

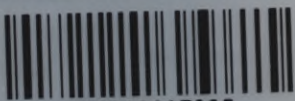
W DZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

2582

L. inw.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297395



x
1.779

ERD- UND STRASSENBAU

II. TEIL: STRASSENBAU

LEITFADEN
FÜR DEN UNTERRICHT AN BAUGEWERKSCHULEN
UND VERWANDTEN TECHNISCHEN LEHRANSTALTEN

VON

H. KNAUER

INGENIEUR, OBERLEHRER AN DER KÖNIGL. BAUGEWERKSCHULE IN ERFURT

MIT 31 ABBILDUNGEN IM TEXT



LEIPZIG UND BERLIN
DRUCK UND VERLAG VON B. G. TEUBNER

1907

5.36
—
54



11-351238

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Allgemeines über Landstraßen	1
a) Zweck der Landstraßen	1
b) Geschichtliches	1
c) Die gegenwärtige Bedeutung der Straßen im Vergleich zu der Eisenbahn	2
d) Die Bedeutung der Separation für den Straßenbau	3
e) Einteilung der Wege	3
II. Die Fuhrwerke und die Zugkraft der Zugtiere	4
a) Die Fuhrwerke	4
1. Bauart und Hauptabmessungen. — 2. Widerstände der Fuhrwerke.	
b) Die Zugkraft der Zugtiere	8
III. Linienführung (Tracierung)	9
a) Allgemeines	9
b) Grundzüge der Linienführung	11
1. Höhenlage der Straße. — 2. Steigungen. — 3. Krümmungen. — 4. Wendeplatten. — 5. Hauptregeln der Linienführung. — 6. Abstecken und Aufnehmen der Linie; zeichnerische Darstellung. — 7. Ausarbeitung des entgeltigen Entwurfes.	
IV. Querschnitt der Straßen	30
a) Allgemeines und Straßenbreite	30
b) Quergefälle	33
c) Entwässerung	34
d) Die Benutzung von Landstraßen durch Eisenbahnen	36
V. Befestigung der Straßen	37
a) Allgemeines	37
b) Das Material	38
c) Die Herstellung der Befestigung	40
1. Pflasterbahnen. — 2. Bahnen aus künstlichen Pflastersteinen. — 3. Steinschlagbahnen. — 4. Bahnen aus Hochofenschlacke. — 5. Kiesbahnen. — 6. Befestigung durch Rasen. — 7. Fuhrbahnen anderer Art.	
d) Materialbedarf	46
e) Das Walzen der Straßen	47

	Seite
VI. Unterhaltung der Straßen	52
a) Die Unterhaltung der Steinbahnen	52
1. Flicksystem. — 2. Decksystem.	
b) Die Unterhaltung der Sommerwege und Bankette	57
c) Personal	58
d) Kosten.	58
e) Umbau bestehender Straßen	59
VII. Nebenanlagen	59
1. Baumpflanzungen. — 2. Einfriedigungen. — 3. Grenzsteine und Abteilungszeichen. — 4. Entwässerungsanlagen. — 5. Stütz- und Futtermauern. — 6. Seitenrampen, Wegeübergänge. — 7. Mauthäuser.	
VIII. Vorarbeiten und Kostenanschlag	69

I. Allgemeines über Landstraßen.

a) Zweck der Landstraßen.

Unter einer Straße versteht man einen schmalen, befestigten Landstreifen, der dazu dient, den Fußgänger- und Wagenverkehr zu vermitteln.

b) Geschichtliches.

Ursprünglich dienten die Hauptweegeanlagen militärischen Zwecken. Namentlich die Völker, welche weite Länderstrecken unterjochten, haben großartige Straßen gebaut, um ihre Heere schnell an die Grenzen werfen zu können, z. B. die Perser, während heute in

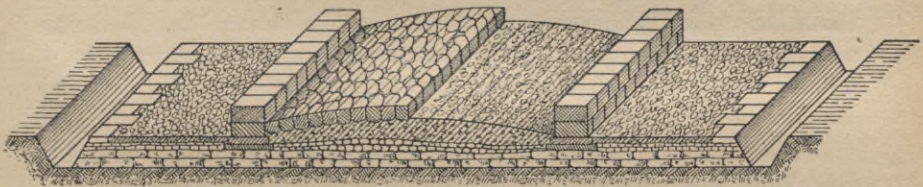


Abb. 1.

Persien kaum Saumpfade bestehen. Später schufen die Römer hervorragende Straßen, welche die ganze damals bekannte Welt durchzogen. Zu Ende der Kaiserzeit erstreckte sich das römische Wegenetz auf eine Entfernung von 12 000 km vom Norden Europas bis nach Afrika und Kleinasien. Seine Gesamtlänge soll 300 000 km betragen haben. Diese Straßen waren mit Pflaster befestigt und sehr gut entwässert (Abb. 1 u. 2). Mit dem Verfall des römischen Reiches wurden die

Feiner Kies in Mörtel.

Grobes Kies in Mörtel.

Dichter Lehm.

Zerschlagene Grauwacke in Mörtel.

Behauene Grauwacke in Mörtel.

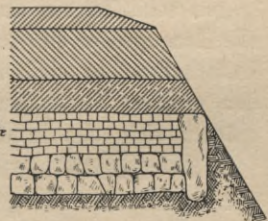


Abb. 2.

Straßen vernachlässigt und verschwanden unter Schutt und Gerölle, um erst in neuerer Zeit teilweise wieder ausgegraben zu werden und die Welt durch ihre sorgsame Herstellung in Erstaunen zu setzen.

Im Mittelalter gab es infolge der unsicheren politischen Verhältnisse kaum Straßen. Waren zu Lande zu verschicken, war nur unter starker Bedeckung möglich, so daß ein eigentlicher Landverkehr nur zwischen benachbarten Orten bestand. Nur die bedeutendsten Handelsplätze waren durch Straßen verbunden. Der große Güterverkehr wurde, soweit es möglich war, durch Schiffe bewerkstelligt.

Erst Napoleon I. schenkte, durch seine Eroberungen gezwungen, dem Straßenbau wieder Aufmerksamkeit. Nach den Befreiungskriegen baute man in Europa allenthalben Straßen, doch wurde dieses Wegenetz von der Eisenbahn bald überholt.

c) Die gegenwärtige Bedeutung der Straßen im Vergleiche zur Eisenbahn.

Solange man Bahnen noch nicht kannte, verbanden die großen Handelsstraßen Städte und Länder untereinander; seitdem aber erstere den Hauptverkehr an sich gerissen haben, dienen die Straßen nur noch dem Verkehre von Ort zu Ort oder zur Bahn. Dabei haben sie aber keineswegs an Bedeutung verloren; das Bedürfnis nach guten Wegen macht sich vielmehr immer noch geltend, ja es wächst sogar, was schon daraus hervorgeht, daß sich die Zahl der Landfuhrwerke erheblich vermehrt hat.

Die Eisenbahnen vermitteln den großen Durchgangsverkehr, sie können aber wegen ihrer großen Anlage- und Betriebskosten dem Kleinverkehr nicht genügen, auch können sie nicht an jedem Punkte zur Aufnahme und Abgabe des Verkehrs ausgestaltet werden. Dagegen schaffen sie das Bedürfnis nach bequemen Zufuhrwegen, um die Erzeugnisse der Landwirtschaft und der Gewerbe aus den einzelnen Ortschaften an sich ziehen zu können zur Weiterbeförderung nach den großen Verkehrsmittelpunkten. Bahnen und Landstraßen unterstützen sich also in der Regel gegenseitig.

Die Bahnen befördern die Güter schneller und billiger, als es auf Landstraßen möglich ist. Dagegen haben sie den Nachteil, daß diese Güter erst auf der Straße durch Landfuhrwerk zur bezw. von der Haltestelle befördert, also zweimal umgeladen werden müssen. Man wählt deshalb den Bahntransport auf größere Entfernungen, da hierbei die angeführten Vorteile die Nachteile überwiegen.

d) Die Bedeutung der Separation für den Straßenbau.

Zahlreiche Wegebauten machen sich nötig bei den sogen. **Zusammenlegungen (Separationen)** der Grundstücke. Diese werden von einer dem landwirtschaftlichen Ministerium untergeordneten Generalkommission ausgeführt. Eine solche besitzt etwa jede Provinz. Die Zusammenlegung besteht darin, daß alle Grundstücke vereinigt werden. Dann wird genau ermittelt, wie viel jeder Grundbesitzer inne hatte, von diesem Besitze wird der Ertragswert berechnet; ebenso werden die Leistungen jedes einzelnen, die er rechtlich für andere ausführen muß, nach ihrem Geldwerte ermittelt. Der Ertrag, vermindert um den Betrag der Leistungen, ergibt dann denjenigen Betrag, mit dem der Betreffende am gesamten Grundbesitz beteiligt ist. Für diesen Betrag werden ihm dann Grundstücke angewiesen, welche in möglichst großen, zusammenhängenden und tunlichst günstig begrenzten Plänen bestehen. Dabei muß das ganze Wegenetz umgeändert werden, und es kommt darauf an, für die Gewanne (natürlich begrenzter Teil einer Gemarkung) und die einzelnen Grundstücke die beste Verbindung herzustellen. Hierbei müssen die Kosten der ersten Anlage und der späteren Unterhaltung möglichst gering werden. Aus diesem Grunde muß man meist mehrere Entwürfe bearbeiten und namentlich untersuchen, ob die etwa nötig werdenden Brücken massiv oder in Holz auszuführen sind. Bei Wegen von untergeordneter Bedeutung muß man Kunstbauten möglichst vermeiden und an Stelle solcher lieber Umwege machen.

e) Einteilung der Wege.

Die Wege in einer Gemarkung lassen sich einteilen in:

1. **Verbindungswege**, welche den Verkehr von Ort zu Ort oder zur Bahn vermitteln. Für deren Anlage ist die Rücksicht auf den Verkehr allein maßgebend.

2. **Haupt-Wirtschaftswege**, welche zur Verbindung größerer Flächen oder ganzer Gewannen mit der Dorflage dienen. Infolge der Verschiedenheit der Bodenklassen (Bonitierungsklassen) innerhalb einer Feldmark und der verschiedenen Lage der Gewanne zur Sonne und zur Windrichtung werden die Abfindungen der einzelnen Besitzer meistens nicht in einem geschlossenen Stück, sondern in mehreren getrennt liegenden Plänen erfolgen müssen. Diese Teile nun müssen möglichst geradlinig miteinander verbunden werden; auch diese Verbindungswege sind Haupt-Wirtschaftswege. Eine größere Feldmark wird also mehrere kreisförmige Wege besitzen müssen, die wiederum von anderen Hauptwegen durchschnitten

werden, welche sternförmig von der Dorfstraße ausgehen. Bei der Anlage dieser Wege muß ebenfalls auf den Verkehr Rücksicht genommen werden.

3. **Neben-Wirtschaftswege**, welche die einzelnen Planstücke zugänglich machen sollen. Beim Entwerfen solcher Wege muß man auf möglichst günstige Gestalt der Planstücke Rücksicht nehmen. Daher sind vor allem Zwickel und spitze Winkel (unter 60°) zu vermeiden, weil sie sich gar nicht oder nur schwer pflügen lassen, sondern durch Menschenhand umgegraben werden müssen.

In hügeligem Gelände dürfen die Wege nicht im stärksten Gefälle liegen, weil das in den ausgefahrenen Gleisen herabfließende Wasser sie sehr schnell zerstören würde. Dagegen müssen sie möglichst nach der Sonnenseite liegen, um rasch zu trocknen.

Auf- und Abträge sind bei ihrer Anlage möglichst zu vermeiden, weil diese größere Kosten verursachen und zudem den Zugang zu den Äckern erschweren. Liegen die Pläne an stark geneigtem Hange, so ist auf der Bergseite ein Zufuhrweg, auf der Talseite ein Abfuhrweg anzuordnen. Sie sind meistens durch Grasnarbe befestigt.

4. **Triftwege** gehen nach den zur Hütung bestimmten Teilen und werden auch zur Hütung selbst benutzt; sie sind nicht befestigt.

5. **Holzabfuhrwege** sind gleichfalls nicht befestigt, da die Holzabfuhr meist im Winter geschieht. Sie sollen diese aus größeren, geschlossenen Waldungen ermöglichen.

II. Die Fuhrwerke und die Zugkraft der Zugtiere.

a) Die Fuhrwerke.

Die ältesten Transportmittel waren **Schleifen** und **Schlitten**. Erst später kamen **Walzen** zur Anwendung, die ihrerseits wieder zur Erfindung des **Räderfuhrwerks** führten.

Die Bauart der Fuhrwerke ist vom größten Einflusse sowohl auf die Linienführung im allgemeinen, wie auch auf die Verminderung der Zugwiderstände und die Lebensdauer der Fahrbahn.

1. **Die Bauart der Fuhrwerke.** Man hat 2- und 4 rädri-
ge Wagen. Bei letzteren erhalten die Vorderräder einen kleineren Durchmesser, als die Hinterräder, da die Wagen hierdurch leichter be-

weglich werden, und die Zugstränge niedriger zu liegen kommen. Vorteilhaft sind folgende Maße:

2-rädrige Frachtkarren: 1,6—1,75 m,

4-rädrige Frachtwagen: Vorderräder 0,95, Hinderräder 1,17 bis 1,22 m,

4-rädriges leichtes Fuhrwerk: Vorderräder 0,7 bis 0,88 m, Hinterräder 1,17 bis 1,30 m.

Mit der Zunahme des Raddurchmessers vermindert sich der Zugwiderstand; der Druck auf die Fahrbahn hängt ab vom Raddurchmesser und der Felgenbreite. Zu schmale Felgen vergrößern den Druck und den Zugwiderstand. Der Transport von Ladungen über 7 500 kg und von Maschinen mit mehr als 10 000 kg Gewicht darf auf den Kunststraßen nur mit besonderer Genehmigung der Straßenverwaltung erfolgen. Für die altpreußischen Provinzen wurde am 20. Juni 1887 folgendes Gesetz erlassen:

Bei dem Befahren der Kunststraßen soll an allen Last- und Frachtfuhrwerken der Beschlag der Radfelgen eine Breite von mindestens 5 cm haben; ausgenommen hiervon sind Fuhrwerke von weniger als 1 000 kg Gesamtgewicht. Das höchste zulässige Ladungsgewicht beträgt bei einer Breite der Felgenbeschläge von 5 bis 6,5 cm 2 000 kg; von 6,5 bis 10 cm 2 500 kg, von 10 bis 15 cm 5 000 kg; von 15 cm und mehr 7 500 kg. Für 2-rädrige Fuhrwerke und für Kippwagen, bei denen das Hauptgewicht der Ladung auf 2 Rädern ruht, ist nur die Hälfte dieser Gewichte zulässig, jedoch bis zu 7 500 kg bei Radfelgen von mehr als 15 cm Breite. Für den Grenzverkehr können die Bezirksausschüsse Erleichterungen der Vorschriften zulassen.

Das größte zulässige Gewicht ist 9 500 kg bei 2 000 kg Eigengewicht des Wagens. Die Spurweite der Vorderräder und Hinterräder soll möglichst gleich sein, da sonst die Wagen auf unbesteinten Wegen, wo leicht tiefe Gleise entstehen, schlecht fahren können.

Für Altpreußen gilt als gesetzliches Maß 1,52 m von Felgenmitte zu Mitte; für Hannover nach Gesetz vom 19. Aug. 1836: 1,41 m von Felgenmitte zu Mitte; in Süddeutschland weniger: 1,10 bis 1,25 m.

Radstand und Wagenlänge bedingen den kleinsten Krümmungshalbmesser der Straße, wie später noch gezeigt wird. Dabei legt man die Abmessungen der größten in Betracht kommenden Fuhrwerke zu Grunde, also z. B. eines Langholzwagens. Für jedes Pferdepaar rechnet man 4,0 m, so daß ein Langholzfuhrwerk $4 + 1 + 25 + 1 = 31$ bis 32 m lang ist.

In folgender Tabelle I sind die Abmessungen und Gewichte verschiedener Straßenfuhrwerke gegeben:

Tabelle I.

Art des Fuhrwerkes (leer)	Abmessungen in m			Gewicht in kg			
	Radstand	Aufbau ohne Deichsel		Zahl der Zugtiere			
		Breite	Länge	1	2	3	4
1 Kutschen von leichter Bauart ..	—	—	—	350	700	—	—
2 Droschken und schwere Kutschen	1,5—2,0	1,6—1,7	2,4—3,0	500	900	—	—
3 Leichtes Landfuhrwerk	2,0—3,0	1,7—2,0	2,5—3,0	400	600	—	800
4 Schweres Landfuhrwerk				—	900	—	1 200
5 Holsteinsches Frachtfuhrwerk ..	—	—	—	bis 1 250		bis 2 500	
6 Leichter Omnibus	1,4—1,8	2,0—2,1	3,0—4,0	—	1 000	—	—
7 Schwerer Omnibus				—	2 000	—	—
8 Postwagen	—	—	—	600	900	—	1 750
9 Rollfuhrwerk	2,0—3,5	1,8—2,0	4,0—6,0	—	—	—	—
10 Möbelwagen	2,0—3,5	2,0—3,0	4,0—6,0	—	—	—	—
11 Leichtes Lastfuhrwerk	—	—	—	700	1 250	1 400	1 600
12 Schweres Lastfuhrwerk	—	—	—	—	2 000	2 500	3 000
13 Chausseewalzen	—	1,0—1,5	—	4 000 bis 10 000			
14 Dampfwalzen	2,2—3,5	1,1—2,6	—	11 000 bis 30 000			

Für Landfuhrwerke beträgt die Ladebreite bei Erntefahren bis zu 3,2 m, die Ladehöhe 3,5 m. In Berlin darf nach einer Polizeiverordnung ein städtisches Fuhrwerk nicht mehr wie 2,5 m Ladebreite und 3,7 m Ladehöhe von der Straße aus haben. Das Gewicht von Fuhrwerk und Ladung soll zusammen nicht über 6 000 kg betragen. Unteilbare Lasten von größerem Gewichte sind Nachts, nötigenfalls nach vorheriger Anmeldung beim Polizeipräsidium, zu befördern.

2. Widerstände der Fuhrwerke. Bei der Fortbewegung eines Fuhrwerkes auf wagrechter Bahn kommen in erster Linie folgende Widerstände in Betracht:

a) **Die Reibung der Achsschenkel.** Zu deren Überwindung auf wagrechter Bahn ist eine Zugkraft erforderlich, die gleich ist dem Widerstande

$$W_1 = f \cdot \frac{r}{R} \cdot Q \dots \dots \dots 1)$$

In dieser Formel bedeuten f den Beiwert der Zapfenreibung (im Mittel 0,07), r den Durchmesser des Achsschenkels, R den Raddurchmesser und Q das auf dem Achsschenkel ruhende Gewicht des Wagens.

$\frac{r}{R}$ kann man im Mittel zu $\frac{0,03}{0,5} = 0,06$ annehmen, so daß man erhält:

$$W_1 = 0,004 Q \dots \dots \dots 2)$$

b) **Die rollende Reibung.** Nach Gerstner und Brix kann man für den durch sie hervorgerufenen Widerstand setzen:

$$W_2 = \varphi \sqrt[3]{\frac{Q^3}{b \cdot R^2}}$$

worin b die Felgenbreite bedeutet, während $\varphi = \frac{3}{8} \sqrt[3]{\frac{3}{\psi}}$. ψ ist ein von der Beschaffenheit der Bahn abhängiger Beiwert.

Der Luftwiderstand kann als unerheblich vernachlässigt werden, da die Geschwindigkeit des Straßenfuhrwerks immerhin eine beschränkte ist. Der Gesamtwiderstand auf wagrechter Bahn ist dann nach 1 und 2

$$W = W_1 + W_2 = f \cdot \frac{r}{R} Q + \varphi \sqrt[3]{\frac{Q^3}{b R^2}}$$

Statt nach dieser Formel rechnet man in der Praxis häufig nach

$$W = \mu Q \dots\dots\dots 3)$$

worin μ ein von der Straße abhängiger Beiwert ist, den man im Mittel setzen kann für:

Erdbahnen: loser Sand	$\mu = \frac{1}{4} = 0,15$
Schlechter Erdweg	$\mu = \frac{1}{10} = 0,10$
trockener, fester Erdweg	$\mu = \frac{1}{20} = 0,05$
Steinbahnen: frisch eingeworfene Steinbahn	$\mu = \frac{1}{4} = 0,157$
kotige Steinbahn	$\mu = \frac{1}{25} = 0,04$
trockene, gute Chaussee	$\mu = \frac{1}{33} = 0,03$
Pflasterstraßen: schlechtes Steinpflaster	$\mu = \frac{1}{25} = 0,05$
gutes, ebenes Steinpflaster	$\mu = \frac{1}{50} = 0,02$
desgl. im günstigsten Falle	$\mu = \frac{1}{75} = 0,013$
gutes Holzpflaster	$\mu = \frac{1}{55} = 0,018$
Asphaltbahn	$\mu = \frac{1}{83} = 0,0075$
festgefahrene Schneebahn	$\mu = \frac{1}{30} = 0,033$

Auf geneigter Bahn kommt bei der Fortbewegung von Fuhrwerken zu der Reibung auf wagrechter Bahn noch hinzu die Seitenkraft des Wagengewichtes der schiefen Ebene und diejenige des Zugtieres selbst. Ist α der Steigungswinkel der schiefen Ebene und G das Gewicht des Zugtieres, so ist die erforderliche Zugkraft (Abb. 3):

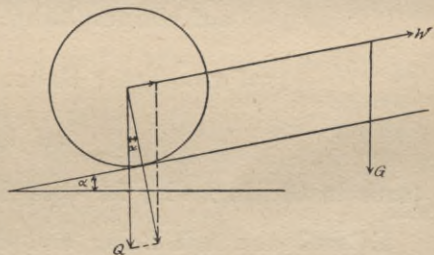


Abb. 3.

$$W = \mu Q \cos \alpha + Q \sin \alpha + G \sin \alpha \dots\dots\dots 4)$$

Teilt man durch $\cos \alpha$, so erhält man

$$\frac{W}{\cos \alpha} = \mu Q + Q \operatorname{tg} \alpha + G \operatorname{tg} \alpha$$

Da α verhältnismäßig klein ist, so kann man annäherungsweise $\cos \alpha = 1$ setzen und erhält:

$$W_n = \mu Q + (Q + G) \operatorname{tg} \alpha \dots \dots \dots 5)$$

Mit der Steigung α nimmt das 2. Glied der rechten Seite des Ausdrucks und damit auch W schnell zu. Daraus erkennt man, daß, je besser die Bahn sein soll, desto geringer die Steigung werden muß, da sonst die Zugkraft unverhältnismäßig gesteigert werden müßte.

Für die Talfahrt wird $\operatorname{tg} \alpha$ negativ, Gleich. 4 nimmt mithin die Form an:

$$W_n' = \mu Q - (Q + G) \operatorname{tg} \alpha \dots \dots \dots 6)$$

Wird das zweite Glied größer als μQ , so wird W negativ, d. h. das Fuhrwerk muß bei der Talfahrt in solchem Falle zurückgehalten werden. Dies geschieht entweder durch Bremsen oder durch die Zugtiere selbst. Da aber die Tiere beim Zurückhalten sehr beansprucht werden, so ist ersteres besser.

b) Die Zugkraft der Zugtiere.

Allgemein ist die Zugkraft, welche zur Fortbewegung eines Fuhrwerkes ausgeübt werden muß, gleich dem Zugwiderstand, also

auf ebener Bahn nach Gleich. 3) $Z = W = \mu Q$

auf geneigter Bahn „ „ 4) $Z = W_n = \mu Q + (Q + G) \operatorname{tg} \alpha$

Kennt man also die Zugkraft eines Zugtieres, so kann man aus diesen Gleichungen bestimmen, welchen Wert Q bzw. α erhalten dürfen, und man bekommt:

$$\text{auf ebener Bahn: } Q = \frac{Z}{\mu} \dots \dots \dots 7)$$

$$\text{auf geneigter Bahn: } Q = \frac{Z - G \operatorname{tg} \alpha}{\mu + \operatorname{tg} \alpha} \dots \dots \dots 8)$$

$$\text{und } \operatorname{tg} \alpha = \frac{Z - \mu Q}{Q + G} \dots \dots \dots 9)$$

(auch in Gleich. 8 wird für ebene Bahn, also $\alpha = 0^\circ$, $Q = \frac{Z}{\mu}$).

Es muß aber mit Bezug auf diese Gleichungen noch erwähnt werden, daß sie für bedeutende Steigungen nicht mehr anwendbar sind, da die Zugkraft schon für einen Steigungswinkel $\alpha = 30^\circ$ ganz aufhört. Als Regel für die größte zulässige Steigung, bei welcher kein Vorspann erforderlich ist, kann gelten $\mu = \operatorname{tg} \alpha$. Vergleicht man damit die Werte von μ in Tabelle I, so sieht man, daß die

Steigungen um so geringer sein müssen, je besser die Beschaffenheit der Fahrbahn ist. Sonst müßte das zulässige höchste Gewicht der fortzuschaffenden Last einzelner steiler Strecken wegen für die ganze Straße verringert werden, oder man müßte Vorspann benutzen.

Die Zugkraft eines Pferdes kann man etwa zu $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ seines Eigengewichtes, das zwischen 200 und 500 kg schwankt, annehmen. Das Normalgewicht eines tüchtigen Arbeitspferdes rechnet man zu 375 kg, dessen Zugkraft etwa zu 75 kg. Die Leistung des einzelnen Zugtieres nimmt mit der Zunahme der Kopfbahl der Bespannung ab. Das Gewicht eines Ochsen beträgt 280 bis 300 kg, die Zugkraft desselben kann man setzen etwa gleich 60 kg.

III. Linienführung (Tracierung).

a) Allgemeines.

