

so ist für *Stützmauern* gewöhnlicher Ausführung und bei nicht zu nasser Hinterfüllung $b \cong \frac{1}{3} h$, für Mauern von besonders sorgfältiger Herstellungsweise mit wagrecht gelagerter trockener Hinterfüllung kann b auf etwa $\frac{2}{7} h$ ermäßigt werden, während b bei tonigem und lehmigem Auffüllmaterial, das zu Rutschungen neigt, auf $\frac{3}{7} h$ zu erhöhen ist. Für Futtermauern ohne Erdüberhöhung kann als mittlere Mauerdicke angenommen werden $b = 0,29 \text{ m} + 0,17 h$. Im allgemeinen

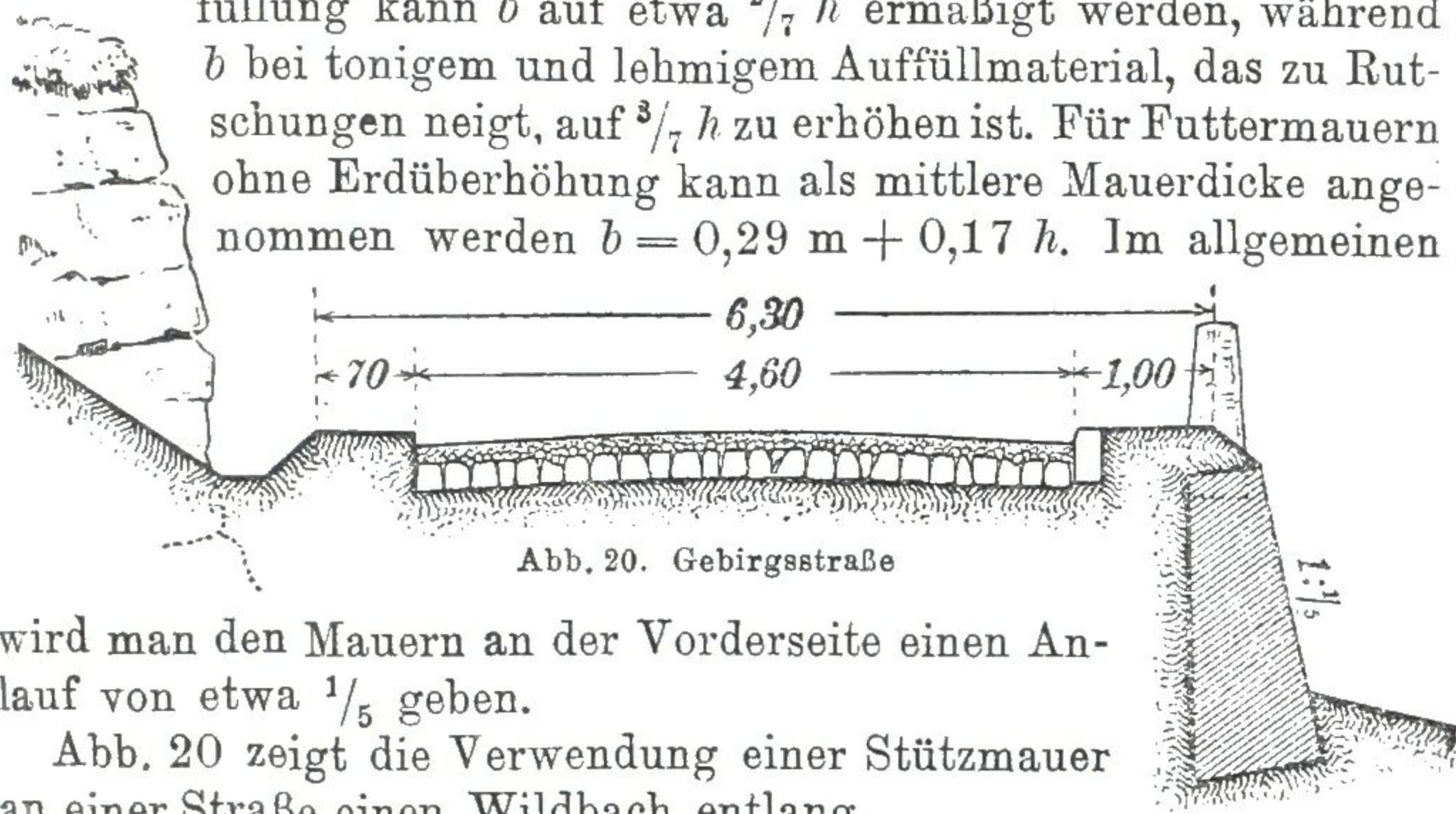


Abb. 20. Gebirgsstraße

wird man den Mauern an der Vorderseite einen Anlauf von etwa $\frac{1}{5}$ geben.

