfahren zur Beseitigung zur landwirtschaftlichen Verwertung**
Heft 5. 75 Pf.**Ortsgesetz für Abfuhr der Hausabfälle**
Müllverbrennungsanstalt in Miskolc**Kehrichtverbrennungsanstalt in Züllichhausen****Müllabfuhr und Müllverbrennung in der Stadt Fürth.** 1912. Heft 2. 75 Pf.**Leistungsgarantien für Müllverbrennungsanlagen.** [Von Ing. P. Wollenhaupt. 1910. Heft 12. 75 Pf.**Müllverbrennungsanlage für die Stadt Kiel, System Hertz.** 1910. Heft 22, 23. 75 Pf.**Hygiene des Straßenstaubes, Staub und Lärmverminderung.** Von Stadtbaurat Deistel. 1910. Heft 23. 75 Pf.

Städtebau — Städtehygiene.

Städtebauliche Studien. Schriften zur Förderung eines besseren Städtebaues und der Kleinwohnungsfürsorge in Städten. Von Dr.-Ing. Em. Forbath. Lex.-Form. 167 Seiten. Geb. 6 Mk., geh. 5 Mk.**Wohnstraße im Kleinwohnhausviertel.** Ein Beitrag zum Straßenbau. Von Amtsbaumeister Stelz. 75 Pf.**Kriegerheimstätten.** Von Amtsbaumeister Stelz. 1 Mk.**Jugendpflegestätten.** Von Amtsbaumeister Stelz. Geb. 2 Mk. 50 Pf., geh. 2 Mk.

Abhandlungen, in der Zeitschrift „Gesundheit“ erschienen, à Heft 75 Pf.:

Die Erhaltung von Bauwerken und die Baupolizei. Von Stadtsekretär Windmüller. 1916. Heft 5.**Zeitgemäße Siedelungs- und Baupolitik.** Von Stadtsekretär Windmüller. 1916. Heft 8.**Freibänke und Wasenplätze.** Von Gemeindebaumeister Schmidt. 1916. Heft 9.**Baupolizei und Nachbarrecht.** Von Stadtsekretär Windmüller, 1916. Heft 15.**Welche Wirkung hat die Aufstellung von Bebauungsplänen für die Gemeinden?** Von Stadtsekretär Windmüller. 1916. Heft 17.**Ein neuer großstädtischer Park.** 1914. Heft 23.**Bauberatung und Baupolizei.** Von Dipl.-Ing. Wagner. 1914. Heft 23.**Die Zukunftsentwicklung der Kleinstadt.** Von Stadtbaurat Schoenfelder. 1914. Heft 16.**Ziel und Mittel des modernen Städtebaues.** Von Dr.-Ing. Strach. 1914. Heft 9, 10, 11.**Die neuen Erlasse preußischer Ministerien zum Zwecke des Heimatschutzes.** Von Gemeindebaumeister Schmidt. 1914. Heft 9.**Wiederaufbau in Ostpreußen und im Elsaß unter besonderer Berücksichtigung der Dorfkirchenbaukunst.** Von Gemeindebaumeister Schmidt 1915. Heft 19, 20.**Die Bedeutung des Lahntales in städtebaulicher Beziehung.** Von Stadtbaumeister Haase. 1915. Heft 22, 23.**Städtische Alleen und Straßenpflanzungen.** Von Gienapp. 1913. Heft 24.**Bauberatung und Hygiene.** Von Baurat Schoenfelder. 1913. Heft 21.**Eisenbetonbauweise.** Stimmungen für und gegen. Von Ing. Burbach. 1913. Heft 23.**Städtebau.** Von Regierungsbaumeister G. Langen, 1913. Heft 2.**Städtebaukunst und Volkswirtschaft.** Von Dipl.-Ing. Franz Gaede. 1912. Heft 15.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000300742

- Straßenstaub.** Von R. Welzel. 1908. Heft 6. 75 Pf.
Straßenteerfrage im Auslande. Von Dr.-Ing. Bernhard. 1908. Heft 2.
Über die in England gebräuchlichen Mittel zur Verhütung des Staubes auf den chaussierten Straßen. Von Dr.-Ing. Bernhard. 1907. Heft 3. 75 Pf.
Der Staub auf den chaussierten Straßen und seine Bekämpfung unter besonderer Berücksichtigung der Straßenteerungen. Von Dr.-Ing. Bernhard. 1906. Heft 24. 75 Pf.