Unter der Aufgabe der Linienführung oder Tracierung versteht man alle diejenigen Arbeiten, welche nötig sind, die Richtung und Höhenlage eines Weges festzulegen. Dabei müssen die Gesamtkosten (Anlage-, Unterhaltungs- und Betriebskosten) möglichst gering werden. Man unterscheidet die **wirtschaftliche (kommerzielle)** und die **technische Tracierung**. Bei ersterer werden die von der Straße oder Eisenbahn zu berührenden Ortschaften festgestellt und untersucht, in welchem Verhältnis die Länge dieses Verkehrsweges zur Zahl der Bevölkerung und zu dem Flächeninhalte des von ihm durchzogenen Geländes steht, sowie ob die Anlage- und Unterhaltungskosten hierzu im richtigen Verhältnis stehen. Die technische Tracierung dagegen stellt die eigentliche Baulinie mit Rücksicht auf das Gelände fest.

Eine Straßentrace kann sich dem Gelände mehr anschmiegen, als eine Eisenbahntrace. Kunstbauten sind tunlichst zu vermeiden, die Erdarbeiten auf das **kleinste** Maß zu beschränken, überhaupt die Anlagekosten so gering als möglich zu machen. Große Bauobjekte können bei einer Straße fast stets umgangen werden, da der Spielraum für Krümmungshalbmesser und Steigungen bei Straßen viel größer ist, als bei Eisenbahnen.

Im allgemeinen wird man mehrere Linienzüge ermitteln und hinsichtlich der Gesamtkosten miteinander vergleichen, um hiervon die Wahl der eigentlichen Linie abhängig zu machen. Meistens ist die allgemeine Straßenrichtung durch die Entscheidung der den Bau ausführenden Gemeinde bestimmt, während die größten zulässigen

Steigungen durch Gesetz vorgeschrieben sind, so daß sich die Ermittlung der Linie sehr einfach gestaltet. Die kommerzielle Tracierung tritt überhaupt beim Straßenbau völlig in den Hintergrund und soll daher nicht weiter behandelt werden.

Man unterscheidet **Talstraßen**, **Hochstraßen** und Straßen zur Ersteigung von Hochebenen oder zum Überschreiten von Wasserscheiden (sogen. **Steigen**).

1. **Talstraßen** haben, wie schon aus der Bezeichnung hervorgeht, meist ein nur geringes Gefälle und selten Gegensteigungen, dagegen bei gewundenem Laufe des Tales Krümmungen und Umwege, da man sich, um Brücken zu vermeiden, jenem möglichst anpaßt und daher häufig auf größere Länge dieselbe Seite des Tales beibehält. Kunstbauten kommen häufig vor, schon infolge der Überschreitung der Seitentäler; auch empfiehlt es sich bei Gebirgsstraßen und im Hügelland öfters, das Haupttal zu überschreiten, um irgendwelche Hindernisse zu vermeiden. Futtermauern an steilen Abhängen sind oft erforderlich. Die Anlagekosten werden infolge dieser Dinge sehr hoch, zumal auch der Grunderwerb meist sehr teuer ist.

Ferner ist die Talstraße der Sonne und dem Winde weniger ausgesetzt, trocknet infolgedessen langsam und nutzt sich schnell ab, so daß auch die Unterhaltungskosten höher werden, als bei hochgelegenen Straßen.

Talstraßen werden vorzugsweise im Gebirge ausgeführt, weil die Verfolgung bzw. die Überschreitung von Wasserscheiden dort untunlich ist; Hochstraßen sind dagegen im Flachlande vorzuziehen, wo die Täler häufig feucht und sumpfig sind; auch für Hügelland sind sie oft zu empfehlen, da wegen der starken Krümmung der Täler Talstraßen lang und teuer werden.

2. **Hochstraßen** folgen den Wasserscheiden oder ziehen sich in deren Nähe hin. Die Gefälle wechseln infolgedessen ab, überhaupt entstehen größere Steigungen. Kunstbauten kommen auch hier vor, wenn man gezwungen ist, Quertäler zu überschreiten. Da dies aber immer in deren Oberlauf geschieht, wo nur kleine Wassermengen vorkommen, so entstehen Kunstbauten weniger oft und sind zugleich von kleinerem Umfange. Der Grunderwerb ist billiger. Die Straße liegt freier und trockener, ist also dauerhafter. Anlage- und Unterhaltungskosten werden mithin geringer als bei Talstraßen.

3. **Steigen** dienen zur Verbindung der Täler mit Hochplateaus oder von Tälern untereinander mit Überschreitung von Wasserscheiden. Sie weisen die stärksten Steigungen auf, schon weil man dadurch allein die Möglichkeit hat, die Länge der Straße abzukürzen. Bei unregelmäßigen Hängen ergeben sich auch scharfe Krümmungen,

unter Umständen **Serpentinen** oder **Wendeplatten**, wenn man gezwungen ist, die Richtung der Straße um 180° zu wechseln. Diese **Kehren** werden später besprochen. An steilen Hängen werden bedeutende Erdarbeiten, häufig auch Stützmauern nötig. Die Unterhaltungskosten dagegen werden geringer, weil das Wasser schnell abfließt, die Straßen also leicht trocknen und daher dauerhaft sind.

4. Rücksichten bei der Anlage der verschiedenen Straßen.

Eine **Talstraße** führt man im allgemeinen in der Talsohle. Für die Wahl der Talseite ist in erster Linie die Lage der zu verbindenden Ortschaften maßgebend. Muß man einen Flußlauf überschreiten, so soll dies normal zur Flußrichtung geschehen, doch sind Brücken zu vermeiden, es sei denn, daß die von der Straße berührten Ortschaften auf verschiedenen Seiten des Flußlaufes liegen, oder man die eine Talseite infolge steiler Hänge oder Rutschungen verlassen muß.

Zur Herstellung tiefer Einschnitte schreitet man nur, wenn solche nicht zu lang werden, man aber damit einen großen Umweg abschneiden kann. Über Stützmauern ist unter 1. schon gesprochen. Tunnel zur Durchschreitung weit vorspringender Gebirgsrücken kommen im Gebirge vor (Axenstraße). Würde die Straße im Tale den Überschwemmungen des Flusses zu sehr ausgesetzt sein, so muß man sie an den Hang verlegen.

Solange man bei **Hochstraßen** den Wasserscheiden folgen kann, wird die Anlage am billigsten. Sind diese aber zu unregelmäßig, so ist man oft gezwungen, Ausbiegungen tief eingeschnittener Wasserläufe dadurch abzuschneiden, daß man ins Seitental hinab- und mit Gegensteigung wieder hinauf geht (2 Projekte!).

Steigen sucht man auf dem kürzesten Wege in die Höhe zu führen, um die Kosten zu verringern. Die größte Steigung richtet sich nach dem Verkehr: bei geringerem Verkehre wird man sie kürzer und daher steiler anlegen. Wechsel in den Steigungen soll möglichst vermieden werden. Serpentine machen hierin eine Ausnahme, da in ihnen eine Ermäßigung der Steigung eintritt. Weiteres hierüber siehe unter „Steigung“.

b) Grundzüge der Linienführung.

1. **Höhenlage der Straße.** Dabei ist hauptsächlich auf trockene Lage zu sehen. Nach der preuß. Instruktion zum Bau der Kunststraßen vom 17. Mai 1871 soll die Straßenkrone im Überflutungsgebiete mindestens 0,6 m über dem bekannten höchsten Wasserstande liegen. Die Steinbahnsohle soll 30 cm über dem mittleren Wasserstande der Gräben liegen. Auf- und Abträge beschränkt man durch Anschmiegen ans Gelände.

2. **Steigungen.** Früher hat man die Straßen häufig wellenförmig, also mit abwechselnden Steigungen angelegt, weil man annahm, daß dadurch die Zugkraft der Zugtiere weniger ermüdet würde. Doch ist man jetzt allgemein zu der Überzeugung gelangt, daß das Gegenteil der Fall ist. Überhaupt soll man eine einmal erstiegene Höhe ohne zwingenden Grund nicht wieder verlassen, d. h. man soll „verlorene Steigungen“ vermeiden. Wellenförmiger Längenschnitt soll nur da vorkommen, wo ihn die Örtlichkeit mit sich bringt. Nach der preuß. Instruktion für den Bau der Kunststraßen gilt die Bestimmung, daß ebene Strecken nur dann zulässig sind, wenn die Straße eine freie Lage hat und eine besonders gute Abwässerung stattfindet. Damit ist aber keineswegs das Verlangen eines wellenförmigen Längenschnittes gestellt. Dagegen wird man der Sohle der Seitengräben einen solchen geben, damit sie mit einem Gefälle von mindestens 1:700 das Tagewasser nach den die Straße durchschneidenden Wasserläufen ableiten.

Über das Maß der größten Steigung, welche man mit Rücksicht auf die Zugkraft der Tiere anwenden darf, ohne Vorspann nötig zu haben, ist bei der Ermittlung der Zugkraft bereits gesprochen worden; es darf, wie sich dort ergab, der Zugwiderstandsbeiwert nicht größer sein als die Tangente des Neigungswinkels der schiefen Ebene, und die Steigung muß geringer werden, je besser die Bahn ist.

Im allgemeinen bestehen über die größten Steigungen, die man bei Straßen anwenden darf, in den einzelnen Ländern gesetzliche Bestimmungen. Nach der preuß. Instruktion von 1871 ist vorgeschrieben:

1. in gebirgigen Gegenden 50 mm für 1 m Länge (5% oder 1:20),
2. im Hügellande 40 mm für 1 m Straßenlänge (4% oder 1:25),
3. im Flachlande 25 mm für 1 m Straßenlänge (2,5% oder 1:40),

In der Provinz Hannover ist als größte Steigung im Gebirge 1:20 festgesetzt in Braunschweig für die Gebirgsstraßen (im Harz) 1:18, im Hügellande 1:25, im Flachlande 1:33 $\frac{1}{3}$, in Schleswig-Holstein ist eine Steigung 1:18 gestattet.

Weiter schreibt die preußische Instruktion für Straßen mit lang ansteigenden Strecken vor:

daß bei anhaltenden Steigungen von mehr als 0,04 und einer Gesamthöhe von über 30 m auf jede folgenden 30 m die Steigung um mindestens 0,005 m zu vermindern ist, bis dieselbe das Maß von 0,04 erreicht hat. Können die Steigungen von mehr als 0,04 auf langen Strecken nicht vermindert werden, so sollen in Abständen von 600 bis 800 m Ruheplätze von mindestens 30 m Länge mit einer Steigung von höchstens 0,01 angelegt werden.

Durch diese Vorschrift soll der zunehmenden Ermüdung der Zugtiere Rechnung getragen werden.

Für Rampen kommen selbst im Flachlande Steigungen bis zu 1:16 und noch mehr vor. Wald- und Feldwege erhalten eine Steigung von 12⁰/₀ bis 10⁰/₀, in Krümmungen noch mehr.

3. Krümmungen. Um sich dem Gelände möglichst anschmiegen zu können, ist es auch wichtig, zu wissen, welchen kleinsten Krümmungshalbmesser man anwenden darf. Derselbe ist, wie bereits erwähnt wurde, abhängig von den längsten auf der Straße verkehrenden Fuhrwerken. Am besten und leichtesten bestimmt man ihn durch Zeichnung. Dieses Verfahren geht aus den folgenden Betrachtungen hervor.

Der Krümmungshalbmesser richtet sich nach der Lenkbarkeit der Fuhrwerke, und diese wiederum nach der Größe des Winkels, welchen die gedrehte Deichsel mit dem in der Achse des Fuhrwerkes

liegenden Langbaum bildet. In Abb. 4 sind die Abmessungen eines Lastwagens skizziert, wie er im städtischen Verkehre häufiger vorkommt. Betrachten wir nun die Bewegung desselben, so besteht diese zunächst darin, daß das Vordergestell um A (den Reibnagel) in die gestrichelte Lage gedreht wird; dabei gelangt die Spitze der Deichsel von C nach C_1 .

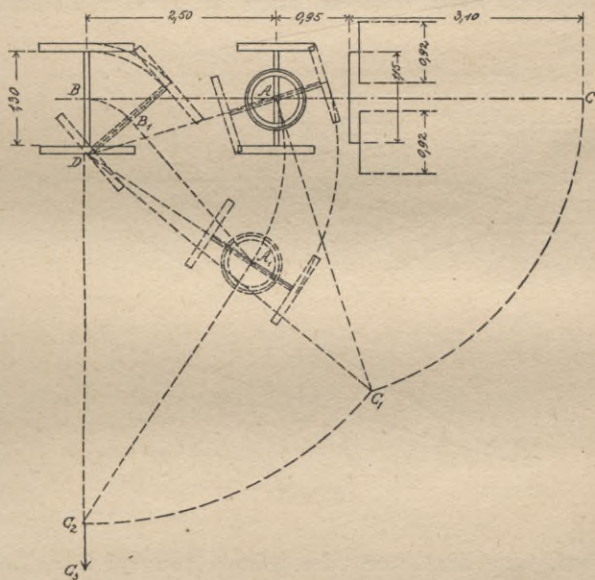


Abb. 4.

Wenn nun die Drehung mit dem kleinstmöglichen Halbmesser fortgesetzt werden soll, so wird ihr Mittelpunkt im Punkte D des Hinterrades liegen. Dabei gelangt A nach A_1 , B nach B_1 und C_1 nach C_2 und damit das ganze Vordergestell in die punktierte Lage bei A_1 . Wird nun endlich die Bewegung nach der Richtung C_3 fortgesetzt, so wird der Winkel DA_1B_1 fortgesetzt verkleinert, bis er gleich O

wird, und die Richtung des Fahrzeuges nun rechtwinklig zu der ersten ist. Eine solche Wendung erfordert kleineren Raum, als wenn der Punkt C sich in einem größeren Bogen nach C_3 bewegen würde. Bei Personenfurwerk ist der zum Umwenden erforderliche Raum noch geringer, da das Vordergestell so weit gedreht werden kann, daß es rechtwinklig zum Hintergestell steht.

Abb. 5 zeigt im Grundriß die Abmessungen eines Fuhrwerkes, wie es in der Landwirtschaft hauptsächlich Verwendung findet; bei ihm ist die Verdrehbarkeit des Vordergestelles beschränkter als beim vorigen. Der Winkel α beträgt hier etwa 25^0 bis 30^0 . Wenn das Vordergestell um diesen Winkel gedreht ist, C also nach C_1 und B nach B_1 gekommen ist, so erfolgt die den geringsten Raum beanspruchende Weiterbewegung des Fuhrwerkes um den Punkt D , wobei die in der Abb. gezeichneten Kreisbogen beschrieben werden, nämlich E nach E_1 , C_1 nach C_2 . Nimmt man nun an, daß das Fuhrwerk beim Einfahren in eine Krümmung sich an deren Innenseite befindet und sich dabei noch so lange in gerader Richtung fortbewegt, bis

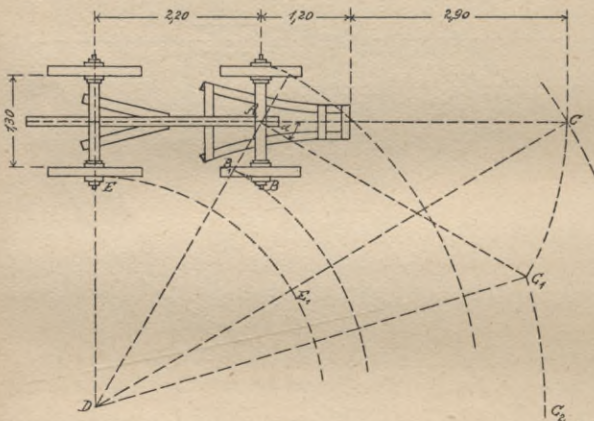


Abb. 5.

die Spitze der Deichsel (C) sich lotrecht über dem äußeren Straßenrande befindet, so ist DE_1 der innere, DE der äußere Halbmesser und E_1C_1 die Mindestbreite für die einspurige Straße, wenn man annimmt, daß in den Kurven eine Begegnung von Fuhrwerken nicht stattfinden

darf, eine Annahme, die jedoch nur bei Straßen mit geringem Verkehr, und auch dann nur gemacht werden darf, wenn zwischen den Krümmungen hinreichend lange gerade Strecken zum Ausweichen vorhanden sind. Bei einem Landfuhrwerk von 3 m Radstand muß man der so bestimmten Straßenbreite noch 2,0 bis 2,5 m zugeben, wenn in den Krümmungen eine Begegnung von 2 Wagen stattfinden soll.

Die ungünstigsten Abmessungen zeigen die Langholzfuhrwerke. Sie sind daher auf allen Straßen, die solchen Verkehr aufzuweisen

haben, der Bestimmung des kleinsten Krümmungshalbmessers und der Mindestbreite der Straße zugrunde zu legen. Während bei den bisher betrachteten Fuhrwerken nur das Vordergestell drehbar war, ist dies bei den Langholzfuhrwerken auch bei dem Hintergestell der Fall, denn sonst würden bei der bedeutenden Länge, welche die Baumstämme oft haben, die Straßen sehr große, mitunter unausführbare Krümmungshalbmesser erhalten müssen. Ein solches Langholz-

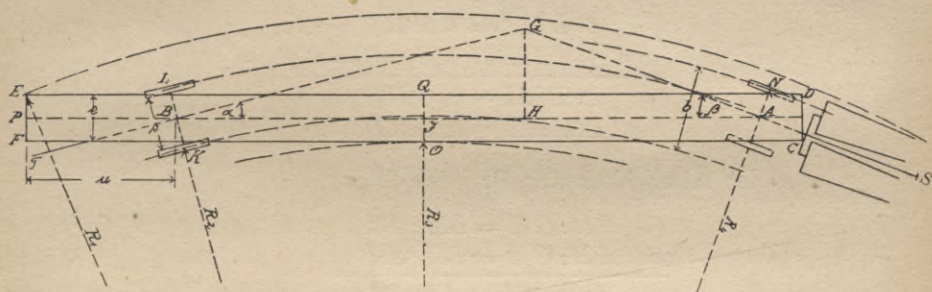


Abb. 6.

fuhrwerk ist in Abb. 6 schematisch dargestellt. Der Punkt S bedeutet die Deichselspitze, TB die Lenkstange des Hintergestelles, die in längeren, geraden Strecken und in Krümmungen mit großem Halbmesser gewöhnlich mittelst einer Kette an den Baumstämmen befestigt ist und nur in scharfen Krümmungen zum besseren Lenken benutzt wird. Dazu ist meist ein besonderer Arbeiter neben dem Fuhrmanne vorhanden. Die Stämme selbst sind durch das Rechteck $CDEF$ veranschaulicht. Sie stehen über Vorder- und Hintergestell etwas vor, über ersteres aber nur so weit, daß sie die Zugtiere in ihren Bewegungen bei Wendungen nicht hindern. Der hintere Überstand $PB = u$ ist dagegen beträchtlich größer, bis zu $\frac{1}{3}$ der Stammlänge und mehr. Kennt man nun den Abstand AB der Wagengestelle voneinander und die Winkel α und β , um welche die Gestelle gegen die Achse gedreht werden



Abb. 6a.

können, so kann man zunächst die Halbmesser R_2 und R_4 berechnen, da der Drehungsmittelpunkt der Schnittpunkt der verlängerten Mittellinien der Achsen der Gestelle ist. Um an Raum zu sparen, ist dieser Punkt M in Abb. 6 nicht gezeichnet dafür aber Abb. 6a beigegeben, an deren Hand man zu folgenden Ergebnis gelangt:

Es ist nach der Bauart der Wagen $BM \perp BG$ und $AM \perp AG$, folglich

$$\begin{array}{l} \sphericalangle BMI = \sphericalangle GBH = \sphericalangle \alpha \\ \text{und } \sphericalangle AMI = \sphericalangle GAH = \sphericalangle \beta \\ \hline \triangle BMI \sim \triangle GBH \\ \text{und } \triangle AMI \sim \triangle GAH. \end{array}$$

Aus der Ähnlichkeit der Dreiecke folgt:

$$\begin{array}{l} BH : GH = MI : BI \\ \text{und } AH : GH = MI : AI \\ \hline BH : AH = AI : BI \end{array}$$

Nun ist aber $BH = AB - AH$ und $AI = AB - BI$, also auch

$$(AB - AH) : AH = (AB - BI) : BI$$

Nach einem bekannten Satze aus der Verhältnislehre kann man dafür schreiben:

$$(AB - AH + AH) : AH = (AB - BI + BI) : BI$$

oder

$$\begin{array}{l} AB : AH = AB : BI \\ AH = BI \end{array}$$

Auf gleiche Weise findet man $BH = AI$.

Setzt man den Abstand der beiden Wagengestelle $AB = l$, sowie $AH = x$ und $BH = y$, endlich $HG = z$, so ist

$$\begin{array}{l} z = x \operatorname{tg} \beta \\ z = y \operatorname{tg} \alpha \end{array}$$

$$x \cdot \operatorname{tg} \beta = y \operatorname{tg} \alpha \dots \dots \dots \text{I}$$

$$\text{Da weiter } x + y = l \dots \dots \dots \text{II.}$$

so kann man aus diesen beiden Gleichungen x und y berechnen. Schreibt man Gleich. I etwas verändert an und multipliziert Gleich. II mit $\operatorname{tg} \alpha$, so erhält man:

$$\begin{array}{r} x \operatorname{tg} \beta - y \operatorname{tg} \alpha = 0 \quad + \} \\ x \operatorname{tg} \alpha + y \operatorname{tg} \alpha = l \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad + \} \\ \hline x(\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta) = l \operatorname{tg} \alpha \end{array}$$

$$\text{woraus folgt } x = l \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta} \dots \dots \dots 10)$$

$$\text{auf ähnliche Weise findet man } y = l \cdot \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta} \dots \dots \dots 11)$$

Nach Abb. 6 und 6a ist dann der Halbmesser des von dem Punkte K beschriebenen Kreises, wenn $BK = AN = \frac{s}{2}$ (halbe Spurweite):

$$R_2 = BM - BK = BM - \frac{s}{2}$$

Da aber $\frac{BI}{BM} = \sin \alpha$ und $BI = AH = x$, so ist $BM = \frac{x}{\sin \alpha}$

Aus Fig. 6a ist ersichtlich, daß

$$AM = \frac{y}{\sin \beta} \quad \text{und} \quad IM = \frac{x}{\operatorname{tg} \alpha} \quad \text{ist.}$$

Mithin ist

$$R_2 = \frac{x}{\sin \alpha} - \frac{s}{2} \dots \dots \dots 12)$$

Weiter ist der Halbmesser des durch den Punkt N gehenden Kreises

$$R_4 = AM + AN = AM + \frac{s}{2}$$

$$\text{oder:} \quad R_4 = \frac{y}{\sin \beta} + \frac{s}{2} \dots \dots \dots 13)$$

und der Halbmesser des von dem Punkte O beschriebenen Kreises:

$$R_3 = IM - IO$$

$$\text{oder:} \quad R_3 = \frac{x}{\operatorname{tg} \alpha} - IO = \frac{y}{\operatorname{tg} \beta} - IO \dots \dots \dots 14)$$

Setzt man endlich die Breite der Ladung $EF = e$ und den hinteren Überstand derselben $BP = u$, so ist $EQ = u + x$, und man erhält den Halbmesser des von dem Punkte E beschriebenen Kreises aus

$$R_1^2 = (u + x)^2 + (R_3 + e)^2$$

$$\text{zu:} \quad R_1 = \sqrt{(u + x)^2 + (R_3 + e)^2} \dots \dots \dots 15)$$

Es ist nun ohne weiteres klar, daß innerhalb des Raumes, welcher durch die Kreisbogen mit den Halbmessern R_1 und R_3 begrenzt ist, kein fester Gegenstand (Bäume, Einfriedigungen) sich befinden darf. Die durch den Punkt K mit dem Halbmesser R_2 und den Punkt N mit dem Halbmesser R_4 geschlagenen Kreisbogen geben die **Breite b der befestigten Fahrbahn**, wenn sich die Räder des Wagens genau an deren Grenzen bewegen dürfen. Das im äußeren Kreise gehende Zugtier befindet sich alsdann aber nicht mehr auf befestigter Bahn. Wenn dies dennoch der Fall sein soll, so muß man R_4 noch um etwa 0,4 m vergrößern.

Auch hier ist vorausgesetzt, daß in den Krümmungen eine Begegnung von Langholzfuhrwerk und anderen Wagen nicht stattfindet. Diese Annahme kann hier als gerechtfertigt betrachtet werden; wenigstens darf man voraussetzen, daß nur eine Begegnung von kurzen Wagen mit langen vorkommt, da das Langholzfuhrwerk fast stets nur nach einer Richtung beladen fährt, die zurückfahrenden leeren Wagen aber so kurz als möglich zusammengestellt werden. Zwischen den beiden Winkeln α und β , welche die Drehbarkeit der Hintergestelle angeben, besteht etwa die Beziehung

$$\alpha = \frac{2}{3} \beta \quad (\alpha \text{ etwa} = 30-35^\circ) \quad \dots \dots \dots 16)$$

Für Verbindungswege ist als kleinster Halbmesser 25 m noch zulässig. Bei Wirtschaftswegen sieht man noch als ausreichend an, wenn das Fuhrwerk von der Länge l und der Breite B in den Wegekümmungen innerhalb der Fahrbahn bleibt, aber in der Mitte die innere Kante berührt, und zwar sollen bei zweigleisigen Wegen die Fuhrwerke innerhalb der Mittellinie bleiben. Für Wirtschaftswege sind die in Tabelle II angegebenen Halbmesser noch zulässig. Aus dieser Tabelle kann man entnehmen, wie groß bei einer bestimmten Breite der Halbmesser gewählt werden muß, oder um wieviel die Breite vergrößert werden muß, wenn die Örtlichkeit zwingt, einen kleineren Halbmesser zu wählen.

Tabelle II.