Abb. 20 zeigt die Verwendung einer Stützmauer an einer Straße einen Wildbach entlang.

VII. Oberbau (Befestigung).

A. Allgemeine Gesichtspunkte.

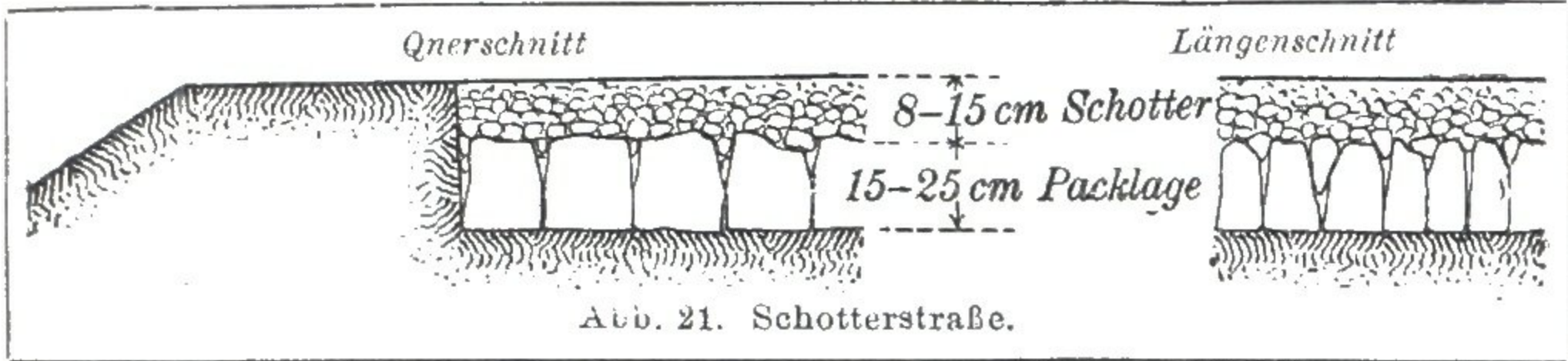
Wie die Fahrbahn der Straße ihr weitaus wichtigster Bestandteil ist, so bildet auch die Frage ihrer Befestigung den Hauptgegenstand des vorliegenden Abschnitts, hinter dem die Behandlung der Fuß-, Reit- und Radfahrwege erheblich zurücktritt. Die nachfolgenden allgemeinen Erörterungen im besonderen beziehen sich nur auf die Befestigung der Fahrbahnen.

Bloße *Erdstraßen*, die lediglich aus einer geebneten Erdbahn mit oder ohne Seitengräben ohne besondere Befestigung ihrer Oberfläche bestehen, bilden eine ganz unzulängliche Einrichtung für den Verkehr, die auch bescheidenen Ansprüchen nicht zu genügen vermag. Mögen derartige Erdbahnen, solange sie sich in trockenem Zustand befinden, auch für leichte Fuhrwerke ein weiches und ruhiges Fahren ermöglichen, so verwandeln sie sich bei nasser Witterung in grundlose Sümpfe, in denen die Fahrzeuge tief einsinken und Gleise hinterlassen, die auch nach dem Wiederaustrocknen des Erdbodens nur allmählich durch den Verkehr wieder eingeebnet werden und ihn deshalb noch lange belästigen. So verbreitet sie unter primitiven Verhältnissen in früheren Zeiten auch waren und in unentwickelten Gegenden selbst jetzt noch sind, so ist doch ihre Anwendung in fortgeschrittenen Ländern trotz der geringen Herstellungskosten wegen der geschilderten Mängel mit Recht sehr in Abgang gekommen. Sie werden hier nur noch in gewissen Fällen als Feld-, Wald- und Reitwege, sowie auf Landstraßen als sogenannte Sommerwege neben einer befestigten Fahrbahn angeordnet.