Müllbeseitigung — Staubbekämpfung.

Hausmüll und Straßenkehricht. Von Dr. Cl. Dörr. Lex.-Form. 504 Seiten mit 436 Abb. Geh. 14 Mk., geb. 15 Mk.

Dieses Werk bietet eine Übersicht über die Einrichtungen auf dem Gebiete der Hausmüll- und Straßenkehricht-Einsammlung, über die Abfuhr und Verwertung dieser städtischen Abfallstoffe unter Berücksichtigung der in der Literatur zerstreuten Veröffentlichungen und unter Hervorhebung dessen, was auf Grund der langjährigen praktischen Erfahrungen des Verfassers und nach den Mitteilungen von Fachleuten heute praktische Geltung hat. Die bisher zur Anwendung gekommenen Systeme und die damit in der Praxis gemachten Erfahrungen und Fortschritte sind sowohl vom rein hygienischen, als auch vom wirtschaftlichen und ästhetischen Standpunkte aus besprochen. In dieser Form wird das Werk den Stadtverwaltungen als Nachschlagewerk bei der Wahl der Systeme, der Fachgenossen und der Industrie zur Anregung und den Hoch- und Fachschulen als Lehrbuch dienen können. Näheres über die Anlage des Werkes ergibt ein ausführlicher Prospekt mit Inhaltsverzeichnis und Stimmen der Fachpresse, der gratis zu Diensten steht.

Müllbeseitigung in nordamerikanischen Großstädten. Von Stadtbauinspektor Henneking. Mit Abb. 1 Mk. 50 Pf.

Müllverwertung, insbesondere nach dem Dreiteilungssystem. Von Dr. Thiesing. **Technik der Verbrennung und Energiegewinnung aus städtischen Abfallstoffen.** Von Dr.-Ing. F. Meyer. 2 Mk. 50 Pf.

Müllverbrennung, Kanalisation und Abwasserreinigung. Projekt für die Stadt Königshütte. Bearbeitet durch die Allgemeine Städtereinigungs-Gesellschaft. 28 Blatt. Reichsformat mit 8 Tafeln. 3 Mk.

Bau einer Müllverbrennungs-Anstalt zur Unschädlichmachung der Hausabfälle und des Klärschlammes in Frankfurt a. M. Von Stadtbauinspektor Uhlfelder. 20 Pf.

Versuche mit Fußbodenöl und seine Verwendung in Schulen. Von Prof. Dr. Wernicke. I. Heft 70 Pf. II. Heft bearbeitet von Dr. Schwer. 70 Pf.

Die Bekämpfung der Staubplage in den Wohnungen und Straßen. Von Dr. jur. et med. B. Polag. 1913. 1 Mk.

Abhandlungen, in der Zeitschrift „Gesundheit“ erschienen, à Heft 75 Pf.:

Die Einsammlung der Küchenabfälle mit besonderer Berücksichtigung der Elberfelder Verhältnisse. Von Stadtbauinspektor Dr.-Ing. Roth. 1915. Heft 14.

Viehfutter und Hausmüll. Von P. Wollenhaupt. 1915. Heft 5. 75 Pf.

Die Bekämpfung der Staubplage in den Wohnungen. Von Dr. jur. et med. B. Polag. 1914. Heft 1. 75 Pf.

Die technische Aufbereitung des Hausmülls. Von F. Reuter. 1909. Heft 6.

Probeverbrennung von Berliner Müll in Stettin. 1908. Heft 7. 75 Pf.

Müllverbrennung, Wärmetechnische Betrachtungen über. Von Ing. Koschmieder. 1905. Heft 21. 75 Pf.

Zur Frage der Müllabfuhr, mit spezieller Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Verwertung. Von Dr. Thiesing. 1903. Heft 1. 75 Pf.

Das Abfuhrwesen der Stadt New-York. Von Ing. Hopp. 1901. Heft 2. 75 Pf.

Ein neuer Luftentstaubungsapparat besonders für Turnhallen. 1906. Heft 22.

Ein neues Entstaubungsverfahren, Saug- und Druckwirkung kombiniert. 1906. Heft 23. 75 Pf.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-17947

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300742