Fahrbahn	Breite B in m	Fuhrwerkslängen $l =$		
		25 m	15 m	10 m
		kleinster Halbmesser in		
		m	m	m
zweigleisig	8,0	32,5	12,5	6,3
	7,5	35,8	13,6	6,7
	7,0	40,0	15,1	7,3
	6,5	45,5	16,9	8,0
	6,0	52,8	19,5	9,1
	5,5	63,1	23,1	10,6
	5,0	78,6	28,6	13,0
	4,0	30,5	10,5	4,0
eingleisig	3,5	38,3	13,3	5,5
	3,0	51,3	18,0	7,6

Wenn auch die Benutzung der oben angegebenen Formeln keine Schwierigkeiten bietet, so führt die zeichnerische Lösung, wie schon erwähnt, doch rascher zum Ziel. Man zeichnet die in Betracht kommenden Wagen maßstäblich auf unter Berücksichtigung der Dreh-

winkel der Gestelle, und erhält dann ohne weiteres aus der Zeichnung unmittelbar die erforderlichen Radien und Straßenbreiten.

4. **Wendungen.** Eine besondere Besprechung erfordern die bereits erwähnten **Wendungen (Wendeplatten, Serpentin, Kehren)**, d. h. diejenigen Stellen, an denen man gezwungen ist, die Richtung der Straße um 180° zu ändern (häufig im Gebirge). Dieselben liegen in steilem Gelände gewöhnlich halb in tiefem Einschnitt, halb in hohem Auftrag. Bei der Konstruktion ist darauf zu achten, daß der hintere Überstand des Langholzes, der auch meist etwas herabhängt, nicht am Grabenrand der Einschnittböschung, oder an den häufig vorkommenden Stützmauern, an Bäumen und dergl. anstößt. Über die Konstruktion, für die wir die entsprechenden Betrachtungen

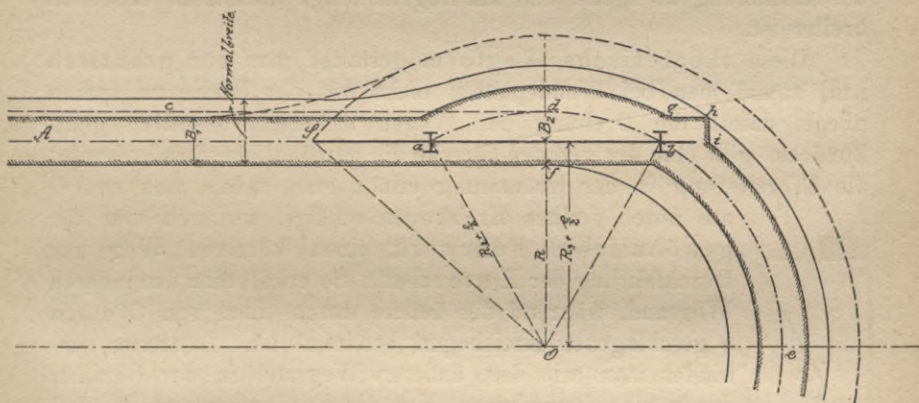


Abb. 7.

des Handbuches der Ing. Wissenschaften, I. Bd. II. Abt. (2. Auflage 1884) zugrunde legen wollen, ist nachstehendes zu bemerken:

Das Einfahren in die Wendeplatte soll möglichst günstig gestaltet werden, wozu eine Erbreiterung der Straße an der Einfahrt erforderlich ist. Deren Größe ergibt sich durch die Konstruktion. Auch hier wendet man zweckmäßig das graphische Verfahren an (Abb. 7). Der Einfachheit halber ist angenommen, daß die Drehwinkel der Wagengestelle α und β einander gleich sind. Es sei nun cd die gerade Richtung, aus welcher die Kehre in die Krümmung übergeführt wird, und de der Kreis, in welchem sich die Mitte der Wagenachse bewegt (da $\sphericalangle \alpha = \sphericalangle \beta$, so bewegen sich a und b in demselben Kreisbogen), so daß $Od = R_2 + \frac{s}{2}$, worin R_2 aus Gleich. 12 bestimmt ist. Man verlängere den Kreis nach rückwärts und trage in ihm eine Sehne $ab =$ dem Radstand l und parallel der Wegrichtung cd ein. Dann erfolgt die Bewegung des Wagens zunächst in der Graden

von A her, bis die Vorderachse in b , die Hinterachse in a angelangt ist. Dreht man nun die beiden Wägen gestelle gleichzeitig um den vollen Drehwinkel, so läuft der Wagen nunmehr durch die Krümmung, indem die Vorderachse den Bogen be und die Hinterachse den Bogen abe verfolgt.

Die Wegeränder ergeben sich theoretisch jetzt sehr einfach, indem man von dem Wege der Vorderachse $Aabe$ und der Hinterachse $adbe$ die halbe Spurweite des Wagens nach beiden Seiten mit einem gewissen Spielraum und der Bankettbreite abträgt, wobei man noch den Raum ghi , den man zum Aufstellen der Pferde, ehe das Vordergestell wendet, nötig hat, hinzugibt. Dadurch entsteht die in Abb. 7 schraffierte Wegform, wobei die gerade Strecke nicht tangential in die Krümmung übergeht, und am Bogenanfange die Straße erheblich breiter ist.

Diese theoretische Wegform gestaltet man nun praktisch um, zumal man bei Wendepfatten nicht mit der Breite zu sparen pflegt, damit die Drehung der Wagen sicherer vonstatten geht. Zunächst gibt man der geraden Strecke die gewöhnliche Straßenbreite; die Erbweiterung in der Krümmung erhält man, indem man von O aus durch f einen Kreisbogen schlägt, wodurch man für gewöhnliches Fuhrwerk einen kürzeren Weg zur Durchfahung der Kurve schafft. So erhält man den inneren Wegrand, während der äußere durch einen von O durch h geschlagenen Kreisbogen bestimmt ist. Letzteren verbindet man mit dem äußeren Wegrand in der Geraden durch eine Gegenkurve. Ist die Forderung gestellt, daß das Stammende S auf der Straße selbst Platz finden soll, so findet man den äußeren Wegrand durch einen mit OS

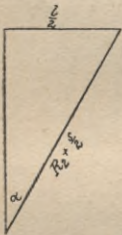


Abb. 7a.

geschlagenen Kreisbogen.

Will man die Breite B_1 in der Geraden und B_2 in der Krümmung rechnerisch feststellen, so erhält man nach Abb. 7 und 7a, wenn man die Spurweite mit s , den beiderseitigen Spielraum mit p und die beiderseitige Bankettbreite mit q bezeichnet:

$$B_1 = s + 2p + 2q \dots \dots \dots 16)$$

und

$$B_2 = B_1 + v$$

hierin ist

$$v = \left(R_2 + \frac{s}{2} \right) - \left(R_3 + \frac{e}{2} \right)$$

worin R_2 , R_3 und e die unter 3) gegebene Bedeutung und Größe haben. Nach den Gleichungen 12) und 14) war

$$R_2 = \frac{x}{\sin \alpha} - \frac{s}{2} \text{ und } R_3 = \frac{x}{\operatorname{tg} \alpha} - IO = \frac{x}{\operatorname{tg} \alpha} - \frac{e}{2}$$

mithin:
$$v = \frac{x}{\sin \alpha} - \frac{x}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{x}{\sin \alpha} - \frac{x \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{x}{\sin \alpha} (1 - \cos \alpha).$$

Nach Gleich. 10 war $x = l \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}$, oder da hier $\alpha = \beta$

$$x = \frac{l}{2}$$

also erhält man

$$v = \frac{l}{\sin \alpha} \cdot (1 - \cos \alpha)$$

Nun ist nach Abb. 7a:

$$\frac{l}{R_2 + \frac{s}{2}} = \sin \alpha, \text{ also } \frac{l}{\sin \alpha} = R_2 + \frac{s}{2}$$

mithin:

$$v = \left(R_2 + \frac{s}{2} \right) (1 - \cos \alpha)$$

und

$$B_2 = B_1 + \left(R_2 + \frac{s}{2} \right) (1 - \cos \alpha) \dots \dots \dots 17)$$

Der Halbmesser für den inneren Straßenrand endlich wird

$$R = R_3 + \frac{e}{2} - \frac{B_1}{2} = \frac{x}{\operatorname{tg} \alpha} - \frac{e}{2} + \frac{e}{2} - \frac{B_1}{2}$$

$$R = \frac{x}{\operatorname{tg} \alpha} - \frac{B_1}{2}$$

Es ist wieder $x = \frac{l}{2}$ und $\frac{x}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{l \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha}$ und da $\frac{l}{\sin \alpha} = R_2 + \frac{s}{2}$ so erhält man:

$$R = \left(R_2 + \frac{s}{2} \right) \cos \alpha - \frac{B_1}{2} \dots \dots \dots 18)$$

In bergigem Gelände folgt auf eine Kehre häufig eine Gegenkrümmung. Alsdann zeichnet man nach Abb. 8 die theoretische

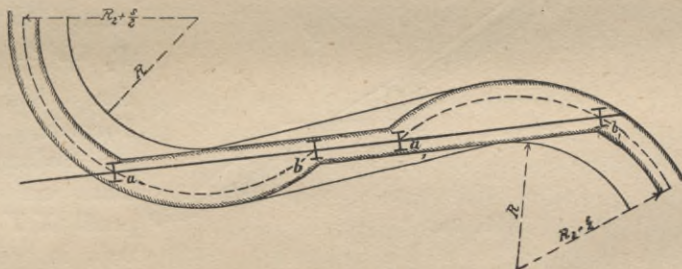


Abb. 8.

Form der Wegränder wieder so, daß die Sehnen $a_1 b_1$ und $a b$ gleich dem Radstand l werden. Die praktische Umformung der Begrenzung wird wie zuvor ausgeführt.

In den Wendepunkten wird man aber nicht nur den kleinsten zulässigen Krümmungshalbmesser anwenden, sondern man muß

auch die Steigung der Straße ermäßigen, da durch die schräge Achsenstellung die Reibung erheblich vermehrt wird. Zu diesem Zwecke sollte man größere Steigungen als $1\frac{1}{2}\text{‰}$ in solchen Stellen der Straße nicht zulassen. Die Konstruktion der Wendeplatte ergibt sich alsdann wie folgt:

In Abb. 9 sei cOd die Gerade im Grundriß (4 bis 6‰ Höchststeigung), dann darf die Verbindung der beiden Geraden selbstverständlich nicht durch eine Krümmung innerhalb derselben erfolgen,

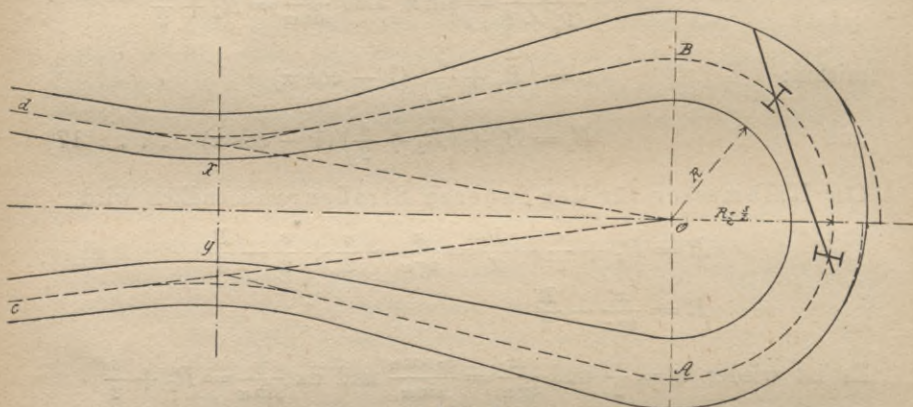


Abb. 9.

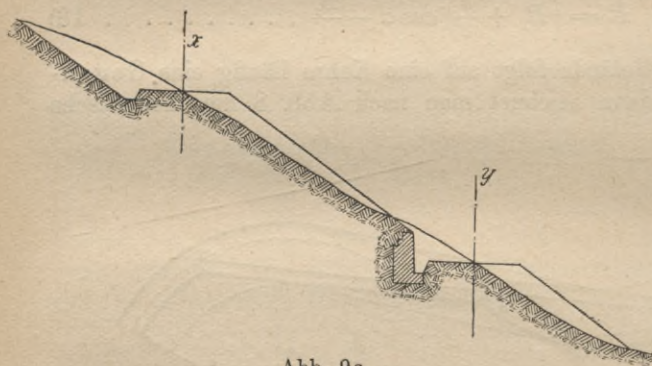


Abb. 9a.

sondern man wählt O gewöhnlich als Mittelpunkt und bestimmt die Krümmungshalbmesser R und $R_2 + \frac{s}{2}$ nach den bisherigen Formeln.

Sodann sucht man ein Querprofil XY (Abb. 9a), in welchem

gerade Raum für die beiden übereinander liegenden Teile der Wendeplatte vorhanden ist. In flachem Gelände konstruiert man dasselbe so, daß die beiden inneren Böschungen (des Auftrages und des Abtrages) in einer Geraden liegen, wogegen in steilem Gelände Stützmauern erforderlich werden (Abb. 9a). Nun schlägt man von O einen Kreis mit dem Halbmesser $R_2 + \frac{s}{2}$ und von X und Y Berührende an denselben, legt in den Ecken Krümmungen ein, deren

Halbmesser nicht kleiner ist als der zulässige kleinste Halbmesser, und legt so die Achse fest. In bekannter Weise wird sodann wie in Abb. 7 der innere und äußere Halbmesser der Wendelung aufgetragen, und die inneren und äußeren Begrenzungen der Straße durch Gegenkurven mit den geraden Wegstrecken bei X und Y verbunden. Dabei ist angenommen, daß auf dem höher gelegenen Teile der Straße das Stammende noch auf derselben Platz finden soll, während der tiefer gelegene Teil als Auffüllung gedacht ist.

Verfährt man in dieser Weise, so ist annähernd die Wegstrecke $dXB = dO$ und $cYA = cO$, wodurch die gekrümmte Strecke AB horizontal wird. Man kann jedoch auch ein kleines Gefälle ($1/2$ bis $1\frac{1}{2}$ ‰) einlegen. Dann werden Teile der Straßenstrecke BX und AY , auf denen die Drehung der Achsen schon beginnen muß, ebenfalls noch in die geringere Steigung fallen und auch die Erdarbeiten etwas geringer.

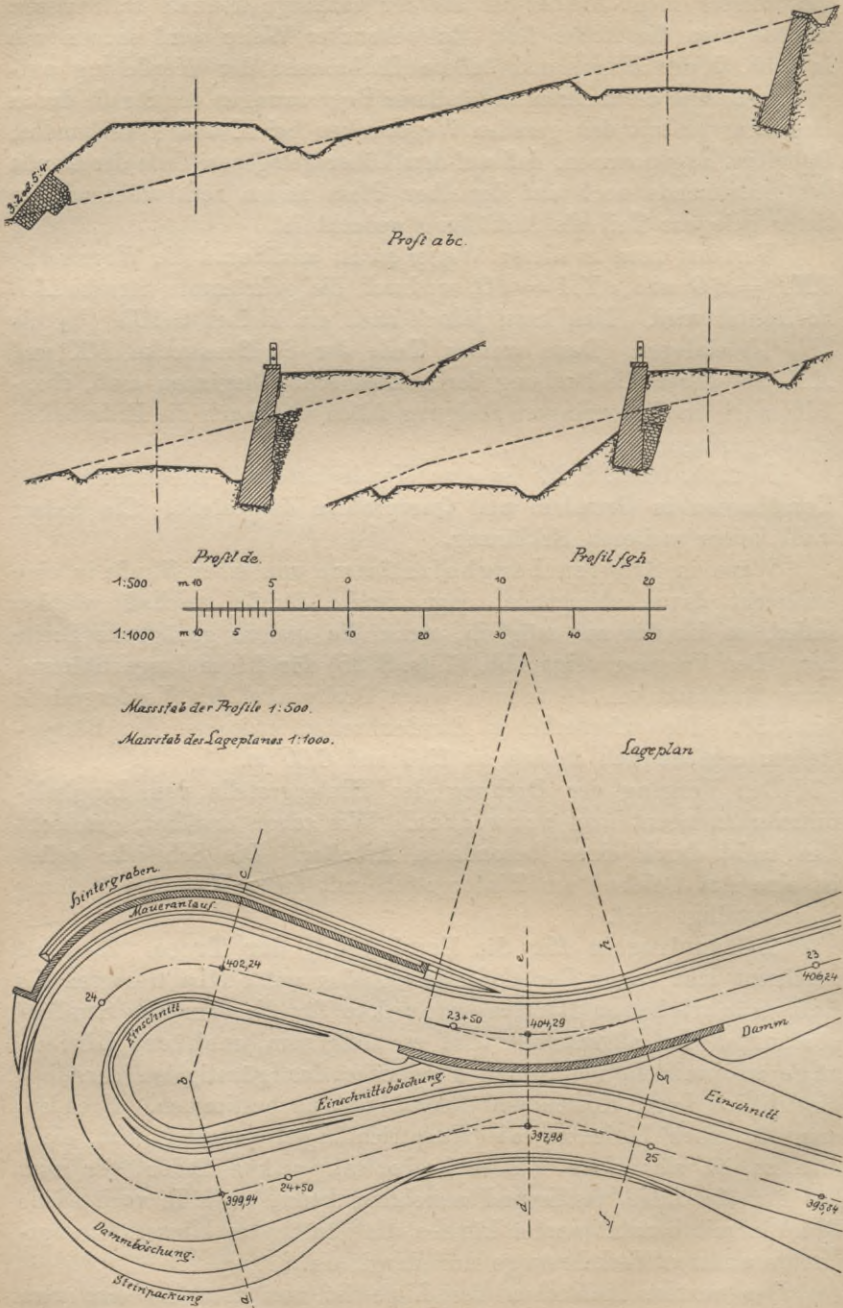
In Abb. 10 (s. S. 24) ist eine Wendeplatte mit Böschungen und Kunstbauten in Grundriß und Querprofilen dargestellt. Sie bedarf wohl keiner weiteren Erklärung.

Wenn in Städten Langholzstämmen von einer Straße in eine senkrecht davon abliegende, enge zweite Straße geschafft werden sollen, so ist das nur möglich, wenn die erstere genügende Breite hat. Den Vorgang zeigt Abb. 11 (s. S. 25) für 21 m lange Stämme, einen Radstand von 14 m und einen Drehwinkel des Vordergestells von 35° . Die erforderlichen Straßenbreiten zwischen den Bürgersteigen ergeben sich danach zu 15,0 und 6,60 m.

Den Vorgang der Drehung des Hintergestells von Langholzfuhrwerken nennt man Schwicken. Wie schon erwähnt, geschieht dies meist durch einen besonderen Arbeiter. Die Schwicke selbst ist eine Art Deichsel am Hintergestell, mit deren Hilfe die Drehung bewerkstelligt wird.

5. Hauptregeln für die Ermittlung der Trace. Zunächst bestimmt man unter Berücksichtigung des unter IIIa Gesagten die hauptsächlichsten Richtungspunkte für die einzelnen Straßenabschnitte. Im allgemeinen wird es nötig sein, mehrere Linienzüge zu ermitteln und durch Vergleiche den günstigsten derselben hinsichtlich Lage, Kosten und Rentabilität zu bestimmen. Nachdem man für einen Linienzug die Hauptrichtungen festgelegt hat, sieht man zu, ob sich noch weitere Zwischenpunkte finden, die man als für die Linie festliegend annehmen kann, ob z. B. vorhandene Brücken mit benutzt werden können, die günstigsten Überschreitungspunkte anderer Verkehrswege und dergl. mehr.

Das weitere Aufsuchen der Linie ist nun zunächst eine rein mechanische Arbeit. Man beginnt, entweder unten oder oben; besser



Maßstab der Profile 1:500.
 Maßstab des Lageplanes 1:1000.

Abb. 10.

ist letzteres, weil der Überschreitungspunkt über eine Wasserscheide meist fester bestimmt ist, als der Ausgangspunkt im Tal. Würde man unten beginnen, so wäre man nicht sicher, oben den richtigen Punkt zu treffen. Man ermittelt jetzt einen Linienzug, indem man von dem Gesichtspunkte ausgeht, daß die Kosten für die Erdarbeiten ein Minimum werden, was geschieht, wenn man sich mit der Gradienten bzw. der Achse im Grundriß dem Gelände möglichst

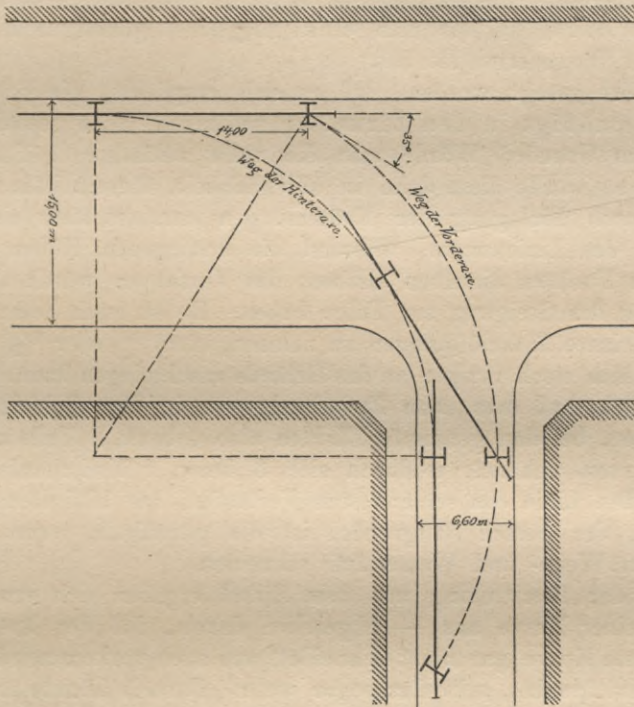


Abb. 11.

anschmiegt. Dies erreicht man dadurch, daß man das für die Straße zulässige größte Steigungsverhältnis festlegt und etwas geringer in den Zirkel nimmt. Ist dasselbe z. B. 1:25 und haben die Höhenkurven auf dem Schichtenplan einen Abstand von je 1 m, so würde die Zirkelöffnung 25 m, bei einem Maßstabe des Lageplans 1:2000 also 12,5 mm betragen. Mit dieser Öffnung geht man nun von Kurve zu Kurve, mit dem Ausgangspunkte beginnend. Dadurch erhält man eine Reihe von Punkten, die miteinander verbunden einen stark gebrochenen Linienzug ergeben, der die oben genannte Bedingung, wie leicht einzusehen ist, erfüllt. Diesen Linienzug gleicht

man nun zunächst durch Gerade und Krümmungen etwas aus und trägt sodann das Längenprofil für denselben auf. Hierbei wird sich häufig schon zeigen, ob nicht an einzelnen Stellen sich doch noch größere Erdarbeiten ergeben, als wünschenswert erscheint, den sichersten Aufschluß darüber erhält man jedoch erst durch Auftragung der Querprofile. Stellt sich nun heraus, daß der oben genannte Grundsatz nicht genügend gewahrt ist, so hat man die Linie ganz oder an einzelnen Stellen im Lageplane zu verschieben, Längen- und Querprofile entsprechend zu ändern, und dieses Verfahren so oft zu wiederholen, bis man einen möglichst günstigen Linienzug auf diese Weise ermittelt hat.

Es ist gesagt worden, daß es sich empfiehlt, die Steigung etwas ermäßigt in den Zirkel zu nehmen. Dies geschieht aus folgendem Grunde: Würde man die volle zulässige Größtsteigung nehmen, so würde diese dann in Wirklichkeit überschritten werden. Denn durch Einlegung der Krümmungen entsteht stets eine Verkürzung des Linienzuges, während die erstiegenen Höhen in den einzelnen Punkten dieselben bleiben; das Verfahren würde also eine Erhöhung der Steigung zur Folge haben. Es ist auch besser, überhaupt kleinere Zirkelöffnungen zu nehmen, etwa $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$, da man dadurch sich noch inniger an das Gelände anschmiegen kann. Selbstverständlich muß man dann Zwischenkurven in dem Schichtenplane einschalten, bei den genannten Zahlen also 4 bzw. 2 Teile zwischen je 2 Kurven nehmen, wodurch sich 3 bzw. 1 Zwischenkurve ergeben. Die Linie des schlankesten Verlaufes, des billigsten Grunderwerbes, des besten Baugrundes ist die günstigste, wenn sie am wenigsten Wege- und Wasserläufe schneidet.

Bei der Ermittlung mit dem Zirkel ergeben sich von jedem Punkte einer Kurve aus — abgesehen davon, daß der Kreisbogen die nächste Kurve gar nicht schneidet, was auch vorkommen kann — zwei Schnittpunkte, mitunter sogar mehr. Danach könnte man eine sehr große Anzahl von Punkten erhalten, doch wird man leicht erkennen, welche von diesen Punktreihen die brauchbarste ist, indem sehr stark gebrochene Linien für einen Straßenzug sich wenig eignen; auch kommen von den Punkten sehr viele sehr nahe aneinander zu liegen. Weicht der Linienzug, den man ermittelt hat, nicht sehr stark von der geraden Richtung ab, so wird man überhaupt möglichst lange Geraden einlegen und deren Winkel durch flache Kreisbogen ersetzen. Letzteres geschieht nach der bekannten Aufgabe aus der Planimetrie, einen Kreis von gegebenem Halbmesser zu zeichnen, welcher zwei gegebene Geraden berührt.