Es war einer der größten Fortschritte, als im 17. und 18. Jahrhundert mit dem bereits geschilderten Wiederaufleben des Landstraßenbaus auch das Verständnis für den Wert und die Bedeutung einer guten *Befestigung der Straßenfahrbahnen* durch Steinkörper zum Gemeingut weitester Kreise wurde. Die damals allgemein üblich gewordene Befestigung der Fahrbahnen durch Decken aus Schotter (Steinschlag) besitzt mit geringen Abweichungen im Landstraßenbau auch heute noch die Herrschaft, wenn neuerdings auch in gewissen Fällen andere Befestigungsarten mit ihr in Wettbewerb treten. Versuchen wir uns nun, ehe wir uns in die Einzelheiten der Bauweise vertiefen, klarzumachen, worauf es bei der Befestigung der Straßenoberfläche ankommt, so ergibt sich aus dem Zweck der Straßen ohne weiteres, daß die Befestigung zwar einerseits die Bewegung der Fahrzeuge durch Festigkeit und ebene Oberfläche tunlichst erleichtern soll, andererseits aber doch nicht allzu glatt sein darf, weil sonst die Zugtiere den Halt verlieren und stürzen würden. Gleichzeitig muß die Fahrbahnbefestigung eine genügende Härte und Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung durch die Räder der Fuhrwerke, sowie möglichste Wetterbeständigkeit besitzen, da sie sonst einer rasch fortschreitenden Zerstörung unter starker und lästiger Schmutzbildung anheimfällt. Die Geräuschlosigkeit des Fahrbahnbelags, die für gewisse städtische Straßen von höchster Wichtigkeit ist, tritt bei den Landstraßen erheblich in den Hintergrund, da hier eine Belästigung von Anwohnern durch Lärm in der Regel überhaupt nicht in Frage kommt, und die Schallwirkung bei dem Fehlen von Häuserreihen schon an sich nicht so schlimm ist. Hingegen ist die möglichste Verhinderung der Staubbildung, die für die Städte längst zur Lebensfrage geworden ist, seit dem Aufkommen des Kraftwagenverkehrs auch für stark befahrene und begangene Landstraßenstrecken sehr wichtig geworden. Da aber die Staubbekämpfung in der in den Städten üblichen Weise erhebliche Mittel erfordert, so haben sich gerade im Landstraßenbau neuerdings eigenartige Verfahren herausgebildet, die den besonderen Bedürfnissen mit geringeren Aufwendungen zu genügen versuchen. Diese Behandlungsweisen bilden zugleich auch Schutzmaßnahmen gegen die Beschädigung der Fahrbahnen durch die Saugwirkung rasch fahrender Kraftfahrzeuge und die Stöße der Räder von schweren Lastkraftwagen. Sie werden im Unterabschnitt B Ziff. 3 näher beschrieben werden.

B. Arten der Befestigung, insbesondere der Fahrbahnen.

1. Schotter- und Kiesbahnen. Den Schotter- oder Steinschlagbahnen, die immer noch die weitaus verbreitetste Art der Befestigung der Landstraßen bilden und wohl noch auf lange hinaus bleiben werden, stehen die ähnlichen, aber an das sehr beschränkte



Vorkommen von geeignetem Kies gebundenen Kiesbahnen an Verbreitung und Bedeutung so erheblich nach, daß der Hauptteil dieser Erörterung den Schotterbahnen gewidmet sein wird. Es gibt zweierlei Arten, solche Schotterbahnen für Landstraßen herzustellen. Bei der einen, unbedingt besseren von beiden, wird zunächst eine sogenannte *Packlage*, auch *Grundsicht* oder *Vorlage* genannt, je nach der Schwere des zu erwartenden Verkehrs in einer Stärke von 15—20 cm auf den Erdgrund aufgebracht. Diese Packlage besteht aus pyramidenartigen Bruchsteinen mit möglichst ebenen Grundflächen, die hochkantig mit den Spitzen nach oben und mit den Längsseiten quer zur Straßenachse eingestellt und fest verspannt werden. Hierauf köpft man die oberen Spitzen der Steine ab und keilt damit die Lücken zwischen den einzelnen Steinen aus („Verzwicken“). Von diesem festen Verspannen und Auskeilen der Packlage hängt ihre Brauchbarkeit in hohem Maße ab, weil dadurch sowohl das Versinken einzelner Steine in den Untergrund als auch ein Emporquellen desselben zwischen den Steinen verhindert wird. Auf die Packlage wird sodann als Abnutzungsschicht eine *Decke* aus *Schotter*, auch *Steinschlag* oder *Kleingeschläg* genannt, in solcher Stärke aufgebracht, daß sie in gewalztem oder festgefahretem Zustand, je nach der Verkehrsbedeutung der Straße, noch eine Stärke von 8—15 cm, durchschnittlich 10 cm, besitzt. Diese Schotter-schicht überdeckt man zur Glättung häufig noch mit einer etwa 2 cm starken Schicht von feinkörnigem Gestein, sogenanntem Grus. Zu vgl. Abb. 21. Durch das Festwalzen oder Festfahren verliert die lose aufgebrachte Schotterdecke etwa $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ ihrer Stärke, da sie einerseits in die Zwischenräume zwischen den einzelnen Steinen der Packlage eingepreßt, andererseits aber auch in sich selbst zusammengedrückt wird. Sie muß deshalb zur Erzielung einer bestimmten Stärke im festen Zustand zunächst entsprechend höher aufgeschüttet werden. Im allgemeinen ergibt 1 cbm Schotter in lose geschüttetem Haufen etwa 0,8 cbm feste Schotterdecke. Es empfiehlt sich sehr, vor dem Einstellen der Packlage dem Erdkörper genau die Form der künftigen Fahrbahnoberfläche zu geben, so daß sowohl die Packlage als auch die Schotterdecke überall eine gleichmäßige Stärke erhalten können.