Sehr wichtig ist die Einlegung der Gradienten im Längenprofil. Man muß dieselbe so legen, daß einmal die zulässige größte

Steigung nicht überschritten wird, sowie daß zum andern die Auf- und Abtragsmassen sich gegenseitig ausgleichen. Man findet sie auch am besten durch Probieren (mit einem Zwirnfaden) und kann sie, wie im Erdbau schon beschrieben ist, durch parallele Verschiebung oder Heben bezw. Senken um einen ihrer Punkte verändern, wenn sich ein Ausgleich der Massen bei ihrer ersten Lage nicht ergeben würde. Dabei achte man aber darauf, daß aus den Einschnitten mehr Massen gewonnen werden, als in Dämmen gleicher Höhe verbaut werden, da einmal die bleibende Auflockerung des Bodens zu berücksichtigen ist, zum anderen aber auch die Einschnitte infolge Hinzutretens der Gräben erheblich breiter sind als die Dämme gleicher

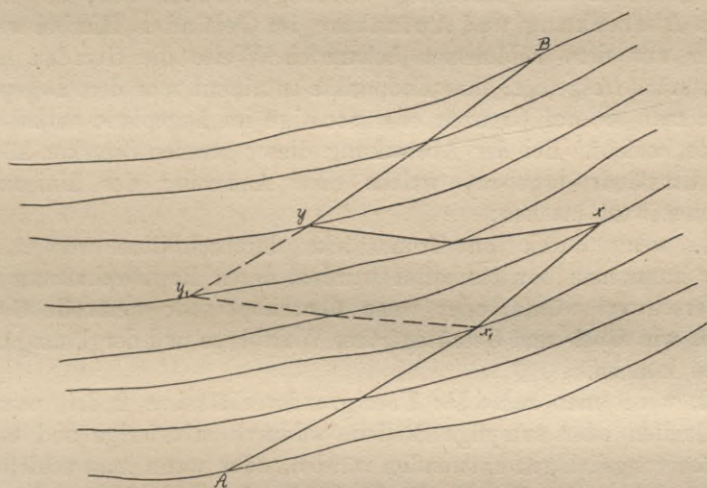


Abb. 12.

Höhe. Bei der Lage der Gradienten muß daher, wenn man von vorn herein ziemlich sicher gehen will, der Auftrag den Abtrag im Längensprofil scheinbar überwiegen.

Ergibt es sich, daß bei Anlage einer Straße auf einem Hange Wendepunkten notwendig werden, wie in Abb. 12, so sind zunächst die hierfür geeigneten Punkte mit flachem Gelände aufzusuchen und von diesen aus die Achse zu ermitteln. Auf eine Ermäßigung der Steigung braucht man dabei keine Rücksicht zu nehmen, weil man diese, wie wir schon gesehen haben, durch zweckmäßige Anordnung der Wendekurven schon erreichen kann. In der Abb. könnte die Linie xy beliebig nach oben oder unten verschoben werden, bis die beiden Endpunkte auf günstiges Gelände treffen würden.

Im allgemeinen hat man beim Ermitteln der Linie demnach folgende **Hauptregeln** zu beachten:

1. Möglichstes Anschmiegen an das Gelände.

2. Vermeiden verlorener Steigungen; eine einmal erstiegene Höhe ist ohne zwingenden Grund nicht wieder zu verlassen, es sei denn, daß man dadurch allein bedeutende Erdarbeiten vermeiden kann.

3. Innehaltung der Vorschriften über größte zulässige Steigung und kleinsten Krümmungshalbmesser.

Von zwei an sich annähernd gleich guten Linien verdient diejenige den Vorzug, welche sich der Richtung der Mittagslinie mehr nähert.

6. Abstecken und Aufnehmen der Linie; zeichnerische Darstellung eines Straßenprojektes. Wenn man nach dem Vorangehenden den Linienzug vorläufig ermittelt hat, so erfolgt dessen Absteckung und Aufnahme im Gelände. Hierbei werden in der aus dem Feldmessen bekannten Weise die Geraden durch Fluchtstäbe festgelegt; ihre Endpunkte entnimmt man dem Lageplane, indem man sie auf Grenzen oder sonstige im Lageplane enthaltenen Punkte bezieht. Bei der Absteckung dieser geraden Strecken können sich Umstände ergeben, welche eine Änderung des Linienzuges wünschenswert machen:

1. wenn durch ihn Grundstücke durchschnitten werden, die bisher zusammen bewirtschaftet wurden, deren Bewirtschaftung aber jetzt erschwert würde, oder wenn überhaupt sehr wertvolle Grundstücke, wie Obst- und Gemüsegärten, Weinberge und dergl. umgangen werden können.

2. wenn man schlechte Untergrundsverhältnisse findet, namentlich Quellen oder sumpfige Stellen, wodurch schwierige und teure Entwässerungsanlagen notwendig würden, oder wenn man schieferige Ablagerungen mit gegen die Straße einfallenden Schichten anschneiden müßte.

3. wenn Fluß- oder Bachläufe verlegt oder gerade gerichtet, oder größere Uferschutzbauten ausgeführt werden müßten, sowie wenn man durch Straßenverlegung Kunstbauten vermeiden kann.

Hat man den gebrochenen Linienzug ausgesteckt, so erfolgt nach den Regeln des Feldmessens die Absteckung der Krümmungen, für welche bei Straßen stets einfache Kreisbögen gewählt werden (bei Gegenkurven schaltet man des besseren Aussehens der Straße wegen ein kurzes Stück Gerade ein).

Nach der Absteckung der Linie erfolgt deren Stationierung in Abständen von 100 Metern durch genaue Messung. Jeder Streckenpunkt wird durch einen bis auf Geländegleiche eingeschlagenen Pfahl bezeichnet. Um diese Pfähle schnell wieder auffinden zu können, erhält jeder einen sog. Beipfahl, welcher genau in der Linie daneben bis auf 0,5 oder 0,6 m über Gelände eingeschlagen wird und die

Nummer des anderen Pfahles trägt. Jeder Brechpunkt des Geländes in der abgesteckten Achse wird zwecks Aufnahme eines Querprofils durch einen Pfahl bezeichnet nach Art der Beipfähle. Auch seitliche Brechpunkte des Geländes, die noch in den Bereich des Einschnittes oder Dammes fallen würden, müssen bei der Wahl der Profilpunkte berücksichtigt werden. Dann erfolgt nach bekannten Regeln die Aufnahme des Längenprofils und der Querprofile.

Über die **zeichnerische Behandlung** ist folgendes zu sagen: Nötig sind für die Ausarbeitung eine Übersichtskarte 1:20000 bis 1:200000, sowie ausführliche Pläne bis 1:500 mit Geländeaufnahmen in Streifen von 100 m Breite auf jeder Seite der Achse. Züge von mehr als 5 km Länge sind in mehrere Kartenabschnitte zu zerlegen. An jedem Ende derselben sind die Auftragungen um je 3 Stationen zu je 100 m über die Anschlußlinie hinaus zu erstrecken; diese überstehenden Enden werden nicht farbig behandelt. Der Maßstab für das Längenprofil entspricht dem des Lageplanes, die Höhen werden in 10 bis 20 facher Verzerrung aufgetragen. Die Querprofile sind im Maßstabe 1:200, höchstens 1:100 aufzutragen, in letzterem auch die Normalprofile für Auf- und Abtrag; Bauwerke, Durchlässe, Brücken, Dienstgebäude, Futtermauern sind im Maßstabe 1:100, schwierige Einzelheiten derselben in 1:50, 1:25 und 1:10 zu zeichnen.

Die Schnittlinien der Profilflächen mit den Geländelinien werden gewöhnlich schwarz ausgezogen, die Straßenachse im Längenprofil und die Schnitte mit den Begrenzungsflächen der Straßenkörper in den Querprofilen dagegen zinnoberrot. Im Längenprofil werden die Ordinaten in den Streckenpunkten, sowie in den Brechpunkten des Geländes schwarz gezogen bzw. gestrichelt. Die sich auf das Gelände beziehenden Höhenzahlen sind schwarz, die für die Straßenaxe rot, die auf Wasserstände sich beziehenden blau einzuschreiben. Steigungspfeile und Angabe der Steigungsverhältnisse sind in rot auszuführen. Die Auftrags- und Abtragsflächen in Längen- und Querprofilen werden in blassen Tönen angelegt, und zwar Abträge neutral, Aufträge karmin. Die Schnittlinien des Geländes erhalten einen nicht zu dunklen Sepiastreifen.

Im Lageplane werden alle Grenzen, Straßenlinien, Wasserläufe, kurz alles bestehende schwarz ausgezogen, die Wasserläufe blau angelegt; alles dagegen, was sich auf die neue Straße bezieht, wird rot ausgezogen, das Planum mit Karmin leicht angelegt, die Böschungsflächen tönt man grün ab, und zwar Dämme vom Planum weg, Einschnitte nach dem Planum zu.

7. Ausarbeitung des endgültigen Entwurfes. Für die weitere Bearbeitung des Straßennetzwurfes dienen das aufgenommene Längenprofil und die gleichfalls aufgenommenen Querprofile als Grundlage.

Diese werden aufgetragen, dann erfolgt die Einzeichnung der Straßenachse in den Lageplan, und zwar zunächst nach Maßgabe der im Vorentwurfe gemachten Ermittlung unter Berücksichtigung der bei der Absteckung etwa vorgenommenen Änderungen. Auch hierbei müssen sich Auf- und Abträge wieder ausgleichen, überhaupt auch alle bereits für den Vorentwurf gestellten Bedingungen innegehalten werden. Es ist also eine nochmalige genauere Massenberechnung aufzustellen, wobei man darauf zu achten hat, welche Erdmassen als zur Damm- bildung oder zur Unterlage für Dämme ungeeignet erscheinen und daher beseitigt werden müssen, überhaupt auf alles, was hierüber im 1. Teile „Erdbau“ gesagt worden ist. Die Einzeichnung der Böschungen und Gräben erfolgt an der Hand der Querprofile in einfacher, leicht zu verstehender Weise. Über die Anfertigung der Kostenanschläge wird später das Notwendige gesagt werden.

IV. Querschnitt der Straßen.

a) Allgemeines und Straßenbreite.

Der Querschnitt der Straße bezw. die Breite der einzelnen Teile hängt ab in erster Linie von der Größe des zu erwartenden Verkehres, sowie von der Gestalt und den Abmessungen der hauptsächlich die Straße benutzenden Fuhrwerke und muß in jedem einzelnen Falle bestimmt werden. Auch ist von Einfluß, ob sich die Straße in der Nähe großer Städte befindet oder nicht, und ob sie städtischen Anforderungen und Bedürfnissen mit zu genügen hat, oder nur ländlichem Verkehre dienen soll. Auch die Steigungsverhältnisse und die Sicherheit des Verkehrs müssen in Rücksicht gezogen werden, sowie schließlich die Beschaffenheit des Materials, die Art des Unterhaltungsbetriebes und teurerer Grunderwerb.

Die Grenzwerte für die Breite der Straßen sind im allgemeinen 5,0 bis 15,0 m. Bei ersterem Maß entfallen etwa 3,5 m auf die Steinbahn und je 0,75 m auf die Banketts. Hinzu kommt noch die Breite der Gräben und der Schutzstreifen, welche letzteren nach der preuß. Instruktion bei mittlerem und schlechtem Lande die Breite von 0,6 m, bei gutem Lande von 0,5 m bekommen. Nach der preuß. Instruktion ist die Mindestbreite 7,0 m, die größte Breite 12,0 m. Für Abweichungen sollte in jedem Falle ministerielle Genehmigung eingeholt werden. Nachstehende Tabelle III enthält die gebräuchlichsten Breiten nach der preuß. Instruktion.

Tabelle III.

Mit Sommerweg					Ohne Sommerweg			
Planumsbreite	Steinbahnbreite	Sommerweg	Materialienbankett	Fußgängerbankett	Planumsbreite	Steinbahnbreite	Materialienbankett	Fußgängerbankett
m	m	m	m	m	m	m	m	m
11,50	5,00	3,00	2,00	1,50	11,50	7,00	2,25	2,25
10,00	4,50	3,00	1,50	1,00	10,00	5,60	2,20	2,20
9,50	4,50	2,50	1,50	1,00	9,50	5,00	2,25	2,25
9,00	4,50	2,50	1,50	0,50	9,00	5,60	2,00	1,40
9,00	4,00	2,50	1,50	1,00	8,00	5,00	1,80	1,20
8,00	4,00 ?	2,50 ?	1,00 ?	0,50 ?	7,50	5,00	1,50	1,00
Ist die Planumsbreite $> 12,0$ und $< 9,0$ m, so ist bei der Anlage eines Sommerweges ministerielle Erlaubnis nötig.					7,50	4,50	1,80	1,20
					7,50	4,50	1,50	1,50
					7,00	4,50	1,50	1,00

Die hannoversche technische Anweisung von 1860 fordert keine Maße für die Gesamtbreite, doch soll nach ihr die Steinbahn nicht $< 3,5$ m und nicht $> 5,8$ m sein. Nach den Regeln über die allgemeine Bauart der Landstraßen und Chausseen in der Provinz Hannover vom 25. April 1873 soll die Breite der Steinbahn wenigstens 3,5 m, des Sommerweges 3,0 m, des Fußgängerbanketts 1,75 m, die Gesamtbreite also mindestens 8,52 m betragen. Fehlt der Sommerweg, so soll die Steinbahn wenigstens 4,0 m, jeder Fußweg 2,0 m, die Gesamtbreite also mindestens 8,0 m sein. Bei Klinkerbahnen darf ausnahmsweise der Sommerweg 2,5 m, das Fußgängerbankett 1,5 m, die ganze Straße also 7,5 m breit ausgeführt werden.

Die Wegeordnung für Schleswig-Holstein verlangt für die Hauptlandstraßen 4,5 m bis 6,0 m Breite der Steinbahn bei 10,0 m Gesamtbreite; die Nebenlandstraßen sollen 5,0 m Breite der Steinbahn bei 7,5 m bis 10,0 m Gesamtbreite erhalten; die Nebenwege in der Geest sind 5,0 m, in der Marsch 6,28 m breit anzulegen.

Bei der Bestimmung der Straßenbreite beachte man, daß ein beladener Erntewagen von 3,00 m Breite und ein Lastfuhrwerk von 1,80 m Breite und 1,52 m Spurweite sich ausweichen können. Die hierfür erforderliche Mindestbreite der Steinbahn ohne Spielraum zwischen beiden Fuhrwerken würde sein $b_{\min} = \frac{3,0 + 1,8}{2} + 1,52 = 3,92$ m. Will man Kosten für Erdarbeiten und Grunderwerb der Steinbahn sparen, so legt man sie einspurig an und schaltet alle 200 m Ausweicheplätze von 10,0 m Länge ein.

Die Bestandteile der Straße sind folgende:

1. Die **Steinbahn**, welche die Herstellung einer festen, möglichst ebenen Oberfläche bezweckt. Dadurch sollen der Zugwiderstand und

4. **Materialienbanketts** dienen zur einstweiligen Ablagerung der zur Unterhaltung notwendigen Materialien und werden nur da besonders angelegt, und zwar neben der Fahrbahn, wo der Unterhaltungsbetrieb es erfordert und wo es nicht zweckmäßig erscheint, einen Teil des Fußsteiges zur Aufnahme der Materialien zu benutzen.

Die Abb. 13 und 14 zeigen 2 Straßenprofile nach der preuß. Instruktion, und zwar eines mit Sommerweg, eines ohne den letzteren.

b) Quergefälle der Straßen.

Das Tagewasser muß von der Straße möglichst schnell abgeführt werden, da sonst der Untergrund durchweicht würde. Daher gibt man den Straßen außer dem Längsgefälle auch Quergefälle, und zwar ein möglichst steiles, da der Abfluß dann um so günstiger ist. Jedoch darf der Verkehr dadurch nicht erschwert werden, was besonders mit Rücksicht auf Glatteis zu beachten ist. Eine Ermäßigung des Quergefälles kann eintreten, wenn das Längsgefälle ein sehr starkes ist. Die Abdachung erfolgt fast stets nach 2 Seiten

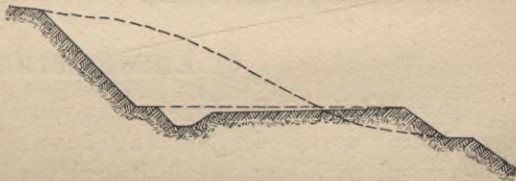


Abb. 15.

und beträgt 3 bis 6⁰/₀. In Gebirgsgegenden dagegen sieht man von dieser Regel ab und gibt der Straße ein einseitiges Gefälle nach der Bergseite zu (Abb. 15), um die Gefahr des Abrutschens der Fuhrwerke nach der Talseite hin bei Glatteis zu verhindern. Das im bergseitigen Graben sich dann ansammelnde Wasser wird durch Röhren oder Kaskaden unter der Straße hindurch abgeführt.

Die Größe des Quergefälles hängt ab von der Befestigung der Straße und kann um so geringer sein, je besser diese ist. Die Neigung beträgt:

- bei Chausseen 1:8 bis 1:10,
- „ Pflasterstraßen 1:12 bis 1:20,
- „ Asphaltbahnen 1:50.

Die preuß. Instruktion schreibt für Steinbahnen 6⁰/₀, für Banketts 4⁰/₀ Quergefälle vor.

Bei Abrundung der Straßenoberfläche nach einem Kreisbogen wird der mittlere Teil der Straße fast wagrecht, das Quergefälle dagegen nimmt nach den Seiten hin zu. Dadurch wird der Wasserabfluß ungünstig beeinflusst, und die Fußsteige werden sehr steil und erschweren das Gehen. Auch fahren die Fuhrwerke fast stets in der

Mitte der Steinbahn, so daß diese ungleichmäßig abgenutzt wird. Je breiter die Steinbahn ist, um so fühlbarer wird dieser Übelstand. Um dem abzuhelfen, führt man nur die Steinbahn als Bogen aus und fügt ihr Sommerweg, Fußsteig und Materialienbankett mit 3 bis 6 ‰ Neigung an. Das Bankett kann man wohl auch gegen die Steinbahn überhöht mit einer Neigung von 4 ‰ nach einer Gosse hin anordnen, wenn kein Sommerweg vorhanden ist.

In Schleswig-Holstein hat man mit Rücksicht darauf, daß die Steinbahn in der Mitte stärker vom Verkehre in Anspruch genommen wird, eine besondere Bauweise eingeführt. Der untere von Kantensteinen eingefasste Teil der Fahrbahn („Kern“ genannt) besteht aus grobem Steinschlag oder grobem Grand; darüber kommt ein breiter Teil Steinschlag von Segmentform; dies Verschleißsegment wird erneuert, sobald durch die Abnutzung der Kern zum Vorschein kommt. Die Steinbahn zeigt hierbei an der Stelle, wo die größte Abnutzung stattfindet, eine größere Stärke.

c) Entwässerung.

Zur Ableitung des Tagewassers (daneben auch zur Begrenzung der Straße) dienen die Seitengräben, die in Einschnitten stets beiderseitig, nach der preuß. Instruktion bei Dämmen auch beiderseitig, wenn es sich um Aufträge unter 0,6 m Höhe handelt, sowie sonst bei Aufträgen in geneigtem Gelände an der Bergseite ausgeführt werden. Ihre Böschungsneigung ist 1:1¹/₂, nur ausnahmsweise 1:1; ihre Sohlenbreite 0,5 m meist 0,6 m, ihre Tiefe 0,5 m bis 1,0 m (preuß. Instruktion). Das Längsgefälle folgt in der Regel der natürlichen Bodengestaltung, muß aber mindestens 1:800 betragen. Bei schwach geneigten und wagrechten Straßen wird das Gefälle auf- und absteigend hergestellt, und das Wasser aus den Knickpunkten durch Durchlässe seitlich abgeführt. Wird das Gefälle größer als 4 ‰, so muß man Sohle und Böschung gegen den Angriff des Wassers schützen, was geschehen kann durch

1. Abdeckung des Grabens durch Rasenstücke.
2. Abpflasterung bei starkem Gefälle und größeren Wassermengen.

Drainage ist in fettem, feuchten Boden erforderlich. Die Röhren müssen etwa 0,8 m tief verlegt werden, um gegen Frost oder Eisverstopfung geschützt zu sein; nach dem unteren Ende zu kommen sie natürlich noch tiefer zu liegen. Man legt sie am besten außerhalb der Steinbahn (etwa 0,6 m) zu beiden Seiten derselben an, damit man sie zwecks Reinigung oder Ausbesserung leicht erreichen kann. Die Anlage eines Rohres in der Mitte empfiehlt sich nicht.

Das Längsgefälle muß mindestens 1:2000 sein, doch ist steiles Gefälle (bis 1:100) besser. Seitenrohre, in kurzen Zwischenräumen verlegt, leiten das Wasser der Längsrohre mit einem Gefälle von höchstens 1:30 in den Graben. Die Rohrweite beträgt etwa 4 cm. Die Rohre werden zweckmäßig auf einer festgestampften Schicht von Ziegelschotter verlegt und mit Schotter umfüllt.



Abb. 16.

Gossen dürfen nach der preuß. Instruktion statt der Gräben in gebirgigen Gegenden und in tiefen Einschnitten hergestellt werden. Es sind gepflasterte Rinnen von 1,0 bis 1,5 m Breite (Abb. 16), deren Längsgefälle mindestens betragen muß bei Herstellung aus

gewöhnlichen Pflastersteinen	1:100	bis	1:150,
glatten	"		1:200 "
Klinkern und Werksteinen	1:500	"	1:600.

Die Breite der Sohle ist zweckmäßig 10 bis 17 cm.

Gossen werden auch in Ortschaften angelegt, wenn es an Raum für Gräben fehlt, oder wenn der Fußsteig mit hoher Bordkante versehen ist, wie in Abb. 17.

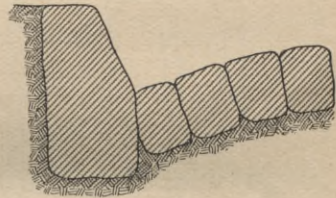


Abb. 17.

Überlaufmulden werden da ausgeführt, wo es unzulässig oder zu teuer ist, die Straßenkrone hochwasserfrei zu legen und entsprechend weite Brücken anzulegen. Da die Steinbahn durch das überströmende Wasser leidet, indem die Fugen ausgespült werden oder das Bindematerial ausgewaschen wird, so muß man sie gegen den Wasserangriff durch einen mindestens in gleicher Höhe mit ihrer Wölbung stromabwärts angelegten Fußsteig schützen. Er erhält eine doppelte Bordsteinreihe mit guter Fugendeckung. Die stromabwärts gelegene Böschung muß flach werden und zum Schutz gegen den Angriff der Strömung und Abspülung durch dieselbe mit Weiden oder Gesträuch bepflanzt werden (Abb. 18). Überlaufmulden sollten aber nur, wenn unumgänglich nötig, ausgeführt werden, da sie unpraktisch sind, den Verkehr erschweren und im Winter wegen Eisbildung gefährlich werden.



Abb. 18.

Das in den hier beschriebenen Entwässerungsanlagen sich sammelnde Wasser muß auf dem kürzesten Wege einem vorhandenen

Wasserlaufe (der Vorflut) zugeführt werden. Dabei werden quer zur Straßenrichtung unter dem Straßenkörper hindurch Durchlässe notwendig, wofür in der Regel Plattendurchlässe oder Tonrohre genügen. Erstere müssen nach der preuß. Instruktion mindestens 0,5 m Weite und 0,5 m Höhe, letztere wenigstens 0,25 m Durchmesser erhalten. Über die Herstellung der Durchlässe wird später das für den Straßenbau nötige unter „Nebenanlagen“ gesagt werden.

d) Die Benutzung von Landstraßen durch Eisenbahnen.

In neuerer Zeit werden die Landstraßen vielfach von Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung mit Dampf- oder elektrischem Betriebe benutzt. Dieser Umstand hatte in Preußen i. J. 1881 einen Ministerial-Erlaß zur Folge, von dem hier folgendes mitgeteilt sei:

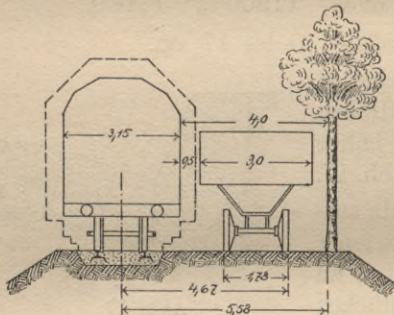


Abb. 19.

Die Benutzung öffentlicher Wege durch Dampf-eisenbahnen ohne völlige Trennung von dem für den Fuhrwerksverkehr übrigbleibenden Teile der Straße ist nur gestattet, wenn die Geschwindigkeit

20 km in einer Stunde nicht übersteigt. Neben dem Gleise muß ein Raum von wenigstens 4,00 m verbleiben, so daß ein Landfuhrwerk von der größten vorkommenden Ladebreite (3,0 m) neben dem Zuge fahren kann, und daß unter Mitbenutzung des Eisenbahnplanums 2 Landfuhrwerke einander begegnen können, wenn kein Zug die Stelle durchfährt (Abb. 19).

Wenn das Planum nicht benutzbar ist, so muß neben ihm ein freier Raum von 6,00 m verbleiben, und es müssen, je nachdem Langschwelen oder Querswelen verwendet werden, die Maße der Abb. 20 und 21 eingehalten werden.

In den Ortschaften soll das Gleis möglichst in die Mitte der Straße zu liegen kommen, und auf beiden Seiten Raum für je ein Landfuhrwerk von größter Ladebreite verbleiben (Abb. 22). Ist eine solche Breite nicht vorhanden, so muß das Gleis an die eine Seite

der Straße gelegt werden (Abb. 23). Danach ergeben sich die Mindestbreiten nach den in den Abbildungen enthaltenen Maßen.

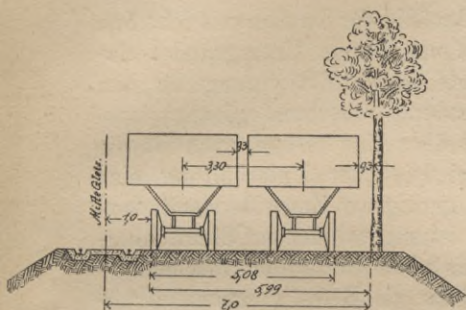


Abb. 20.