Die zweite Art der Schotterbahnen, die nach dem Engländer Mac Adam, der sie zuerst in größerem Maßstab zur Ausführung gebracht hat, den Namen *Macadamstraße* führt, unterscheidet sich

von der soeben beschriebenen Art lediglich dadurch, daß an Stelle der Packlage eine Schicht von Grobgeschläg von 6—8 cm Durchmesser als Unterlage eingebracht wird, auf die man sodann die Schotterdecke in genau der gleichen Weise wie im ersten Fall aufbringt. Es ist leicht einzusehen, daß diese Grobgeschlägschichte keinen so festen Unterbau bildet, wie eine gut verspannte Packlage. Diese Schichte dringt deshalb bei weichem Untergrund leicht in diesen ein und vermischt sich mit ihm, so daß den Bestand der oberen Schotterdecke stark gefährdende erdige Bestandteile in die Deckschichte eindringen können. Wo nicht ein ganz besonderer Anlaß zum Verzicht auf eine Packlage vorliegt, was namentlich der Fall sein wird, wenn zur Packlage geeignete Steine nur mit erheblichen Mehrkosten beigebracht werden können, sollte deshalb nicht zu einer Macadamfahrbahn gegriffen werden. Bei weichem Untergrund oder schwerem Verkehr ist eine solche keinesfalls am Platz.

Während zur *Packlage* jedes einigermaßen feste Gestein brauchbar ist, sofern es nur Wetterbeständigkeit besitzt und sich in Stücke von geeigneter Form spaltet, muß bei der Auswahl des *Schotters*, der den unmittelbaren Einwirkungen des Verkehrs und der Witterung ausgesetzt ist, große Sorgfalt beobachtet werden. Die zur Verwendung kommenden Schotterarten zerfallen nach der *Gesteinsart* in die beiden Hauptgruppen des *Weich- und Hartschotters*. Für ersteren kommen überwiegend bessere Kalksteinsorten, besonders guter Muschelkalk und Kohlenkalkstein sowie einzelne härtere Sorten des Jurakalksteins in Betracht. Von den Hartgesteinen stehen die guten Sorten von Porphyr und Basalt zweifellos obenan. Sie zeichnen sich nicht bloß durch ihre große Festigkeit und Widerstandsfähigkeit aus, sondern stehen auch in reichlicher Menge in den verschiedensten Gegenden zur Verfügung. Ihnen annähernd gleichwertig, aber wegen ihres beschränkten Auftretens von geringerem Belang sind Diabas, Hornblende, Serpentin, Melaphyr, Diorit und ähnliche Gesteine. Granite und Gneise sind nur bei sehr guter Beschaffenheit dem Weichgeschläg überlegen, aber im allgemeinen nicht annähernd so brauchbar, wie die zuerst genannten Hartgesteine, und in ihren schlechteren Arten sogar ganz minderwertig, was namentlich vom Gneis gilt. Weichschotterdecken sind nur bei schwachem und leichtem, bei besonders guter Beschaffenheit des Gesteins höchstens noch bei mittlerem Verkehr brauchbar und werden im allgemeinen nur dort zur Verwendung kommen, wo Hartgesteine auf sehr große Entfernung mit erheblichen Kosten beigebracht werden müßten. Die besseren Hartgesteinsorten vermögen dagegen schon einen recht starken und schweren Verkehr zu ertragen. Sie setzen insbesondere auch einem nicht übermäßig großen und schweren Kraftwagenverkehr schon hinreichenden Widerstand entgegen. Außerdem entwickeln sie