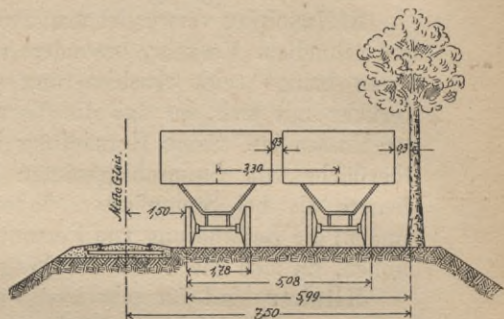


Abb. 21.

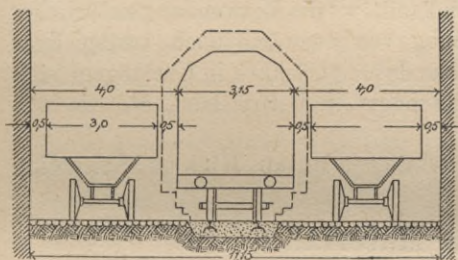


Abb. 22.

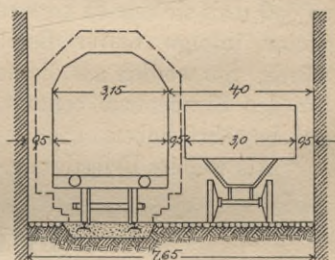


Abb. 23.

V. Befestigung der Straßen.

a) Allgemeines.

Die Wahl der Befestigungsart einer Straße ist von mancherlei Gesichtspunkten abhängig zu machen. In erster Linie ist mitentscheidend die Frage, ob gewisse Baumaterialien in der Nähe der Baustelle vorhanden sind, bezw. fehlen; sodann ist der Kostenaufwand, welchen jede einzelne Bauart für Neubau und Unterhaltung fordert, in Rücksicht zu ziehen. Das billigste Material ist dasjenige, für welches die Gesamtkosten des Neubaus und der Unterhaltung der Steinbahn am niedrigsten werden.

Steinpflaster eignet sich wegen seiner Widerstandsfähigkeit besonders für Straßen mit schwerem und starkem Verkehre, für Ortschaften aber noch besonders wegen der geringen Staub- und Schlamm bildung. Da das Pflaster eine Reihe von Jahren hindurch nur geringe

Ausbesserungen erfordert, so kann es trotz der bedeutenderen Anlagekosten sich infolge geringer Unterhaltungskosten häufig billiger stellen als andere Befestigungsarten.

Steinschlag verwendet man zweckmäßig für Straßen mit leichtem und schnellem Verkehr, besonders auf unsicherem Untergrunde; dagegen bringt seine Ausbesserung stets starke Belästigung für den Verkehr mit sich, so daß die Verwendung manchmal gänzlich ausgeschlossen ist. Seine Herstellung ist aber eine billige, auch ist die Oberfläche von Steinschlagbahnen bei leidlicher Unterhaltung eine ebenere als bei Steinpflaster, daher geringerer Zugwiderstand vorhanden; die Beförderung von Personen ist angenehmer auf Steinschlagbahnen, da sich die Stöße des Wagens nicht so fühlbar machen.

Klinker sind für schweren Verkehr als Befestigungsmittel ungeeignet, da sie leicht zerdrückt werden, aber sehr zu empfehlen für leichten und schnellen Verkehr. Ihr Preis ist jedoch ein sehr hoher, so daß man sie nur da verwenden kann, wo die Verwendung natürlicher Steine infolge teurer Beschaffung von auswärts noch kostspieliger würde. Sie werden aus diesem Grunde hauptsächlich in Küstengegenden für den Straßenbau benutzt, besonders in Ostfriesland, wo sie sich gut bewährt haben.

Als weitere Befestigungsmittel dienen **Rasen, Kies und Schlacke**.

b) Das Material.

1. **Pflastermaterial.** Am besten geeignet ist dasjenige Material, welches neben der notwendigen Festigkeit und Dauerhaftigkeit sich am leichtesten bearbeiten läßt. Es darf aber nicht zu glatt sein, damit es den Zugtieren nicht gefährlich wird.

Gutes Pflaster erhält man aus Basalt, Grünstein, Grauwacke u. dgl.; in der norddeutschen Tiefebene verwendetet man auch Findlinge, obwohl sie sich nur wenig zu Pflastersteinen eignen. Kalksteine spalten sich leicht beim Rammen und nutzen sich stark ab; man sollte sie daher zu Pflasterungszwecken ganz vermeiden.

2. **Klinker** sind bis zur Sinterung gebrannt, daher fest und wetterbeständig. Sie sollen eine regelmäßige Form haben und keine Blasen und Risse zeigen; beim Anschlagen mit dem Hammer müssen sie einen hellen, metallischen Klang geben. Die Abmessungen schwanken zwischen 18 und 23 cm Länge, 10 und 11 cm Breite, 4,5—5,5 cm Stärke.

3. **Künstliche Pflastersteine** aus Hochofenschlacke hergestellt. Entweder werden, wie bei natürlichen Steinen, die Schlackenklumpen mit dem Hammer bearbeitet, oder die flüssige Masse wird in Formen gegossen. Der bei ersterem Verfahren erhaltene starke Abfall kann

zu Steinschlag verwendet werden. Die gegossenen Steine, welche unter einer Sanddecke langsam erkalten müssen (**getempert** werden), sind sehr dauerhaft und fest, werden aber **glatt**, weshalb man ihre Kanten brechen muß, damit die Zugtiere besseren Halt finden.

4. **Steinschlag.** Das hierzu verwendete Steinmaterial darf nicht zu geringe Festigkeit besitzen, weil sonst der Materialverbrauch infolge Zerstörung der an der Oberfläche befindlichen Brocken zu groß würde, die Brocken aber infolge ihrer geringen Größe leichter zerdrückt werden als Pflastersteine. Am besten eignen sich zur Herstellung des Steinschlages nicht zu spröde Gesteine, sowie solche, welche nicht zu klebrigen, zähen Schlamm bilden, wie Basalt, Granit, Porphy, Grünstein, Findlinge und Grauwacke. Für den Grundbau, für den das in der Nähe vorkommende Gestein verwendet wird, ist Gneis und Gabbro zu empfehlen. Hat man Steine aus verschiedenem Material, so muß die Decke aus dem besten, der Unterbau aus dem schlechteren hergestellt werden, dagegen ist eine Mischung verschiedenartiger Steine durchaus unstatthaft, weil eine ungleichartige Abnutzung die Folge sein würde.

5. **Hochofenschlacke** wird, wo sie zu haben ist, mit gutem Erfolge anstatt Steinschlages zur Herstellung der Straßenfahrbahn verwendet, ist aber in sprödem Zustande unbrauchbar und muß daher zuvor **getempert** werden: d. h. man läßt die leichtflüssige Schlacke in größere Behälter oder Gruben laufen, in denen sie, mit Kohlen- oder Schlackengrus bedeckt, langsam erkaltet. Dadurch erhält man ein dichtes und körniges Gefüge. Die Schlacke darf nicht zu viel Kieselerde enthalten, weil sie sonst zu glasig ist und dadurch für den Straßenbau unbrauchbar wird; enthält sie zuviel Kalkerde, so zerfällt sie nach dem Erkalten an der Luft. Die Farbe ist meist grau-grün, gelblich oder weißlich. Die Verwendung der Schlacke gestaltet sich in steinarmen Gegenden viel billiger als die von Steinen; die Hütten erzielen obendrein dadurch einen Gewinn, während sie früher die Schlacke unter Unkosten beseitigen mußten.

6. **Grand und Kies.** Unter ersterem versteht man gröberes, unter letzterem feineres Geschiebe, welches man entweder aus Gruben gewinnt, in welchem Falle es meist mit sandigen oder lehmigen Teilen mehr oder weniger versetzt ist, oder aus Flußläufen. Gegenüber dem Steinschlag haben die einzelnen Brocken eine rundliche Form; sie bilden daher für sich allein keinen fest zusammenhängenden Körper, so daß das Ausfüllungsmaterial wirkliches Bindematerial wird. Man muß deshalb reichlich Lehm zusetzen, um die Hohlräume zu füllen und ein festes Gefüge zu erhalten.

c) Die Herstellung der Befestigung.

1. **Pflasterbahnen.** Das Pflaster muß auf einem festen Untergrunde stehen und durch Reibung der Seitenwände in seiner Lage erhalten werden. Um den Untergrund dauerhaft zu erhalten, ist das Eindringen von Wasser in die Fugen des Pflasters möglichst zu verhüten. Das trotzdem durchsickernde Wasser muß durch die Unterbettung selbst unschädlich gemacht werden, diese daher aus wasserdurchlässigem Material hergestellt werden, wozu sich Kies, möglichst reiner grobkörniger Sand oder Steinschlag am besten eignet, vorausgesetzt, daß nicht der natürliche oder künstliche Untergrund schon aus solchem Material besteht. Beton verwendet man als Unterbettung fast nur bei städtischen Straßen. Die Stärke der Bettung beträgt 15 bis 20 cm, sie geht gleichmäßig unter dem ganzen Pflaster hindurch; ihr Überstand zu beiden Seiten des Pflasters ist je 15 cm. Danach ist der Grundbaukasten zu bemessen. Die Pflastersteine werden zwischen 25 bis 30 cm hohen Bordsteinen versetzt, und zwar im Verbande.

Die Wölblinie hält man durch hölzerne Lehren ein. Jeder Stein muß fest und voll mit Sand unterfüllt und dicht gegen die anderen Steine angetrieben werden; die Fugen sollen möglichst schmal werden, da hiervon die Haltbarkeit des Pflasters wesentlich abhängt. Breite und Höhe nebeneinanderstehender Steine müssen gleich sein, wenn sie dem Stoß und Druck der Räder gleichmäßigen Widerstand entgegensetzen sollen.

Die Steine werden je nach der Dichtigkeit der Bettung 4 bis 8 cm höher gesetzt, als sie nach Fertigstellung sein sollen und dann unter mehrmaligem Einschlämmen mit Sand gerammt, wozu 1- bis 4-männige Handrammen verwendet werden. Die beim Rammen zerprungenen Steine müssen möglichst schnell ersetzt werden. Steine, welche nach dem Rammen zu niedrig oder zu hoch stehen, sind herauszuheben und in die richtige Höhe zu bringen.

Die Bordsteine rammt man nicht, sondern versetzt sie gleich in der richtigen Höhenlage. Hochbordsteine stehen etwa 10 bis 15 cm höher als die Pflasterbahn und greifen mindestens ebenso tief in die Bettung ein. Auf das fertige Pflaster kommt eine 1 bis 2 cm starke Kiesschicht, damit alle Fugen und Vertiefungen ausgefüllt werden, wodurch auch die Benutzung angenehmer wird. Man unterscheidet folgende Pflasterarten:

Reihenpflaster. Das Pflaster besteht aus durchlaufenden Reihen, die Steine sind im Verbande gesetzt. Auf Landstraßen werden gewöhnlich nur die geringeren Arten des Reihenpflasters ausgeführt.

Die Reihen sind entweder rechtwinklig zur Straßenrichtung oder unter 45° gegen diese geneigt, doch sind bei letzterer Anordnung die dreieckigen Anschlußsteine an die Bordsteine schwierig herzustellen. Das schräge Reihenpflaster ist deshalb für Landstraßen nicht zu empfehlen. Vorteilhaft wendet man es nur bei den Überlaufstellen im Hochwassergebiet an, denn die Fugen, welche der Richtung der Strömung nicht gleichlaufen, werden durch diese nicht so leicht ausgespült.

Krümmungen werden strahlenförmig ausgeführt, wozu man die Steine passend auswählen muß. Die Pflastersteine auf Landstraßen sind zweckmäßig 10 cm breit, 20 cm lang und nicht über 22 cm hoch. Die beste Form ist die eines Parallelepipedons, weil solche Steine in umgekehrter Lage nochmals benutzt werden können; weniger gut sind Steine, welche zwar vom Kopfe ab zunächst auf 2,5 bis 5,0 cm lotrecht, dann aber verjüngt verlaufen; am wenigsten sind solche Steine zu empfehlen, welche sich vom Kopfe an verjüngen, so daß die Fußfläche nur $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{3}$ der Kopffläche beträgt.

Schiebepflaster. Dieses besteht aus unregelmäßigen Pflastersteinen und findet Anwendung bei Wegen von untergeordneter Bedeutung, wenn Reihenpflaster zu teuer würde. Auch hier werden die Steine möglichst dicht aneinandergetrieben, bilden aber keine Reihen, so daß die Fugen unregelmäßig verlaufen. Die ebenste Fläche eines Steines wird zur Kopffläche genommen.

In Ortschaften spart man oft dadurch an Geld, daß man den hauptsächlich vom Wagenverkehr benutzten mittleren Teil der Fahrbahn mit Reihenpflaster, die Seiten mit Schiebepflaster versieht. Zur Befestigung der Fußwege ist Schiebepflaster aus 3 bis 6 cm großen Steinbrocken zu empfehlen, da es billig und dauerhaft, sowie auch bequem ist.

Reihenschiebepflaster hält die Mitte zwischen den beiden genannten Pflasterarten, indem zwar Reihen, doch von ziemlich unregelmäßiger Gestalt zum Vorschein kommen, da die in jeder Reihe verwandten Steine ungleich und schiebepflasterartig gesetzt sind. Auch kommt es vor, daß 2 breitere Reihen etwa gegen 3 schmalere stoßen. Reihenschiebepflaster wird auf Landstraßen besonders innerhalb kleinerer Ortschaften ausgeführt; gut hergestellt, genügt es für kleineren Verkehr.

2. Bahnen aus künstlichen Pflastersteinen. Die Bettung erhält eine Stärke von 30 bis 40 cm und ist nach den für Pflasterbahnen aus natürlichen Steinen gegebenen Regeln herzustellen. Pflanzliche Beimengungen dürfen in ihr nicht enthalten sein. Durch Walzen und Rammen erfolgt die Dichtung der Bettung. An beiden Seiten

der Steinbahn werden zuerst 2 Reihen Saumsteine als Läuferreihen im Verbande gesetzt. Zwischen sie kommen die Klinker reihenweise rechtwinklig zur Straßenachse gleichfalls im Verbande. Sie werden auf die schmale Langseite gesetzt. An den Seiten beginnt man. Um die Wöbelinie genau einzuhalten, benutzt man eine Schablone für die ersten Reihen, für die folgenden kleine Richtscheite, die man gleichlaufend zur Straßenachse legt. Zur Kontrolle zieht man sodann die Schablone nach. Es ist zweckmäßig den Verband so zu wählen, daß die Stoßfugen der einen Reihe die Steine der nächsten nicht in der Mitte treffen, sondern in $\frac{1}{3}$ der Steinbreite, weil bei fortschreitender Abnutzung hierbei ein Brechen der Steine nicht so leicht eintreten kann, wie bei der anderen Anordnung. An Überlaufstellen oder stark benutzten Übergängen ordnet man die Klinker auch wohl flechtartig an.

Im allgemeinen werden die Klinkerbahnen nur mehrmals eingeschlämmt, aber nicht abgerammt, jedoch hat man in Schleswig-Holstein durch Walzen gute Erfolge erzielt.

In starken Krümmungen ist natürliches Pflaster vorzuziehen, andernfalls muß man Keilstücke verwenden.

Die fertige Decke erhält eine 1 cm starke Sandschicht, damit die Fugen gut gedichtet werden und auch die Abnutzung der Steine durch die Hufe der Zugtiere verringert wird. Damit die Deckschicht nicht fortgeschwemmt oder vom Winde fortgeweht wird, ordnet man einen Hochbord an, am besten aus natürlichen Steinen. Die Entwässerung erfolgt alsdann durch Röhren in etwa 50 m Abstand. Doch gewährt diese Anordnung nicht völlig den gewünschten Schutz und bietet mancherlei sonstige Nachteile, so daß man in neuerer Zeit mehr und mehr Abstand davon nimmt, zumal auch die Hochborde fast nie von den Fußgängern benutzt werden, weil das Gehen auf der Klinkerbahn weit bequemer ist. Man ordnet daher wie bei den natürlichen Pflasterbahnen nur eine möglichst sorgfältig ausgeführte Sandschicht an.

Die Herstellung von Pflaster aus Schlackensteinen erfolgt ebenso wie die für Bahnen aus natürlichen Steinen; das Pflaster wird gewalzt, nicht gerammt.

3. Steinschlagbahnen. Die Stärke der Steinschlagbahnen richtet sich nach der Beschaffenheit des Untergrundes, des Steinmaterials und vor allem auch nach dem zu erwartenden Verkehre. Nach der preuß. Instruktion soll sie im Mittel 21 bis 28 cm betragen. Mit Rücksicht auf die in der Mitte größere Abnutzung pflegt man sie dort 8 bis 10 cm stärker zu machen als an den Seiten, zu welchem Zwecke man die Sohle des Grundbaukastens flacher wölbt als die Straßenoberfläche. Damit diese seitlich nicht ausweichen kann, setzt man 10

bis 15 cm breite Bordsteine; doch ist diese Anordnung bei Chausseen selten. Diese Bordsteine müssen mindestens 10 cm unter dem Erdkasten liegen. Bei nachgiebigem Boden sind sie mit einem schmalen Streifen Steinschlag zu hinterstampfen, wodurch auch ihr Abrücken beim Walzen vermieden wird. Die Steinschlagbahn besteht aus zwei bis drei Teilen:

1. dem **Grundbau** oder der **Packlage**,
2. der **Mittellage**,
3. der **Decklage**.

Die **Stärke der Packlage** beträgt nach der preuß. Instruktion 12 cm, nach der hannoverschen Anweisung höchstens 15 cm. Die Steinstücke, welche am besten pyramidenförmige Gestalt haben, sollen etwa 10 cm Seitenlänge aufweisen und werden hochkantig in gutem Verbande auf die breite Unterfläche in den Erdkasten gestellt, derart, daß die Spitzen freistehen, aber nicht aneinander lehnen. Die Zwickel in der Oberfläche der Packlage werden ausgefüllt und abgewalzt. Doch hat sich diese Anordnung für schweren Verkehr nicht gut bewährt und wird deshalb nur da ausgeführt, wo das Material geringe Festigkeit hat. Man verläßt daher den Packlagenbau mehr und mehr und führt den Unterbau aus Steinschlag aus, dessen Brocken 6 bis 8 cm Seitenlänge haben. Auch gebraucht man als Unterlage groben Kies, welcher möglichst zerschlagen ist, damit er scharfe Kanten erhält, und mehr als Nußgröße hat.

Das Verfahren, die Steinschlagbahn nur aus Steinschlag herzustellen, ohne Verwendung einer Packlage, ist aus der Bauweise des Schotten Mac Adam (1820) hervorgegangen und wird nach ihm auch kurz **Macadamisierung** genannt. Doch ist er nicht der Erfinder, sondern nur der Verbreiter dieser Bauweise gewesen. Für den zum Unterbau verwendeten Steinschlag kann, wenn man dadurch eine Kostenersparnis erzielt, schlechteres Material verwendet werden, wie für die Decklage, welche stärkerer Abnutzung unterworfen ist. Die Stärke eines derartigen Unterbaues richtet sich nach der Beschaffenheit und dem Preise des verwendeten Materiales, sowie nach dem zu erwartenden Verkehre. Er wird mit unbelasteter Chausseewalze ohne Bindematerial abgewalzt, und zwar nur solange, bis der Steinschlag anfängt, sich fest zu lagern, aber nicht, bis die Oberfläche glatt wird.

Die Stärke eines Unterbaues aus Grand oder Kies, der aber dem aus Steinschlag nachsteht und nur dann der Kostenersparnis wegen ausgeführt wird, wenn die Haltbarkeit der Steinbahn dadurch nicht vermindert wird, beträgt das 0,4 bis 0,6fache der ganzen Steinbahn.

Die **Decklage** erhält nach der preuß. Instruktion eine Stärke von mindestens 8 cm in der Mitte und 5 cm an den Seiten; nach der hannoverschen Anweisung soll sie mindestens zu 7,5 cm an den Kantensteinen angenommen werden, wenn Unterbau und Decke aus gleichem Material bestehen, andernfalls in der Mitte zu mindestens 10 cm, an den Seiten zu 4 bis 5 cm. Die Korngröße für die Decklage beträgt je nach der Güte des Materials und dem zu erwartenden Verkehre 3,5 bis 5 cm. Je fester das Material, desto kleiner kann die Größe der Körner sein.

Zwischen Packlage und Decklage ordnet man noch eine besondere **Mittellage** an, wenn das Material für den Unterbau sehr gering, für den Oberbau aber sehr teuer ist. Das Material für diese Lage kann dann mittelgut sein. Die Stärke einer derartigen Lage beträgt 5 bis 8 cm. Auch sie wird einige Male abgewalzt. Unterlage und Decklage werden dann entsprechend schwächer ausgeführt.

Was die **Herstellung des Steinschlages** anbetrifft, so soll dieselbe so erfolgen, daß die einzelnen Stücke möglichst Würfelform von gleicher Stärke erhalten, da bei solchen Stücken die Tragfähigkeit am größten ist. Er darf auch nie zu fein werden, da bei der sowieso eintretenden Abnutzung die Gefahr des Zerdrückens immer größer wird. Der Steinschlag wird meistens durch Handarbeit hergestellt; die dazu verwendeten Hämmer sind entweder langstielig von 0,5 kg Gewicht, oder kurzstielig von 3 bis 4 kg Gewicht. Die Zerkleinerung erfolgt auf einem größeren Stein, wobei der Arbeiter im ersten Falle steht, im anderen aber sitzt.

Der Steinschlag kann auch durch Maschinen hergestellt werden, was erheblich billiger ist, aber auch mancherlei Nachteile hat. Die Steinbrocken werden dabei leicht rissig, was als hauptsächlichster Übelstand der Maschinenbereitung angesehen werden muß, denn solches Material zerstört dann leicht beim Eindringen von Wasser. Auch werden bei manchen Gesteinsarten sehr viele splittrige Stücke geliefert, die durch den Verkehr dann schnell zerdrückt werden. In jedem Falle muß man feststellen, ob diese Nachteile durch die billigere Herstellung des Materiales aufgewogen werden. Im allgemeinen werden Steinbrechmaschinen nur für größere Betriebe in Frage kommen, da sie nur da ohne wesentliche Unterbrechungen benutzt werden können, also lohnbringend sind. Auf die Konstruktionen derselben soll hier nicht eingegangen werden, es sei auf den betreffenden Abschnitt des Handbuches der Baukunde, Abt. III,* Heft 4 verwiesen.

Vor dem Einbringen des Steinschlages in den Unterbau muß derselbe erst sorgfältig gesiebt werden. Dies geschieht gewöhnlich mittels flach geneigter Doppelsiebe. Der Steinschlag wird dadurch

nach Korngröße sortiert, wodurch man die Möglichkeit hat, in den einzelnen Schichten der Steinbahn immer Stücke von gleicher Größe verbauen zu können, wodurch allein eine gleichmäßige Abnutzung erreicht wird. Der feinere Steinschlag wird für den oberen Teil, der gröbere für den Unterbau der Steinbahn verwendet. Man kann zweckmäßig Siebetrommeln verwenden. Dieselben sind 2,2 m lang bei 50 cm Durchmesser und haben von hinten nach vorne an Größe zunehmende Löcher von 25, 38 und 70 mm. Die Trommel steht schräg, das Einschaufeln des Steinschlages erfolgt am oberen Ende; die unten herausfallenden Steine sind zu groß und müssen nochmals zerkleinert werden. 3 Mann können mit dieser Maschine täglich 17 bis 18 cbm Steinschlag sortieren.

Erdige Bestandteile dürfen nicht vorkommen, weshalb der Steinschlag vor dem Verbauen in Schüttgefäße geharkt, dort tüchtig geschüttelt und dann erst verwendet wird. Ebenso muß Kies für den Unterbau lehmfrei sein, während er für die Decklage etwas Lehm enthalten darf.

Als **Füllmaterial** zum Schließen der Hohlräume eignet sich am besten Kies von etwa Erbsengröße, oder, wenn er nicht beschafft werden kann, grober Sand. Durchschnittlich kann man als Bindemittelbedarf 10 $\frac{0}{0}$ des Steinschlages rechnen. Das Füllmaterial darf erst aufgebracht werden, wenn der Steinschlag durch das Walzen genügend zusammengepreßt ist, da nur dann die innere Festigkeit der Bahn eine ausreichend große wird. Erdige Bindemittel, wie lehmiger Kies oder lehmiger Sand und Straßenschlamm, sind unbedingt zu vermeiden, da sie die Dauerhaftigkeit der Steinschlagbahn verringern.

4. Bahnen aus Hochofenschlacke. Die wie der Steinschlag zerkleinerte Schlacke wird genau in derselben Weise verwendet wie dieser.

5. Kiesbahnen. Ihre Festigkeit ist abhängig von der des Bindemittels. Bei trockenem Wetter sind sie angenehm zu befahren, bei nassem dagegen weichen sie auf. Ihre Unterhaltung, besonders die Wasserableitung, erfordert große Sorgfalt, wenn man sie in brauchbarem Zustande erhalten will. Sie sind da zu empfehlen und billig, wo anderes Gestein nicht vorhanden oder nur sehr teuer zu beschaffen ist, sowie da, wo im Sommer leichter und im Winter nur schwacher Verkehr zu erwarten ist. Als Unterbau wird Gerölle von 8 bis 15 cm Größe empfohlen, darauf kommt eine feinere Schicht von 1,5 bis 4 cm Korngröße und schließlich Kies bis zu 0,5 cm Korngröße. Das Sortieren erfolgt durch Siebe.

6. **Befestigung durch Rasen** kommt, wie schon erwähnt, nur für Nebenwirtschaftswege und Triftwege in Betracht.

7. **Fahrbahnen anderer Art.** In sumpfigen Gegenden und auf weichem Moorboden stellt man sog. **Knüppeldämme** her. Diese bestehen aus 2 Reihen Bäume, die in Spurweite auseinandergelegt werden. Auf ihnen werden möglichst dicht nebeneinander Schalhälzer aus Kiefern- oder Tannenholz, 8 bis 12 cm stark, mit Holznägeln befestigt (Abb. 24). Der so geschaffene Damm wird mit Kies überdeckt. Statt der Knüppel kann man auch Faschinen mit Erdüberschüttung verwenden (Abb. 25); doch halten sich diese, wenn sie nicht stets feucht sind, nur 2 bis 3 Jahre.



Abb. 24.



Abb. 25.

Derartige Anlagen kommen aber nur dann in Betracht, wenn es sich darum handelt, einen Weg nur für vorübergehende Zeit mit möglichst geringen Mitteln fahrbar zu machen.

d) Materialbedarf.

1. Für **Pflasterbahnen** sind an bearbeiteten Steinen etwa erforderlich:

für 1 qm Reihenpflaster	0,17 bis 0,21 cbm,
„ 1 „ Schiebepflaster	0,15 bis 0,17 „

an Rohbedarf für:

1 cbm Reihenpflaster	1,3 bis 1,8 cbm Rohmaterial,
1 „ Schiebepflaster	1,1 „ 1,3 „

2. Für **Klinkerbahnen** ist der Materialbedarf für 1 qm Pflaster je nach der Größe der Steine 75 bis 100 Stück (einschl. Bruch). Fußwegpflaster aus Klinkerflachsicht macht etwa 40 Stück für 1 qm nötig.

3. Für **Steinschlagbahnen** gibt die nachstehende Tabelle IV Aufschluß. Der Materialbedarf ist darin in cbm für 100 m Straßenlänge nach den einzelnen Lagen getrennt angegeben. Es bedeuten a die Breite der Steinschlagbahn, b deren Stärke, c die erforderlichen Materialien in cbm. Der Gebrauch der Tabelle erklärt sich von selbst.

Tabelle IV.

Durchschnittshöhe cm	Decklage			Mittellage			Packlage		
	a m	b cm	c cbm	a m	b cm	c cbm	a m	b cm	c cbm
28	5,60	9	50,5	5,45	7	38,0	5,45	12	65,50
26	5,60	9	50,5	5,45	5	27,5	5,45	12	65,50
24	5,60	12	67,0	—	—	—	5,45	12	65,50
22	5,60	10	56,0	—	—	—	5,45	12	65,50
21	5,60	9	50,5	—	—	—	5,45	12	65,50
28	5,00	9	45,0	4,85	7	34,0	4,85	12	58,00
24	5,00	12	60,0	—	—	—	4,85	12	58,00
22	5,00	10	50,0	—	—	—	4,85	12	58,00
21	5,00	9	45,0	—	—	—	4,85	12	58,00
28	4,50	9	40,5	4,35	7	30,5	4,35	12	52,00
24	4,50	12	54,0	—	—	—	4,35	12	52,00
22	4,50	10	45,0	—	—	—	4,35	12	52,00
28	4,00	9	36,0	3,85	7	27,0	3,85	12	46,00
24	4,00	12	48,0	—	—	—	3,85	12	46,00
22	4,00	10	40,0	—	—	—	3,85	12	46,00

e) Das Walzen der Straßen.

Die Straßen werden gewalzt, weil ihre Bahnen dadurch dauerhafter und besser werden, wie wenn man ihre allmähliche Befestigung dem Straßenverkehre überläßt; auch erspart man durch die Walzung eine erhebliche Menge Steinmaterial, weil bei Befestigung durch den Verkehr allein ein beträchtlicher Teil desselben durch den ungleichen Druck der Wagenräder zerquetscht oder abgeschliffen wird. In diesem Falle kann er dann überhaupt keinen festen Steinkörper mehr bilden. Auch die Zugtiere haben auf ungewalzten Straßen Nachteile, ebenso leiden die Fuhrwerke.

Man hat **Pferdewalzen** und **Dampfwalzen**.

1. **Pferdewalzen.** Der Durchmesser des Zylinders beträgt 1,5 bis 2,0 m, meistens 1,7 bis 1,9 m, seine Breite 1,0 bis 1,5 m. Sein Mantel wird aus Hartguß mit größter Sorgfalt hergestellt in einer Stärke von 6 bis 8 cm. Im Innern werden Verstärkungsrippen angebracht.

Das Gewicht der Walzen muß man möglichst stark verändern können, damit die frisch aufgeschütteten Steinbrocken allmählich zusammengeschoben und erst nach Beginn der Lagerung fest zusammengedrückt werden; auch nimmt die Zeitdauer zum Festwalzen der Decke mit zunehmenden Walzdruck stetig ab, dessen obere Grenze aber durch die Beschaffenheit des Steinmaterials feststeht.

Wenn man daher für jedes Material den günstigsten Walzendruck ausüben will, so muß man das Gewicht der Walze verändern können, oder jedesmal eine andere Walze verwenden. Endlich muß sich das Gewicht der Walze auch nach der Tragfähigkeit des Untergrundes richten; die Walze darf in feuchten oder moorigen Untergrund nicht etwa einsinken.

Die Belastung der Walzen erfolgt durch Ausfüllung des Zylinderhohlraumes mit Einsatzquadern, Kies, Sand oder Wasser, oder durch Anbringung von Belastungskasten am Zuggestell, wodurch aber die Belastung der Achse und damit die Achsenreibung vermehrt wird.

Das Gewicht unbelasteter Walzen beträgt 40 bis 50 kg für 1 cm Breite und kann durch die Belastung auf 70 bis 100 kg erhöht werden. Als Mittelwert für das Gesamtgewicht mit Gestell kann gelten 4000 bis 6000 kg, mit Wasser gefüllt 6000 bis 8000 kg, mit Wasserfüllung und gefüllten Belastungskästen 8000 bis 10 000 kg.

Das Zuggestell besteht aus Eichenholz mit Eisenbeschlag oder ganz aus Eisen. Hölzerne Gestelle haben den Vorteil, daß man bei Beschädigungen, die unvermeidlich sind, die Ausbesserung überall vornehmen kann, eiserne dagegen führen bei Beschädigungen oft zu sehr unliebsamen Unterbrechungen der Arbeit, wenn Ausbesserungen sich nötig machen, dagegen besitzen sie eine größere Dauerhaftigkeit.

Mit den Walzen ist ein Wenden am Ende der Walzstrecke unmöglich, weshalb die Walze so eingerichtet werden muß, daß man umspannen kann, was allerdings wieder Zeitverlust zur Folge hat. Da dieser etwa 6 Min. beträgt, also sehr beträchtlich ist, so hat man bei einer neueren Konstruktionsart den Walzzylinder in einem ringförmigen Rahmen angebracht und über diesem einen zweiten drehbaren Rahmen mit der Deichsel. Durch diese Anordnung fällt aber wieder jegliche Ruhezeit für die Zugtiere fort, die man diesen unbedingt gewähren muß.

Zum Reinhalten der Walzenoberfläche dienen Kratz- oder Streicheisen, welche so beschaffen sein müssen, daß man sie mit der Walze in und außer Berührung bringen kann.

Die Bespannung der Walzen erfolgt meistens durch 6, mitunter nur durch 4, oft aber auch durch 8 Pferde. Man nimmt die Bespannungszahl besser etwas zu groß als zu gering an, weil bei einer kleineren Zahl von Pferden deren Anstrengung wächst und diese mit ihren Hufen dann die Fahrbahnfläche leicht aufreißen können.

2. Dampfwalzen. Es gibt verschiedene Systeme, welche im Handbuch der Baukunde, Abt. III, 4. Heft genau beschrieben sind,

worauf hier verwiesen sei. In Abb. 26 sind die wichtigsten in ihren Abmessungen dargestellt; auch die Gewichte sind eingeschrieben. Gute Erfahrungen hat man in der Rheinprovinz mit der nach den Angaben des Landes-Baurates Dreling von der Lokomotivfabrik Hohenzollern zu Düsseldorf gebauten Dampfwalze gemacht (s. Abb.). Hierbei erhalten Trieb- und Lenkwalze im Gegensatz zu den anderen Systemen in Abb. 26 gleichen Durchmesser (1,2 bis 1,6 cm) und gleiches Gewicht auf 1 cm Breite. Bei einer Arbeitsbreite von mindestens 2,40 m beträgt es 90 kg und muß bis 140 kg gesteigert werden können. Alle Walzen sind der Wölbung der Steinbahn entsprechend kegelförmig, mit nach innen gerichteter Neigung 1:20 abgedreht. Die Verteilung der Last auf Trieb- und

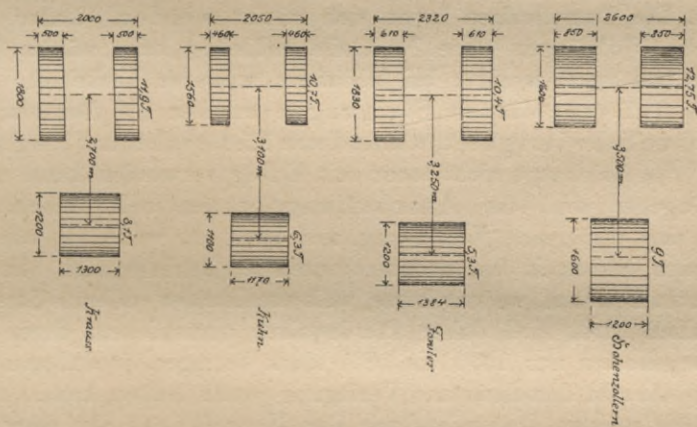


Abb. 26.

Lenkwalzen steht im Verhältnis 3:2. Die Triebwalzen sollen die Spur der Lenkwalzen um je 10 cm überragen. Der Kessel liegt frei auf einem Rahmen; der Tender muß 1,5 cbm Wasser zur Besprengung des Steinschlages enthalten. Ein Zählwerk gibt die Länge des zurückgelegten Weges an. Die Geschwindigkeit soll bis auf 1,0 m/Sek. gesteigert werden können, im Mittel soll sie 0,75 m betragen. Die Maschine muß eine 10 cm starke Schüttung auf einer Steigung von 1:20 bei herabgeminderter Geschwindigkeit (bis auf 0,1 m) festwalzen können.

Die Kosten einer solchen Walze betragen für die Walze selbst 21 700 Mark, für die dazugehörigen Ausrüstungsgegenstände (Einsatzgewichte, fahrbare Pumpe, 2 Sprengwagen, Koks Wagen, Schlafwagen des Maschinisten, verschiedene Geräte) noch über 7000 Mark, im Ganzen rund 29 000 Mark.

Die Vorteile der Dampfwalzen gegenüber den Pferdewalzen sind etwa folgende:

1. Die Dampfwalzen können größere Steinmengen bewältigen als die Pferdewalzen, wodurch die Bauzeit abgekürzt wird. Sie können leicht an jeder beliebigen Stelle vorwärts und rückwärts bewegt werden, worin ihre größere Leistungskraft begründet ist.

2. Sie arbeiten bei festen, schwer walzbaren Gesteinen billiger als Pferdewalzen.

3. Die Dauerhaftigkeit der mit Dampfwalzen gewalzten Straßen ist erfahrungsgemäß größer, weil sie den Steinschlag fester zusammendrücken können als Pferdewalzen, wodurch die der Dauerhaftigkeit der Steinbahn schädlichen Hohlräume vermindert werden.

4. Die Dampfwalzen lassen sich leicht wenden. Daher kann man die Walzlängen ohne Nachteile beliebig kurz wählen (etwa 100 m und noch weniger bei lebhaftem, schweren Verkehre).

5. Auf erheblichen Steigungen arbeiten die Dampfwalzen noch ohne Schwierigkeit, während man Pferdewalzen auf Steigungen von 10 % überhaupt nicht mehr mit Erfolg verwenden kann.

Dagegen sind die Anschaffungskosten sehr hoch und lassen eine genügende Verzinsung nur dann zu, wenn sie während der guten Jahreszeit fast ununterbrochen im Betriebe sind. In ausgedehnten Bezirken, wo nur kurze, weit voneinander entfernte Strecken zu walzen sind, sind daher Pferdewalzen vorzuziehen, deren Anschaffungskosten nur 1500 bis 1800 Mark betragen, so daß man eine größere Anzahl derselben zur Verfügung bereit halten kann. Auch haben die meisten Dampfwalzen den Nachteil, daß ihr Gewicht nicht gesteigert werden kann; ihre Bedienung und Instandhaltung ist ziemlich schwierig, da sie geschultes Personal und besondere Arbeitswagen erfordert. Besondere Vorsicht ist nötig beim Überschreiten von Brücken, wobei stets zuvor untersucht werden muß, ob dies bei dem hohen Gewichte der Walzen möglich oder unmöglich ist, oder ob es eine Absteifung der Brücke erforderlich macht. **Ganz zu vermeiden ist die Verwendung von Dampfwalzen bei Gesteinen von geringer Festigkeit**, weil diese sofort zermalmt würden, und bei solchen Straßen, in denen Rohrleitungen und dergl. nahe unter der Oberfläche vorkommen, welche hohen Druck nicht ertragen können.

Im allgemeinen wird man Pferdewalzen bei entlegenen Landstraßen in schwach bevölkerten Gegenden, Dampfwalzen aber bei starkem Verkehr und dichtem Straßennetz verwenden.

Die **Ausführung der Walzung** muß für jede Lage der Steinbahn für sich erfolgen; Unterbau und Mittellage werden aber nur

mit unbelasteter Walze leicht abgewalzt. Die Länge der Walzstrecke richtet sich bei Pferdewalzen danach, daß die Zugtiere nicht zu sehr ermüden; sie beträgt nach der hannoverschen Anweisung mindestens 400 m und höchstens 700 m. Bei Dampfwalzen können, wie schon erwähnt, die Strecken beliebig kurz gewählt werden.

Die Geschwindigkeit beträgt bei Pferdewalzen etwa 0,7 m/Sek., kann aber bis auf 1,0 m gesteigert werden. Bei Dampfwalzen ist die Geschwindigkeit etwa die gleiche.

Zweckmäßig beginnt man das Walzen mit einem geringeren Gewichte, wie schon ausgeführt wurde, und steigert es mit zunehmender Dichtigkeit des Steinmaterials. Die Walzung beginnt (Abb. 27) am Rande der Steinbahn. Die Walze geht auf der einen

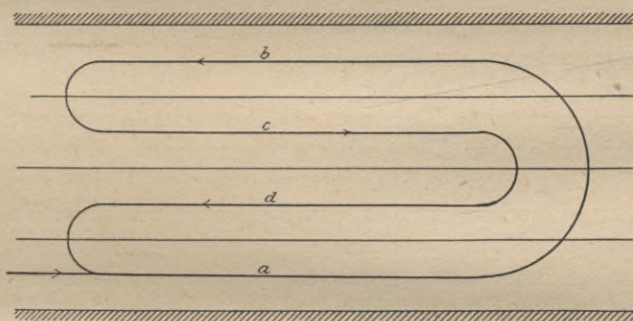


Abb. 27.

Seite der Straße hin, auf der andern zurück. Jeder folgende Walzenzug wird in gleicher Richtung ausgeführt, weil die Steine stets in der gleichen Richtung getroffen werden sollen und deckt teils einen im letzten Zuge überwalzten, teils einen der Mitte näher liegenden Streifen. Die Mitte wird zuletzt abgewalzt; denn würde man bei ihr beginnen, so würden die Steine stets seitlich ausweichen, und die Straße würde niemals die nötige Festigkeit erhalten.

Eine Befeuchtung der Steinbrocken während der Walzung ist notwendig, weil dadurch ein Rundschleifen verhütet, ihre Beweglichkeit verringert und die Lagerung beschleunigt wird. Dabei muß man sich aber vor dem nachteiligen Aufweichen des Untergrundes hüten. Von künstlicher Befeuchtung kann abgesehen werden, wenn schon natürliche Nässe (etwa infolge des Wetters) vorhanden ist. Auf der anderen Seite aber darf man wieder bei zu nasser Witterung nicht walzen, weil hierbei der Untergrund so weich sein könnte, daß der Steinbahnkörper verdrückt werden könnte.

Wenn bei der Walzung die obere Steinlage sich nicht mehr verschiebt, so werden etwa vorhandene Lücken und Unebenheiten

mit scharfkantigen Steinbrocken ausgefüllt. Erst wenn die Dichtigkeit der Bahn so weit vorgeschritten ist, daß man ein weiteres Zusammenpressen nicht mehr erwarten kann, wird das Bindematerial aufgebracht und mit scharfem Besen eingefegt, was solange fortgesetzt wird, bis die Hohlräume in der Steinschlagbahn möglichst gut ausgefüllt sind; die Walzarbeit wird währenddessen nicht unterbrochen; sie ist beendet, wenn die Oberfläche der Steinbahn sich vollkommen dicht und fest zeigt, was der Fall ist, wenn ein 5 cm dicker Stein nicht mehr in die Decke einsinkt, sondern zerdrückt wird.

Bei mittlerer Schüttungsstärke und mittelfestem Steinmaterial kann eine Pferdewalze in einer Arbeitsstunde etwa 3 bis 4 cbm Steinschlag, eine leichte Dampfwalze in derselben Zeit etwa 4 bis 5 cbm Steinschlag festwalzen. Die Kosten für 1 cbm festgewalzten Steinschlag, ausschließlich Handarbeiten und Wasserzufuhr, betragen etwa im Mittel 1,00 bis 1,20 Mark für Pferdewalzen und 0,8 bis 1,2 Mark für Dampfwalzen.

Die fertig gewalzte Steinbahn erhält zweckmäßig eine schwache Decke von scharfem Kies oder grobem Sand, damit die noch nicht völlig festgelagerten Steinbrocken von den Hufen der Pferde nicht wieder aufgerissen werden und die sich etwa öffnenden Fugen sofort wieder geschlossen werden.

Die mit Pferdewalzen gewalzten Straßen erhalten gewöhnlich einige Wochen lang Sperrsteine, welche im Zickzack auf der Straße ausgelegt werden und die Fuhrwerke zu einer bestimmten Fahrtrichtung zwingen sollen, damit die Bildung von Gleisen bei der neuen Decke verhindert wird. Bei Dampfwalzen werden die Decken an sich schon dichter, die Sperrzeichen sind daher hier nicht so wichtig.

Eine Nachwalzung neu vollendeter Straßen bald nach ihrer Fertigstellung ist zu empfehlen, doch darf sie erst nach Aufhören des Frostes stattfinden, falls die Straßen im Spätherbst vollendet sind.

VI. Die Unterhaltung der Straßen.

a) Die Unterhaltung der Steinbahnen.

Wichtig sind hierfür die bereits erwähnten Sperrsteine, an deren Stelle mitunter auch hölzerne Böcke verwendet werden. Sie dienen nicht nur zur Schonung eben vollendeter, sondern auch zur Erhaltung schon länger bestehender Straßen. Sie werden, wie schon beschrieben, verlegt, und zwar in Abständen von mindestens 50 m auf beiden Seiten der Steinbahn. Die freibleibende Breite der Stein-

bahn muß mindestens 1,75 m betragen, bei über 3,0 m breiten Steinbahnen 2,0 m. Diese Sperrsteine werden von Zeit zu Zeit in der Längsrichtung der Straße verschoben, so daß die Fuhrwerke verschiedene Schlangenlinien befahren, und alle Stellen der Straße gleichmäßig dem Verkehre unterliegen. Man kann die Steine auch parallel auslegen, was für den Verkehr bequemer, aber auch von geringerer Wirksamkeit ist; die Fuhrwerke fahren hierbei in gerader Richtung. Mit einbrechender Dunkelheit müssen die Steine bis Sonnenaufgang entfernt werden. Sie erhalten einen Anstrich von Weißkalk, damit sie deutlicher sichtbar sind.

Weiter muß die Straße vom Schlamme gereinigt werden, da dieser das schädliche Eindringen von Nässe in den Straßenkörper erleichtert und dadurch das Austrocknen der Straße zum mindesten sehr erschwert oder ganz unmöglich macht. Zu diesem Zwecke wird der Schlamm mit besonderen Schlammkratzern nach der Seite des Sommerweges oder Materialienbanketts entfernt; bei dünnem Schlamm kann man auch den Besen verwenden. Er darf niemals neben der Fahrbahn längere Zeit hindurch liegen bleiben, sondern muß entfernt werden, sobald er hinreichend fest geworden ist. Einen Teil des Schlammes kann man zur Aufhöhung der Bankette, Ausbesserung der Böschungen und dergl. verwenden, den Rest den Anliegern zur Düngung überlassen. Ist eine derartige Verwendung nicht möglich, so muß er abgefahren werden, was oft sehr teuer ist.

Straßen mit schwachem Verkehre brauchen fast gar nicht abgeschlämmt zu werden, besonders wenn das Material der Steinbahn wenig Schlamm bildet. Neuerdings geschieht die Entfernung des Schlammes auch häufig durch besondere Maschinen, die mit 2 Pferden bespannt werden und einen Mann zur Bedienung erfordern. Der Hauptvorteil dieser Maschinen liegt in der schnellen Entfernung des Schlammes, die für die Dauerhaftigkeit der Fahrbahn von großer Wichtigkeit ist.

Gleiche Beachtung erfordert die Beseitigung des Staubes, schon weil bei Eintritt feuchter Witterung der Staub sich in Schlamm verwandelt, wodurch seine Entfernung erheblich schwieriger wird. Man benutzt dazu hölzerne Kratzer oder Besen oder Maschinen, von denen die am meisten verbreiteten Zylinderbürsten haben, deren Achse schräg gegen die Achse des zweirädrigen, mit einem Pferde bespannten Fuhrwerkes gelagert ist und von dort durch Kegelräder oder Kettenräder bewegt wird. Mit einer solchen Maschine kann man täglich 30 000 bis 40 000 qm fegen, während ein Arbeiter nur 3000 bis 4000 qm bewältigt.

Auf der anderen Seite ist eine zu scharfe Reinigung der Steinbahn nachteilig, da dadurch die Fugen aufgerissen werden.

Deshalb ist es empfehlenswert, bei solchen Straßen, die trocken liegen und dem Winde gut ausgesetzt sind, eine ganz dünne Schlammdecke zurückzulassen. Erscheint das aber nicht zugänglich, so muß man in der trockenen Jahreszeit die Straße bekiesen oder besanden, wodurch die Fugen wieder gedichtet und kleinere Unebenheiten ausgeglichen werden, das Gestein aber gleichzeitig gegen die Hufe der Zugtiere geschützt und das Fahren infolge Herabminderung des Zugwiderstandes und der Erschütterungen der Fuhrwerke erleichtert wird. Klinkerbahnen erhalten stets eine meist 1 cm starke Sanddecke. Ein Arbeiter kann je nach der Menge des aufgebracht Materials täglich etwa 200 bis 400 m Straßenlänge bekiesen.

Wichtig ist endlich die Entfernung des Schnees, die aber erst mit Aufhören des Schneefalls beginnen darf, andererseits aber erfolgen muß, ehe der Schnee festfriert. Man verwendet meistens Schneepflüge aus Holz oder Eisen dazu, welche je nach der Stärke des Schneefalls mit 2 oder mehr Zugtieren bespannt werden. Im Gebirge sieht man oft von der Beseitigung des Schnees ganz ab und ebnet nur die Oberfläche der Bahn ein, um den Schlittenverkehr über dieselbe zu leiten.

Die bei anhaltend trockenem Wetter durch die Hufe der Zugtiere sich loslösenden Teile der Steinbahn (die sog. Rollsteine) müssen sorgsam abgelesen und auf Haufen gesammelt werden, damit sie wieder verwendet werden können, wenn man sie nicht sofort durch Eindringen oder Festtreten an Ort und Stelle wieder befestigen kann. Ließe man sie liegen, so würden sie beim Darüberfahren von Rädern die in der Steinbahnoberfläche liegenden Steinbrocken verschieben oder zerdrücken.

Pflasterbahnen auf gutem Untergrunde machen oft jahrelang Unterhaltungsarbeiten überflüssig. Einzelne gehobene Steine werden mit der Ramme wieder gelagert, größere Unebenheiten durch Walzen entfernt, wobei die Seiten etwa 6 bis 8mal, die Mitte 4mal überwalzt wird. Genügen diese einfachen Arbeiten nicht mehr, so müssen die Pflastersteine umgelegt werden. Dabei wird, wenn möglich, die ganze Breite der Straße in Angriff genommen. Solche Arbeiten erfolgen im Frühjahr oder Herbst. Gute Pflasterbahnen auf Chausseen machen nach etwa 15 bis 25 Jahren eine Umpflasterung erforderlich.

Klinkerbahnen werden ähnlich unterhalten wie Pflasterbahnen aus natürlichen Steinen, einzelne gehobene Klinker leicht mit der Handramme niedergedrückt, zu tief liegende ausgehoben und mit Sand unterstopft. Zerdrückte oder zerfrorene Klinker werden durch neue ersetzt. Wo das Eindringen von Maulwürfen zu befürchten ist, mengt man zweckmäßig dem Bettungssande scharfkantige

Steinbrocken an der Oberfläche bei. Machen sich bei Klinkerbahnen größere Ausbesserungsarbeiten erforderlich, so pflastert man auch hier besser ganz um. Dabei werden die etwa unbrauchbar gewordenen Steine ausgeschieden, die schadhafte Seiten noch brauchbarer nach unten gelegt. Die Dauer der Klinkerstraßen bis zur Umpflasterung ist etwa die gleiche wie für Pflasterbahnen aus natürlichen Steinen.

Für Steinschlagbahnen hat man 2 verschiedene Unterhaltungsarten, nämlich das **Flicksystem** und das **Decksystem**.

1. Das **Flicksystem** ist ein dauernder Unterhaltungsbetrieb. Der ursprüngliche Zustand der Straßen soll durch fortwährende kleinere Ausbesserungen möglichst erhalten werden. Dieses Verfahren wird hauptsächlich in Süddeutschland (Bayern) angewendet. Wenn die Fahrbahn ihre Wölbung verloren hat, so wird das Fehlende durch Einwerfen von Deckmaterial ersetzt. Wenn mehr als 7 cm an Höhe fehlt, so muß zweimal eingeworfen, zuvor aber der erste Einwurf festgefahren werden.