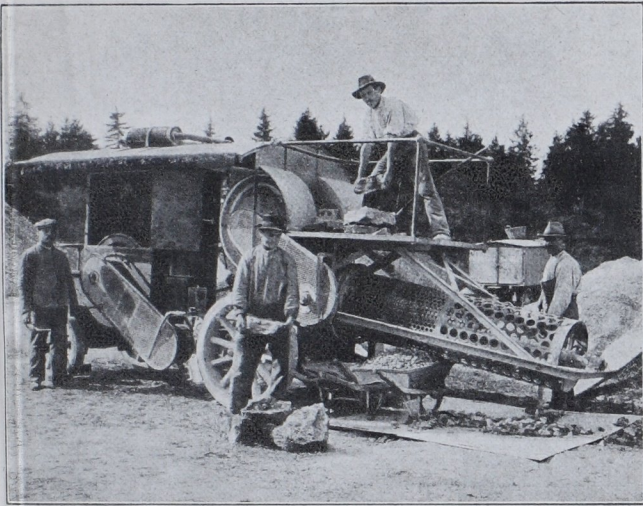


Abb. 22. Selbstfahrender Steinbrecher. 12 P. S.

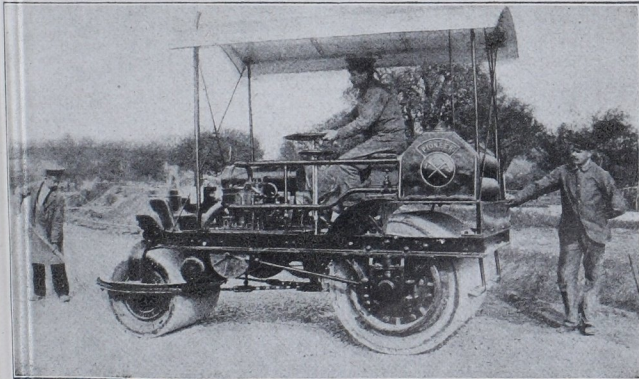


Abb. 23. Leichte Motorwalze. Dienstgewicht 7,5 t.

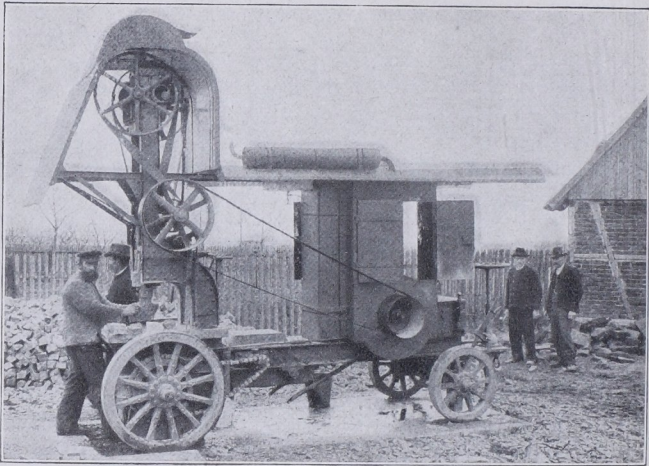


Abb. 24. Steinspaltmaschine.

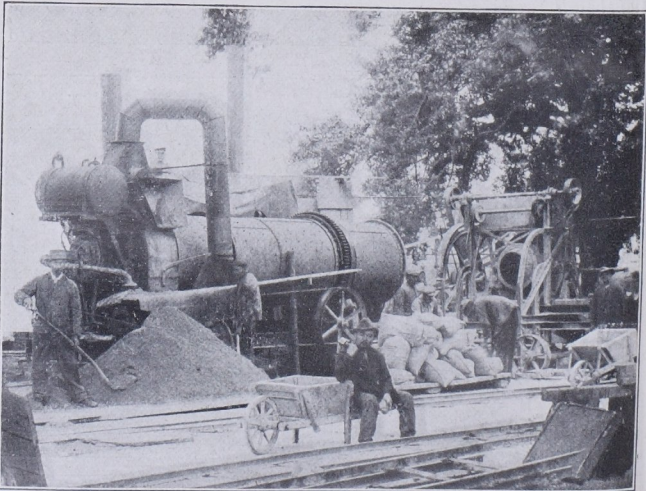


Abb. 29. Mischmaschine für bituminöse Decklagen.