Wird die Fahrbahn auf ihrer ganzen Breite, oder wenigstens ein beträchtlicher Teil beschüttet, so muß der Boden durch das Material dicht bedeckt sein und darf an keiner Stelle mehr zum Vorschein kommen. Gleise und kleinere Vertiefungen werden bei noch vollständig vorhandener Wölbung mit Steinmaterial ausgeglichen; sind sie sehr geringfügig, so verwendet man dazu feinkörnigen Kies oder ganz klein zerschlagene Steine. Das Material soll gewöhnlich bei feuchter Witterung aufgebracht werden. Ist die Straßenoberfläche trocken, so wird sie mit dem Pickel zuvor rauh gemacht. Die Ausbesserungsstellen sollen in der Regel nicht länger als 2,5 bis 3 m und nicht breiter als 1 bis 2 m sein und so liegen, daß die Straße überall gleich gut zu befahren ist. Längere Gleise sollen zunächst immer nur auf kürzere Strecken ausgebessert werden, damit die Fuhrwerke ihnen nicht ausweichen. Das Flicksystem erfordert eine bedeutende Menge an Steinmaterial, ist also nur vorteilhaft, wo dieses in reichem Maße vorkommt (z. B. in Baden), dagegen wird in allen Fällen der Verkehr stark belästigt; die Fahrbahn ist fast nie eben und fest; die Übelstände machen sich besonders im Winter bemerkbar. Auch wird die Arbeit der Straßenwärter wesentlich erhöht.

2. Das **Decksystem**. Hierbei läßt man die Fahrbahn bis zu einem gewissen Grade abnutzen, aber nur so weit, daß die Packlage nicht beschädigt wird, dann aber wird die Decklage vollständig erneuert.

Kleinere Ausbesserungen machen sich natürlich auch hierbei erforderlich; Schlaglöcher und Gleise müssen sogar so schnell als

möglich ausgefüllt werden, da sie zu immer weiteren Zerstörungen der Fahrbahn führen würden.

Die hannoversche Anweisung verlangt, daß die Ränder der auszubessernden Teile der Fahrbahn und, wenn nötig, auch die Grundflächen mit der Kreuzhacke aufgelockert werden, ehe man den Steinschlag aufbringt. Letzteres geschieht in solcher Stärke, daß nach Fertigstellung der Ausbesserung gleiche Höhe mit der angrenzenden Steinbahnfläche erreicht wird. Gleise oder breite Vertiefungen sollen tunlichst in ihrer ganzen Ausdehnung ausgebessert werden. Die ausgebesserten Stellen werden durch den Verkehr oder durch Walzen gedichtet, mitunter auch festgestampft, der Verkehr selbst wird durch Auslegen von Sperrsteinen geregelt.

Werden erhebliche Materialmengen zu Ausbesserungszwecken verbaut, so sollte stets gewalzt werden; nach der hannoverschen Anweisung muß dies geschehen, wenn mehr als 2,3 cbm Steinmaterial auf 1000 qm Straßenfläche verbaut werden.

Die Vorschriften über das zulässige Maß der Abnutzung der Steinbahndecke sind sehr verschieden; mehr als 10 cm sollte dieselbe nie übersteigen dürfen; die hannoversche Anweisung verlangt eine Neuüberdeckung, wenn die Decken, welche aus demselben Material bestehen, wie der Unterbau, bis zur Bordhöhe, ausnahmsweise bis 2,5 cm unter Bordhöhe, und wenn die Decken aus besserem Materiale völlig abgenutzt sind.

Der zu kleineren Ausbesserungen verwendete Steinschlag muß etwas feinkörniger sein als für neue Decken. Im übrigen werden dieselben Regeln für die Erneuerung der Decken befolgt, die für den Neubau erläutert wurden.

Nach der hannoverschen Anweisung soll, wenn wegen besonderer Glätte und Festigkeit der Bahn eine Verschiebung des Deckmaterials unter der Walze zu befürchten steht, entweder die ganze Oberfläche rauh gemacht werden, oder es sollen von jedem Borde ab in der Richtung nach der Mitte etwa 1 m lange Rillen von der Tiefe eines Steinkornes eingehauen werden; das soll in Abständen von 1 m geschehen. Wenn nicht die ganze Breite der Bahn gedeckt wird, so sollen an den Seitenrändern Rillen von gleicher Tiefe eingehauen werden, deren äußerer Rand senkrecht steht, und deren Sohle nach innen flach verläuft. Nach der Vorschrift für den Regierungsbezirk Königsberg soll die Fahrbahn stets in der ganzen Breite 2,5 bis 5 cm tief aufgehackt werden, was zweckmäßig 4 bis 6 Arbeiter, die in einer Reihe aufgestellt sind, besorgen. Für das sehr zweckmäßige, aber teure Auflockern der ganzen Oberfläche hat man auch besondere Maschinen gebaut, die aber hier nur erwähnt werden sollen; auch hat man versuchsweise in den Kränzen der

Hinterräder gewisser Dampfwalzen Öffnungen angebracht, in welche starke, eiserne Nägel eingesetzt werden können, welche beim Überfahren die Steinbahndecke aufreißen.

Der beim Auflockern der Steinbahn gewonnene Steinschlag wird nach erfolgtem Aussieben, was bei trockenem Wetter geschieht, wieder verwendet, und zwar zweckmäßig als Unterbaumaterial. Die Straße wird, wenn es der Verkehr irgend zuläßt, in ganzer Breite in Angriff genommen; tiefe Löcher und Gleise werden am besten vor Aufbringen der neuen Decke ausgebessert.

Die beste Ausführungszeit für die Unterhaltungsarbeiten ist der Frühling oder der Herbst, wo die Witterung feucht ist; doch kann man bei umfangreichem Betriebe keine Rücksicht darauf nehmen, besonders bei Ausführung der Walzung durch Dampfwalzen; alsdann kann man auch in den trockenen Monaten die Arbeiten vornehmen und für Wasser dabei sorgen.

Das Decksystem bürgert sich mehr und mehr statt des Flicksystems ein, besonders auf solchen Straßen, auf denen große Steinschlagmengen verbaut werden müssen. Das Material für die Arbeiten muß möglichst frühzeitig beschafft und angefahren werden, am besten im Winter, wo die Landleute ihre Gespanne sowieso freihaben und froh sind, Arbeit für sie zu bekommen. Einen sogen. eisernen Vorrat anzusammeln ist beim Decksystem nicht zu empfehlen, weil er sich mit der Zeit mit Schmutz und Staub vermischen und mit Gras überwachsen würde. Das Material selbst soll so groß sein, daß man bei der Zerkleinerung scharfkantige Brocken daraus herstellen kann, also nach allen Seiten etwa mindestens 8 cm messen. Es wird in regelmäßigen Haufen aufgesetzt.

b) Die Unterhaltung der Sommerwege und Banketts.

Vor allen Dingen ist auf **beste Ableitung des Regenwassers** Bedacht zu nehmen, weil die Feuchtigkeit der größte Feind der Straßen ist. Zu diesem Zwecke müssen Sommerwege und Banketts stets rein und eben im vorgeschriebenen Gefälle erhalten werden. Pflanzenwuchs wird meist im Herbst oder Frühling beseitigt. Der Herbst ist mehr zu empfehlen, weil sich im Winter kein neuer Pflanzenwuchs bildet. Die Beseitigung muß vollständig erfolgen die Grasnarbe und Wurzeln der Pflanzen also mit zerstört werden.

Auf wenig benutzten Fußsteigen und Sommerwegen kann Grasnarbe geduldet werden, auf Materialienbanketts ist sie

stets vorhanden. Damit bei letzteren aber das Gras nicht auf die Straße überwachsen kann, muß man, um auch gleichzeitig das Wasser von der Fahrbahn aufzunehmen, neben dieser einen Streifen von etwa 0,5 m freihalten. Um von da das Wasser nach dem Graben weiter abzuleiten, erhalten die Banketts im Rasen Rinnen von etwa 25 cm Breite rechtwinklig zur Straßenachse in entsprechenden Abständen, die bei feuchten Straßen enger zu nehmen sind als bei leicht trocknenden. Diese Rinnen müssen aber stets offen gehalten werden.

c) Personal.

Zur Ausführung der Unterhaltungsarbeiten nach beiden Systemen ist ein geschultes und dauernd beschäftigtes Personal erforderlich. Mit Bezug auf dieses geht man bei den verschiedenen Verwaltungen auf verschiedene Weise vor: es werden entweder Straßenwärter in der nötigen Anzahl fest angestellt (in Norddeutschland für je 3 bis 8 km Straßenlänge ein Wärter oder ständiger Arbeiter), oder die Straßenwartung wird ständigen, aber nicht fest angestellten Arbeitern gegen Monatslohn oder jedesmalige Vergütung im einzelnen Falle anvertraut.

Beim Flicksystem müssen die Strecken, welche den einzelnen Wätern unterstehen, natürlich viel kürzer bemessen werden, als beim Decksystem; in den süddeutschen Staaten schwankt die Länge dieser Strecken zwischen 2 und 5 km.

Die Straßenwärter unterstehen den Straßenmeistern, welchen die Aufsicht in einem bestimmten Bezirke obliegt. In Hannover beträgt die Größe eines solchen Bezirkes 58 km im Durchschnitt. Den Aufsehern ist außer der Aufsicht über die Chausseen und Landstraßen auch die Aufsicht über die Neubauten solcher Gemeindewege übertragen, welche Beihilfen aus dem Provinzialfonds erhalten.

d) Kosten.

Was die Kosten der Unterhaltung betrifft, so können für norddeutsche Verhältnisse nach Barkhausen (Handb. der Bauk.) für die Unterhaltung bester Straßen 500 bis 600 Mark für 1 km und Jahr als Mittelwert gelten; die Grenzen sind etwa 200 bis 2000 Mark. Darin enthalten sind die Kosten für die Instandhaltung der Böschungen, Gräben, Durchlässe, Sommerwege und Banketts, Baumpflanzungen, Einfriedigungen und Abteilungszeichen, während man gewöhnlich die Kosten für Umbauten und Erneuerung größerer Bauwerke nicht mit einzubeziehen pflegt, ebenso auch nicht diejenigen für Verwaltung und Aufsicht.

Steinbahnen selbst sind gewöhnlich billiger zu unterhalten als

Steinschlagbahnen. Für das auf den norddeutschen Straßen übliche geringwertige Reihenpflaster sind nach der gleichen Quelle einschließlich aller Nebenarbeiten je nach Verkehr und Untergrund etwa 0,05 bis 0,15 Mark für 1 qm und 1 Jahr zu rechnen.

e) Umbauten bestehender Straßen

können nötig werden, wenn bedeutende Mängel in der Straßenrichtung oder im Längenprofile eine Änderung erfordern; ferner wenn mit wachsendem Verkehre eine Erbreiterung notwendig wird. Zuweilen kann aber auch eine Verschmälerung einer alten Straße sich empfehlen, wenn deren Breite zu dem noch vorhandenen Verkehre in keinem Verhältnisse mehr steht. In diesem Falle wird man es gewöhnlich mit einer Verringerung der Fahrbahnbreite bewenden lassen, wodurch ja die Hauptkosten der Unterhaltung erspart werden; denn bei Verringerung der Kronenbreite werden gewöhnlich deren Kosten den Wert der dadurch gewonnenen Grundstücke übersteigen.

VII. Nebenanlagen.

Zu den Nebenanlagen pflegt man alles das zu rechnen, was bisher noch gar nicht oder wenigstens nicht ausführlich besprochen worden ist, wie: Baumpflanzungen, Einfriedigungen, Grenzsteine, Abteilungszeichen, Entwässerungsanlagen, Stütz- und Futtermauern, Seitenrampen, Mauthäuser.

1. Baumpflanzungen. Sie dienen dazu, um bei Dunkelheit und Schnee dem Verkehre die Wege kenntlich zu machen. Gleichzeitig aber sollen sie der Straße ein schönes Aussehen geben und einen möglichst hohen Ertrag liefern. Es ist empfehlenswert, auch die Nebenwege mit Bäumen zu bepflanzen. Doch ist bei allen Baumpflanzungen darauf Bedacht zu nehmen, daß die Nachbargrundstücke nicht unter ihnen zu leiden.

Nach der preuß. Instruktion soll der Abstand der Bäume von der Planumskante 0,3 m betragen, die Stammhöhe 2,5 m. Man pflanzt sie entweder rechtwinklig einander gegenüber, häufiger aber gegeneinander versetzt zu beiden Seiten der Straße in Abständen von 5 bis 15 m voneinander. Der Abstand richtet sich nach der Größe der Baumkronen, wobei man Rücksicht darauf nehmen muß, daß nicht zu viel Schatten entsteht, da er die Austrocknung der Straße erschwert. 10 m Abstand ist zu empfehlen. Bei schmalen Straßen

(unter 8 m Kronenbreite und bei Bergstraßen) pflanzt man nur eine Baumreihe, bei letzteren an der Talseite und zwar zur Sicherung des Verkehrs in kleinen Abständen.

Zur Anpflanzung eignen sich **Obstbäume** und **Waldbäume**.

Obstbäume sollten, wo die Verhältnisse es gestatten, angepflanzt werden, da sie viele Vorzüge in sich vereinigen, indem sie den höchsten Geldertrag liefern, nicht zu viel Schatten geben, dabei schön aussehen und auch durch Wurzeln den anstoßenden Grundstücken nicht schädlich werden. Sie gedeihen aber nur da, wo sie starken Winden nicht ausgesetzt sind und das Grundwasser nicht höher steigt als bis etwa 1 m unter der Oberfläche. Auch Hochwald darf nicht in unmittelbarer Nähe sein da er das Ansetzen der Früchte hindert.

In nicht zu magerem Boden sind **Apfelbäume** besonders empfehlenswert, da sie das einträglichste Obst liefern und nicht zu tief greifende Wurzeln haben; allerdings sind die Früchte der an Straßen stehenden Apfelbäume nicht so hochwertig wie die in den Obstgärten, da sie nicht demselben Schutze ausgesetzt sind. Auch **Birnbäume** liefern gute Erträge, verlangen aber tiefgründigeren Boden als Apfelbäume. **Kirschbäume** gedeihen fast überall, selbst in hartem, steinigem Boden und erfordern dabei die geringste Pflege. **Zwetschen-** und **Wallnußbäume** empfehlen sich weniger, letztere nur in wärmeren Gegenden, wo sie hohen Ertrag liefern; hinzu kommt dann noch der Wert ihres Holzes; doch ist ihre dichte Belaubung der Trockenhaltung der Straße nachteilig. Man findet sie häufig in Süddeutschland.

Von **Waldbäumen** bevorzugte man früher besonders für Heerstraßen allgemein die **Pappel**, weil sie den Weg weithin kenntlich machte und dadurch die Wahl des richtigen Weges erleichterte. Jetzt aber entfernt man sie fast überall, da sie sehr viel Feuchtigkeit erfordert und sehr weite Wurzeln treibt, wodurch sie dem Ackerland höchst schädlich wird; sie eignet sich höchstens an Wiesen und Ödland. **Ahorn** gedeiht fast überall, ausgenommen auf Ton- und zu losem Sandboden, wächst schnell, ist eine Zierde für die Straße, leidet nicht durch Wind und Frost und hat dazu sehr wertvolles Holz. **Akazien** kommen in mildem Klima überall fort, zeigen ebenfalls große Schönheit und haben wertvolles Holz, doch erfordern sie geschützte Lage. **Eiche** gedeiht in mildem, lehmigen Boden, hat wertvolles Holz, wächst aber nur sehr langsam. Letzteres gilt auch von der **Esche**, die nahrhaften, nicht zu festen Boden und eine gewisse Feuchtigkeit verlangt, auch auf Moorboden fortkommt. Sie hat sehr wertvolles Holz, schadet aber, wie die Pappel, durch ihre weitreisenden und zahlreichen Wurzeln. Die **Birke** empfiehlt sich zur Anpflanzung in unfruchtbarem Sandboden und Moorboden; sie wächst schnell,

zeichnet sich durch Schönheit aus, ist durch ihre weiße Rinde für den Verkehr auch bei Dunkelheit ein Schutz, hat nicht zu dichtes Laub, auch nicht zu weit verzweigte Wurzeln und ziemlich wertvolles Holz. Die Ulme kommt fast überall fort, selbst auf schwerem, nassen Lehmboden, setzt im Frühjahr zeitig Laub an und dieses im Herbst erst spät ab, hat aber weittreibende Wurzeln. Linde und wegen ihrer Schönheit vor allem Roßkastanie verwendet man in der Nähe von Städten sehr häufig an solchen Straßen, welche als Promenadenwege dienen, wozu sich beide durch ihr dichtes Laubdach vorzüglich eignen; dagegen ist der Wert des Holzes bei der Kastanie gering, auch das Holz der Linde verliert mit zunehmendem Alter an Wert. Vogelbeerbäume findet man häufig, obschon sie fast völlig nutzlos sind; sie zeichnen sich durch ihre Blüten, später durch ihre Beeren aus, erfordern aber ziemlich guten Boden, auf dem wertvollere Waldbäume auch fortkommen.

Die Bäume können im Frühjahr oder im Herbst gepflanzt werden; in letzterem Falle leiden sie in ihrem ersten Wachstum nicht gleich durch Dürre, wohl aber häufig durch Frost, vor dessen Eintritt sie angewurzelt sein müssen, wenn sie gut überwintern sollen. Die Baumlöcher erhalten 1 bis 2 m Seitenlänge oder Durchmesser und 0,5 bis 1,5 m Tiefe, nach der preuß. Instruktion 0,6 m Tiefe und 1,0 m Durchmesser. Diese Löcher werden mit guter Erde, die man den Gräben entnehmen kann, ausgefüllt. Neue Bäume dürfen nicht an die Stelle von alten gepflanzt werden, sondern dazwischen. Der Stammdurchmesser soll nach der preuß. Instruktion mindestens 5 cm betragen. Die Wurzelkronen müssen vor dem Einpflanzen beschnitten werden. Beschädigte Wurzeln sind mit reinem Schnitt zu kürzen, die Faserwurzeln möglichst zu schonen. Die Bäume sollen niemals tiefer eingepflanzt werden, als sie in der Baumschule gestanden haben.

In den ersten 5 bis 10 Jahren werden die Bäume an Baumstangen von 5 bis 6 cm oberem Durchmesser aus Fichten- oder besser Lärchenholz angebunden. Diese Stangen, deren unteres Ende gegen die Fäulnis geteert wird, überragen zunächst die Krone und werden nach günstiger Entwicklung derselben unterhalb abgeschnitten. Die Stangen sollen etwa 5 cm vom Baumstamme entfernt sein, damit sich die Stämme nicht wundreiben und an der Seite stehen, wohin die herrschende Windrichtung zeigt, damit durch den Wind der Baum nicht gegen die Stange gedrückt wird. Nach dem Pflanzen und Anbinden, das zuerst nur lose geschieht, legt man um den Baum eine Baumscheibe von 0,75 bis 1 m Durchmesser an, die dauernd von Unkraut freizuhalten und vorsichtig aufzulockern ist, damit die Luft auf den Untergrund einwirken kann. Gegen Wildschaden schützt

man die jungen Stämme durch Umwickeln mit Stroh, oder indem man Dornstrauch herumlegt.

Buschpflanzungen legt man auf Bermen und Böschungen an, um hochgelegene Straßen gegen Wind, oder Böschungen gegen Hochwasserangriff zu schützen. Dazu eignen sich bei nassem Boden Weiden, bei denen der Ertrag am höchsten ist; in trockener Lage Birke, Haselnuß und Weißdorn.

2. Einfriedigungen dienen bei hohen Aufträgen, sowie an der Talseite von Anschnitten oder an Gewässern zur Sicherung des Verkehrs, um ein Abkommen vom Wege zu verhindern. Man hat dafür:

Lebende Hecken. Diese liefern die billigsten Einfriedigungen. Empfehlenswert sind am meisten Hecken aus Weißdorn; auch Weißbuche und Lebensbaum eignen sich; in Waldgegenden (Thüringen) findet man häufig auch Tannenhecken. Bis die Hecke richtigen Schutz gewährt, bringt man ein leichtes Holzgeländer an.

In Verband aufgesetzte **Haufen aus Rasenplacken.**

Schutzsteine, etwa 1 m hoch, mit Kalkmilch weiß gestrichen. Ihre Entfernung von der Planumskante beträgt etwa 0,3 m; nach der preuß. Instruktion sollen sie mindestens 0,75 m hoch sein und in Abständen von 1,5 m bis höchstens 2 m voneinander gesetzt werden. Solche Steine können durch Bandeisen, schwache Drahtseile oder Holme miteinander verbunden werden und bilden so den Übergang zum

Geländer, das in holzreichen Gegenden aus Holz hergestellt wird. Alle 4 bis 5 m setzt man einen Stempel, den man oben und unten verriegelt. Oder aber das Geländer besteht aus Eisen. Der Holm eines Geländers soll wenigstens 1 m über Straßenkante liegen.

Brüstungsmauern, voll oder durchbrochen. Durch diese Anordnung spart man Material und begünstigt den Luftzutritt und den Abfluß des Wassers. Brüstungsmauern findet man hauptsächlich in Gebirgsgegenden bei sehr schroff abfallenden Hängen.

3. Grenzsteine und Abteilungszeichen. Erstere bezeichnen die Grenzen des Straßenkörpers einschließlich der Schutzstreifen. Sie müssen sehr sorgfältig gesetzt sein, um Streitigkeiten mit den Anliegern, die oft sehr langwierig und kostspielig werden, zu vermeiden. Zu Grenzsteinen benutzt man möglichst harte Steine mit quadratischem Kopf. Sie sollen wenigstens 75 cm lang sein und sind zu setzen an allen Schnittpunkten fremder Grenzen mit der Grenze des Straßengeländes, und zwar setzt man immer möglichst zwei gegenüber. Bei Krümmungen sind Bogenanfang und Bogenende zu versteinern und in der Krümmung selbst die Steine

so dicht zu setzen, daß die Grenzstrecke zwischen ihnen geradlinig angenommen werden kann.

Zu den **Straßenzeichen** gehören Kilometersteine, Wegweiser und Warnungstafeln.

Kilometersteine. Für die Verwaltung ist es von Wichtigkeit, eine bestimmte Stelle des Weges unzweideutig bezeichnen zu können. Deshalb setzt man an der Seite des Materialienbanketts alle 100 m Steine, welche die Kilometerzahl der Station tragen. Bei den vollen Kilometern setzt man größere Steine, denen zur Sicherung eine Betonunterlage gegeben wird. In diese Steine sind **Höhenbolzen** einzulassen; ebensolche Bolzen bringt man auch an bleibenden Bauwerken (am Widerlager massiver Brücken, an Futtermauern und Häusersockeln) an, damit ein verlorener Höhenbolzen an einem Kilometersteine leicht wieder ersetzt werden kann. Die Bolzen werden beim Abnahmenivellement, welches für die endgültige Abrechnung der Arbeiten stets nötig ist, eingewogen.

Mit der Längeneinteilung der Straßen nach Kilometern und Stationen von je 100 m beginnt man gewöhnlich innerhalb einer Ortschaft, die Einteilung der Nebenstraßen dagegen an den Abzweigungspunkten von größeren Straßen. Da gemalte Zahlen auf den Kilometersteinen in verhältnismäßig kurzer Zeit wieder verschwinden, so empfiehlt es sich, dieselben einzumeißeln und dann mit schwarzer Ölfarbe auszustreichen.

Wegweiser sollen an den Kreuzungspunkten der Straßen mit Hauptwegen angebracht werden. Sie bestehen aus einem hölzernen oder eisernen Pfahl, welcher in etwa 2 bis $2\frac{1}{4}$ m Höhe einen Arm oder eine Tafel von 0,6 bis 0,8 m Länge trägt, der in der Richtung des zu bezeichnenden Weges angebracht ist, und neben dem Namen der Ortschaft die Entfernung derselben in km zeigt. Stundenangabe der Entfernung ist, weil durchaus ungenau, zu vermeiden. Im Gebirge trifft man auch steinerne Wegweiser an. Zu erwähnen sind hier auch noch die den Namen der Ortschaft tragenden und an deren Eingang aufgestellten Ortstafeln.

Warnungstafeln sind gleichfalls an hölzernen oder eisernen Pfosten angebrachte Tafeln mit 0,10 bis 0,20 qm großer Fläche.

4. **Entwässerungsanlagen.** Über die Entwässerung des Straßenkörpers selbst ist bereits früher das notwendige gesagt. Hier soll noch kurz die Konstruktion der wichtigsten für den Straßenbau in Betracht kommenden Durchlässe besprochen werden.

Unter den noch zu behandelnden Seitenrampen, welche nach den Grundstücken führen, sind Durchlässe notwendig, welche das Wasser des Seitengrabens weiterleiten. Dazu verwendet man **Röhren**,

und zwar tönerner, gußeiserner oder Zementrohre von 25 cm Durchmesser, welche die Besitzer zu unterhalten haben.

Bei Straßenkreuzungen mit Wasserläufen, Gräben und tief liegendem Gelände muß gleichfalls für den ungehinderten Abfluß des Wassers gesorgt werden, wozu Kanäle, Durchlässe und Brücken dienen.

Endlich werden auch noch Durchlässe quer zur Straßenrichtung unter dem Straßenkörper hindurch an gewissen Stellen erforderlich, um das in den Gräben sich ansammelnde Wasser abzuleiten, worüber an anderer Stelle schon gesprochen worden ist.

Unter Durchlässen versteht man, soweit es sich nicht um Rohrdurchlässe handelt, kleinere Brücken bis zu 2,0 m l. Weite. Die kleinsten nennt man **Dohlen**. Die Herstellung der Durchlässe erfolgt nach den auch für den Straßenbau allgemein geltenden Regeln, doch können hier gegenüber dem Eisenbahnbau derartige Anlagen schwächer gehalten werden, weil sie nicht solchen Belastungen ausgesetzt sind, wie es im Eisenbahnbau der Fall ist.

Bei kleineren Durchlässen können auch die Flügelmauern fortgelassen werden, wenn man die Stirnmauern in die Böschungflächen legt. Bei Röhren können die Stirnmauern ganz in Fortfall kommen, wobei man dann die Böschung neben der Rohrmündung mit Rasen befestigt. Zur Herstellung von Stirnmauern kann Trockenmauerwerk mit Moos- oder Lehmpackung verwendet werden.

Man unterscheidet: offene Durchlässe, Röhren-, Platten- und gewölbte Durchlässe. Um alles angesammelte Wasser abzuführen, werden sie an den tiefsten Punkten der Seitengräben angelegt.

Ihre lichte Weite richtet sich nach der abzuführenden Wassermenge; dient der Durchlaß aber dem Personen- und Wagenverkehr, dann nach diesem. Es kommt auch vor, daß ein und derselbe Durchlaß der Wasserableitung und dem Verkehre gleichzeitig dient. Eisenbahnunterführungen unter Straßen erhalten eine lichte Weite und Höhe entsprechend dem Normalprofil, bei Wegedurchlässen ist eine Durchfahrtshöhe von mindestens 4,40 m, eine lichte Weite von 4,50 m bei wenig verkehrsreichen Wegen, von 5 bis 6 m bei einem Feldwege, auf dem landwirtschaftliche Maschinen befördert werden können, und 7,5 bis 8 m bei Chausseen erforderlich. Ein Durchgang für Fußgänger muß mindestens 2 bis 3 m lichte Weite und 2,5 bis 3 m lichte Höhe erhalten.

Röhrendurchlässe. Röhren aus gebranntem Ton oder Zement pflegen im Straßenbau sehr ausgedehnte Verwendung zu finden. Dabei kann man hier erheblich größere lichte Weiten anwenden als

im Eisenbahnbau. Der höchste Punkt der Röhrendurchlässe soll nach der hannoverschen Anweisung 0,9 m unter der Oberkante des Planums liegen, doch kann man mit diesem Maße erheblich heruntergehen, etwa bis auf 0,45 m, muß dann allerdings Rücksicht darauf nehmen, daß die Röhren nicht durch Frost oder sonstige Einflüsse beschädigt werden können. Ein geringerer Durchmesser als 25 bis 30 cm ist unzulässig. Auch darf man diese geringsten Weiten nur dann wählen, wenn der Durchlaß nicht länger ist als 4 m, weil er sich sonst nicht mehr durch Stangen und Bürsten reinigen läßt. Soll die Reinigung durch einen Jungen vorgenommen werden können, so muß die Weite bei rundem Querschnitt mindestens 60 cm (bei rechteckigem 50 bis 80 cm) sein. Um die Länge der Durchlässe möglichst kurz zu erhalten, legt man sie, wenn irgend möglich, senkrecht zur Straßenachse. Dies gilt auch für alle übrigen Durchlässe.

Röhrendurchlässe erfordern eine gewisse Schüttungshöhe, die sich nach dem Material, aus dem die Röhren hergestellt sind (Steingut, Zement oder Eisen) richtet. Bei Steingutröhren aus glasiertem Ton (20 bis 60 cm weit, 1 m lang, 2,2 bis 4,4 cm Wandstärke) beträgt die Überschüttungshöhe im Straßenbau mindestens 25 cm von der Oberkante bis zur Sohle der Steinbahn (im Eisenbahnbau 80 cm). Die Röhren werden durch Muffen von 9 bis 12 cm Länge miteinander verbunden, ihre Dichtung erfolgt am besten durch geteerte Hanfstricke oder Werg und Umhüllung mit plastischem Ton. Besondere Stoßunterlagen sind nicht zweckmäßig, dagegen ist die Verlegung der Rohre auf einer auf die ganze Länge des Durchlasses durchgehenden Sand- oder Kiesschicht zu empfehlen.

Bei Zementröhren (Monierröhren) mit kreisrundem oder eiförmigem Querschnitt erfolgt die Dichtung der Stoßfuge durch einen außen liegenden Wulst von Zement, häufig auch noch durch eine falzartige Verbindung. Die Überschüttungshöhe kann bedeutend geringer sein als im Eisenbahnbau, wo sie 80 cm beträgt.

Eiserne Rohre mit einem Durchmesser bis zu 1 m sind anzuwenden, wenn der Durchlaß nur wenig unter dem Planum liegt, also den Erschütterungen durch den Verkehr stark ausgesetzt ist. Die Verbindung der einzelnen Rohre erfolgt, wie bei den Tonrohren, durch Muffen, die Dichtung durch geteerte Hanfstricke und Bleiverguß oder Asphalt.

Die Stirnen der Rohrdurchlässe sind gegen das Eindringen von Wasser durch Stirnmauern am Unterhaupt zu sichern (Abb. 28); in besonderen Fällen ist für dieses eine Spundwand zweckmäßig. Unter Umständen können, wie schon beschrieben wurde, im Straßenbau die Stirnmauern auch ganz fortgelassen werden.

Offene Durchlässe mit eisernem Überbau kommen fast nur im Eisenbahnbau vor, wenn eine nur geringe Konstruktionshöhe vorhanden ist. Im Straßenbau dagegen fast nie.

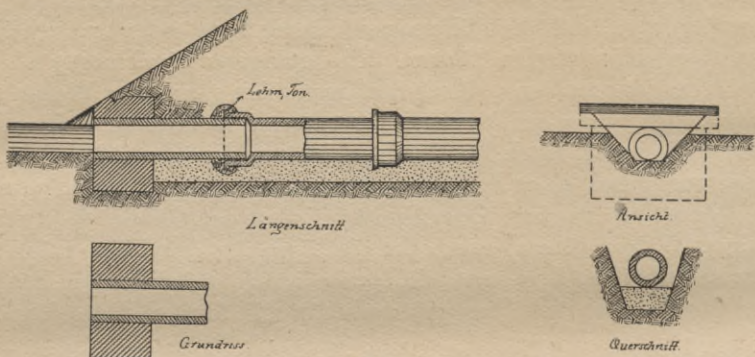


Abb. 28.

Plattendurchlässe (Abb. 29 u. 30) finden ebenfalls nur bei beschränkter Konstruktionshöhe Anwendung; wenn diese genügend vorhanden ist, sind **gewölbte Durchlässe** am besten. Führen letztere durch einen sehr hohen Damm, so ist das Gewölbe zu verstärken.

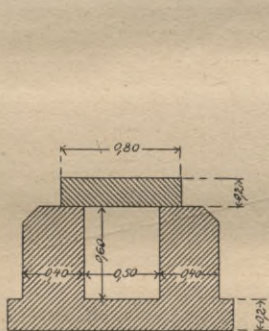


Abb. 29.

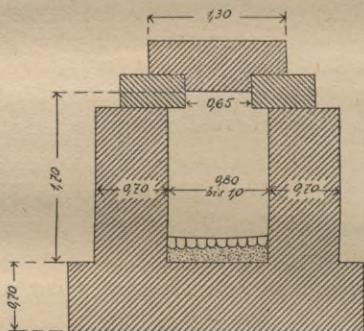


Abb. 30.

Bei sehr großem Gefälle wird bisweilen Sohle und Decke treppenförmig ausgebildet, wobei bei besonders steilem Gefälle die Anordnung eines Einfallschachtes (Fallkessels) zweckmässig werden kann (Abb. 31). Auf die gewölbten Durchlässe, sowie die Brücken einzugehen, ist hier nicht der Platz. Näheres findet man darüber im „Brückenbau“. Es soll hier nur noch erwähnt werden, daß man für Straßenbrücken eine gleichmäßig verteilte Last von 400 kg pro qm oder eine Einzellast von 7000 kg (unbelastete Chausseewalze) für die Be-

rechnung zugrunde legt, wobei stets die ungünstigste dieser Belastungsarten zu berücksichtigen ist. Neuerdings wird jedoch das Gewicht der Dampfwalzen in Rechnung zu ziehen sein, wenn nicht die Verwendung einer solchen durch die örtlichen Verhältnisse geradezu ausgeschlossen erscheint.

Unter gewissen Umständen kann man vorteilhaft auch **hölzerne Durchlässe** ausführen, nämlich in Moor- und Dargboden, wo die Gründung eines auf andere Weise hergestellten Durchlasses Schwierigkeiten bereiten würde. Allerdings müssen solche Durchlässe dauernd unter Wasser liegen, damit sie nicht faulen.

5. Stütz- und Futtermauern. Diese werden ausgeführt bei Bahnen und Straßen an steilen Hängen, und zwar am Einschnitt zur Vermeidung un-

verhältnismäßig großer Abtragungen, und wo Rutschungen zu befürchten sind. Im Auftrage wendet man sie in solchen Fällen an, wo entweder die Böschungslinie mit dem Gelände gar nicht zum Schnitt zu bringen ist, oder, wenn das zwar der Fall ist, aber nur

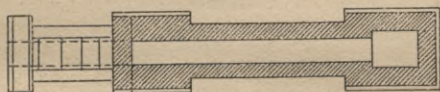
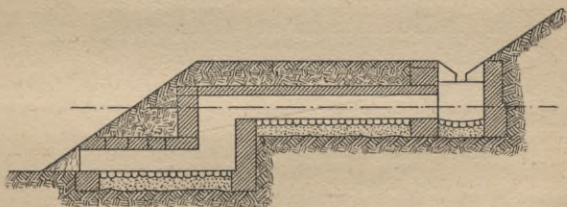


Abb. 31.

unter einem sehr spitzen Winkel. Die Mauer dient dann als Ersatz für den Dammfuß. Endlich wendet man sie bei Dämmen, ebenso wie bei den Einschnitten zur Ersparung großer Dammmassen an.

Mauern finden ferner Verwendung, um hohe Grunderwerbskosten zu ersparen, sowie wenn die Straße dicht an einer Bahn vorbeiführt, endlich dicht neben Häusern, welche aus irgend welchen Gründen zu erhalten sind, sowie an Gewässern.

Die Berechnung erfolgt nach den in der „Statik“ gegebenen Regeln, die Konstruktion nach den im „Wasserbau“ gegebenen. Auf eine gute Entwässerung der Mauern ist Bedacht zu nehmen.

6. Seitenrampen, Wegeübergänge. Die **Seitenrampen** werden erforderlich, um den Übergang von der Straße nach den anliegenden Grundstücken zu vermitteln, sowie bei Kreuzungen mit anderen Straßen oder Eisenbahnen. Ihre Zahl ist im ersteren Falle möglichst zu beschränken, die Zugänglichkeit weiterer Grundstücke von einer Rampe aus vielmehr durch **Parallelwege** zu erreichen. Sie bleiben

gewöhnlich unbesteint und müssen so angelegt werden, daß weder die Bordsteinreihe unterbrochen, noch die Kronenkante der Straße verändert wird. Seitenrampen nach Wegen werden befestigt, wenn die Wege ebenfalls befestigt sind, oder wenn man annehmen muß, daß die Fuhrwerke an den Rädern fetten Boden in nachteiliger Weise auf die Straße bringen würden. Der etwaige Wasserabfluß aus den Seitengräben erfolgt durch einen Kanal oder ein Rohr in der schon beschriebenen Weise. Die Steigung der Rampen beträgt 1 : 12 bis 1 : 20.

7. Mauthäuser, Wärterhäuser. Früher wurden fast auf allen Straßen Abgaben von den Fuhrwerken zur Unterhaltung der Straßen erhoben. Da aber jetzt die meisten Kunststraßen von den Kreisen gebaut werden, ist man von der Erhebung eines Wegegeldes in den meisten deutschen Staaten abgekommen und rechnet die Ausgaben für den Bau und die Unterhaltung der Wege zu den allgemeinen Kreislasten. Nur da, wo die Wege von bestimmten Bevölkerungsklassen hauptsächlich oder überwiegend benutzt werden, lohnt es sich, diese Kreise durch Erhebung des Wegegeldes zu den Kosten beitragen zu lassen. In solchen Fällen, wie da, wo man von der Enthebung des Wegegeldes überhaupt noch nicht abgekommen ist, wird an einer zweckmäßigen Stelle (bei Ortschaften am Eingange, sowie an Kreuzungsstellen von verschiedenen Straßen) ein **Einnehmerhäuschen (Mauthaus, von Maut = Zoll)** erbaut. Es erhält eine Grundfläche von etwa 40 qm, 2 Stuben, Küche und Bodenkammer. Vor demselben wird ein **Schlagbaum** errichtet, der von der Einnehmerwohnung aus bedient und im wesentlichen wie die Schlagbarrieren der Eisenbahnen ausgeführt wird.

Wärterhäuser machen sich im allgemeinen bei Straßen entbehrlich und sind nur da zu erbauen, wo die Ortschaften gar zu weit von den betreffenden Wärterbezirken entfernt sind. Man verbindet die Wärterwohnungen wohl auch mit denen der Einnehmer, wo dies möglich ist, um eine wohlfeilere Anlage zu schaffen.

Viehställe, Holzraum und Abort sind in ein Nebengebäude (Schuppen) zu verlegen, damit man die Reinlichkeit im Hause aufrechterhalten kann.

VIII. Vorarbeiten und Kostenanschlag.

Der Kreis braucht meistens einen Zuschuß seitens der Provinz, weshalb die Vorarbeiten dem Landesdirektor eingereicht werden müssen. Zu diesem Zwecke werden verlangt:

1. Erläuterungsbericht,
2. Kostenvoranschlag,
3. Massenberechnung und Massenverteilung,
4. Kostenanschläge für besondere Kunstbauten (Durchlässe, Brücken, Unterführungen, Futtermauern, Gebäude), wozu noch die zeichnerischen Unterlagen kommen, nämlich:
5. Übersichtskarte über das vorhandene und das geplante Wegenetz; es genügt die Generalstabskarte 1:100 000,
6. der besondere Höhen- und Lageplan, die Grunderwerbskarte,
7. ein Heft Querprofile,
8. Zeichnungen der Kunstbauten.

1. **Der Erläuterungsbericht** soll Aufschluß geben über den Verkehr und die Notwendigkeit des geplanten Weges; ferner soll er die gewählte Linie begründen, die erforderlichen Geldsummen anführen und deren Beschaffung nachweisen. Dabei ist namentlich aufzuführen, zu welchen Beihilfen sich die Anlieger verstehen. Über die spätere Verwaltung ist Aufschluß zu geben. Weiter soll er enthalten die größte Steigung und den kleinsten Krümmungshalbmesser. Kommen außergewöhnliche Abmessungen vor, so ist deren Notwendigkeit zu begründen; technisch schwierige Stellen sollen unter Hinweis auf die besonderen Unterlagen eingehend beschrieben werden.

2. **Der Kostenvoranschlag.** Derselbe ist nach folgenden Abschnitten getrennt aufzustellen:

a) Grunderwerb und Ablösung von Gerechtsamen. Hierin sind alle zu erwerbenden Grundflächen mit den etwa zu vergütenden Ernteverlusten aufzuführen, wobei ihre örtliche Lage im besonderen Lageplan tunlichst durch Nummern zu kennzeichnen ist. Auch die Kosten für Abschätzung und Vermessung, sowie die Fortschreibung sind hier mit einzustellen, sowie endlich die Kosten für die Ablösung etwaiger mit den zu erwerbenden Grundstücken verbundenen Gerechtsamen.

b) Erd- und Böschungsarbeiten.

a) Rodungsarbeiten, d. h. vorbereitende Erdarbeiten, Entfernung des Pflanzenwuchses von den für Einschnitte und Dämme in Betracht kommenden Flächen und dergl. mehr.

β) Die eigentlichen Erdarbeiten, d. h. die Anzahl der cbm und die Förderweiten der Auf- und Abträge nebst den Grenzstationen sind nach der Massenverteilung aufzuführen und zu veranschlagen.

γ) Herstellung der Böschungen, deren Bekleidung mit Mutterboden, Besamung und dergl.

δ) Deren besondere Befestigung, wie Abpflasterung.

c) Herstellung des Planums. Die hierzu erforderlichen Materialien sind zu berechnen und zu veranschlagen.

d) Brücken- und Durchlässe. Die Kostenbeträge dieser Bauwerke sind nach einem besonderen Anschlage der Reihenfolge nach einzusetzen. Für Röhrendurchlässe werden die Kosten nicht besonders veranschlagt, sondern ihre erforderliche Gesamtlänge wird nach dem Lageplan überschlägig ermittelt und mit dem Einheitspreise für 1 m Länge multipliziert in den Kostenanschlag eingesetzt.

e) Baumpflanzungen, wie folgt getrennt:

a) Herstellung der Baumlöcher,

β) Ankauf und Verfüllen des Mutterbodens,

γ) Nachweis und Kosten der erforderlichen Bäume,

δ) deren Verpflanzen,

ε) Setzen von Schutzsteinen und Pfählen,

ζ) Begießen der Bäume in der ersten Zeit nach der Verpflanzung.

f) Nebenanlagen. Rampen, Seitenwege, Grenzsteine, Schutzgeländer, Wegweiser etc., Mauthäuser, Wärterhäuser, die letzteren beiden nach besonderem Anschlage sind hier einzusetzen.

g) Vermessungsarbeiten. Hierhin kommen die Anfertigung des Kostenvoranschlages, die Kosten des Grunderwerbes, soweit er Katasterarbeiten betrifft, die Kosten für Auszüge aus den Katasterblättern, Setzen der Grenzsteine, Schlußvermessung und Schlußnivelllement.

h) Verwaltung, Insgemein: Bauleitung, Rendantur, Bureaukosten, Zins- und Kursverluste, Abrundung für unvorhergesehene Fälle und Titel insgemein. Werden die Kosten für die Ausarbeitung des Entwurfes nicht besonders aufgebracht, so sind sie hier mit einzusetzen. Die in Ansatz zu bringenden Beträge sind so zu bemessen, daß eine Abrundung der Bausumme nach oben erzielt wird.

Einnahmen, die man aus dem Verkaufe von übrigbleibenden Materialien, alten Geräten und dergl. voraussichtlich erzielen wird, sind in Abzug zu bringen.

Zur Erleichterung der Anfertigung eines Kostenanschlages seien hier noch einige Angaben über die Kosten von Straßenneubauten ge-

macht, die wir Barkhausen, Handbuch der Baukunde, Abt. III, Heft 4 entnehmen:

Im allgemeinen schwanken die Kosten für den Neubau einer Straße in außerordentlich weiten Grenzen je nach der Gegend, nach der Kronen- und Fahrbahnbreite, dem Untergrunde und Material und anderen, besonders örtlichen Preis- und Lohnverhältnissen, so daß sich bestimmte Angaben überhaupt nicht machen lassen.

In ebener Erde mit reichlichem Steinvorrat, bei billigem Grunderwerb rechnet man für 1 km Straße etwa 10 000 Mark; in Marschgegenden, wo Grund und Boden wertvoll, das Steinmaterial teuer ist und auch die Erdarbeiten teurer werden, kann 1 km Straße leicht 30 000 Mark und mehr kosten. Man kann also in Preußen unter gewöhnlichen Verhältnissen für 1 km Straße 10 000 bis 30 000 Mark annehmen.

In der Provinz Brandenburg kostete von den bis Ende 1883 erbauten Chausseen 1 km durchschnittlich 14 055 Mark. (Da seitdem aber die Arbeitslöhne erheblich gestiegen sind, so dürfte sich dieser Durchschnittspreis jetzt nicht unwesentlich erhöhen.)

In Hannover stieg der Durchschnittspreis der bis 1830 fertiggestellten Straßen von 10 000 Mark bis auf 17 000 Mark für 1 km für die von 1873 bis 1881 angelegten Landstraßen.

In Schleswig-Holstein kosteten Geest-Chausseen mit Stein-schlagbahn 27 000 Mark für 1 km; eine kurze Klinkerstraße kostete 30 800 Mark.

In Oldenburg schwankten die Kosten für die Herstellung von Klinkerstraßen, aber ausschließlich der größeren Brückenbauten, je nach den örtlichen Verhältnissen zwischen 7 000 und 43 000 Mark für 1 km.

3. Massenberechnung und Massenverteilung. Dieselben werden mit Hilfe der im „Erdbau“ gegebenen Formeln und Regeln aufgestellt, sie bedürfen daher hier keiner weiteren Erläuterung.

Die Anfertigung der Kostenanschläge für Kunstbauten ist Sache des Veranschlagens und kann hier eingehender nicht besprochen werden. Ebenso ist über die unter 5 bis 8 am Eingange dieses Abschnitts VIII erwähnten zeichnerischen Unterlagen hier nichts mehr hinzuzufügen, da deren Anfertigung teils im „Erdbau“ schon eingehend behandelt wurde, während bezüglich der zeichnerischen Behandlung der Entwürfe im allgemeinen im III. Abschnitte dieses Heftes schon das nötige gesagt ist.

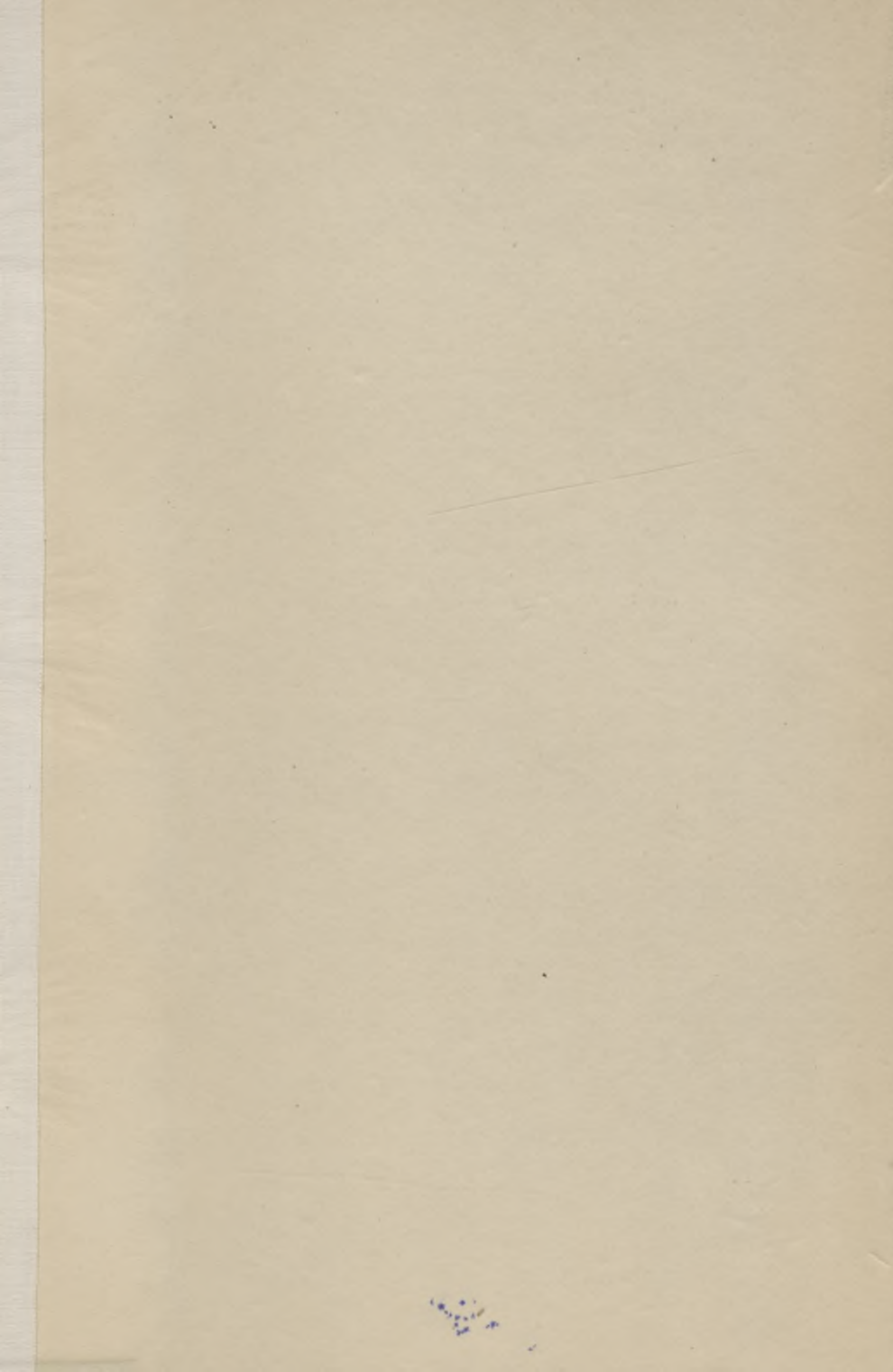
Zur Ergänzung sollen hier nur noch die Gesichtspunkte erwähnt werden, nach denen die **Kostenanschläge für die Unterhaltung der Straßen** aufzustellen sind. Im allgemeinen gelten hierfür die

von jeder Verwaltung gegebenen Vorschriften. Man kann die Kosten bei solchen Anschlägen etwa nach folgenden Punkten trennen:

- a) Materialbeschaffung; Gewinnung in den Steinbrüchen oder Ankauf der Steine und deren Anfuhr zur Baustelle.
- b) Handarbeiten (Aufsetzen, Zerkleinern und Verbauen des Steinmaterials, Wartung der Straßen und Reinigung der Gräben).
- c) Pflasterarbeiten.
- d) Walzung.
- e) Kleinere Brücken, Durchlässe und Kanäle.
- f) Einfriedigungen.
- g) Grenz- und Kilometersteine.
- h) Baumpflanzungen.
- i) Geräte.
- k) Insgemein; Beiträge für Alters- und Invalidenversorgung und Krankenkassen; Schneeabseilung; Schutz gegen Hochwasserschäden u. dergl.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

S-98



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-2582

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



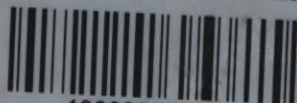
II-351238

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000307235

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297395