unter dem Einfluß von Kraftwagen auch erheblich weniger Staub als Weichschotterstraßen. Man hüte sich aber andererseits auch vor der Verwendung sehr harten Gesteins auf schwach befahrenen Straßen, weil diese sonst unter dem Einfluß des Verkehrs leicht eine sehr raue Oberfläche erhalten, was daher kommt, daß die größeren und härteren Gesteinsstücke nicht hinreichend abgefahren werden.

Das *Schlagen* oder *Zerkleinern* der *gebrochenen Steine* zu Schotter kann sowohl *von Hand* als auch durch Maschinen, die sogenannten *Steinbrecher* oder *Quetschwerke* erfolgen. Das Handgeschläg ist dem Maschinengeschläg durchaus ebenbürtig, ja häufig durch schöne Würfelform, die für Straßendecken besonders geeignet ist, ausgezeichnet. Bei einem einigermaßen großen Bedarf sind aber Arbeiter zu dem beschwerlichen Geschäft des Schotterschlagens von Hand überhaupt nicht mehr aufzutreiben, so daß der Maschinenbetrieb in allen größeren Steinbrüchen beinahe ausschließlich in Betracht kommt. Er bietet auch den Vorteil, daß mit Hilfe von Sortiertrommeln eine scharfe Trennung des Geschlägs nach den verschiedenen Korngrößen stattfindet, was für die Brauchbarkeit des Erzeugnisses von erheblichem Wert ist. Neben den feststehenden Quetschwerken der großen Steinbrüche sind auch fahrbare Steinbrecher in Verwendung, die das Gestein auf den Straßen selbst zerkleinern können (s. Abb. 22, Tafel I). Die täglichen Leistungen der verschiedenen Steinbrecher bewegen sich bei zehnstündiger Arbeitszeit und einem Kraftverbrauch von 5—20 Pferdestärken etwa zwischen 20 und 120 cbm. Die folgende Tafel enthält die übliche Bezeichnung der Erzeugnisse der maschinellen Zerkleinerung und ihre Einteilung nach den von den Sortiertrommeln der Quetscher gelieferten Korngrößen.

Tafel 6. Korngröße von Schotter und Grus.

mm $\frac{55}{65}$ Grob-	mm $\frac{45}{55}$ Normal- Schotter	mm $\frac{25}{45}$ Fein-	mm $\frac{15}{25}$ Grob-	mm $\frac{8}{15}$ Normal- Grus	mm $\frac{5}{8}$ Fein-
--------------------------------	--	--------------------------------	--------------------------------	---	------------------------------

Es werden durchschnittlich erzeugt:

Grobschotter. . .	etwa	7	0/0
Normalschotter	„	29	0/0
Feinschotter . .	„	35	0/0
Grus	„	29	0/0

Der Normalschotter eignet sich vor allem zu Bewalzungen, der Feinschotter zu Flickarbeiten, während der Grobschotter nur ausnahmsweise, und zwar auf Straßen mit besonders starkem und schwerem Verkehr brauchbar ist.

Da beim Einwalzen neu gebauter Straßen die gewöhnlich zur

Straßenunterhaltung verwendeten Dampfwalzen wegen ihres hohen Gewichts leicht einsinken und die leichteren Pferdewalzen ein schwerfälliges und veraltetes Geräte sind, so verwendet man bei Straßeneubauten neuerdings mit großem Vorteil leichte *Motorwalzen* (Walzen mit Explosionsmotoren oder auch leichtere Dampfwalzen) von etwa 7—8 t Dienstgewicht (Abb. 23, Tafel I). Die Ausführung der Walzarbeiten ist in Abschnitt XI „Straßenunterhaltung“ näher beschrieben.

Zum Schluß haben wir noch der *Kiesbahnen* Erwähnung zu tun, die sich von den Schotterbahnen lediglich dadurch unterscheiden, daß statt der Schotterdecke eine Decke aus Kies verwendet wird. Wo Kies aus Hartgestein in genügenden Mengen zur Verfügung steht, wie z. B. die alpinen Geschiebe in der Schweiz und in gewissen Teilen von Süddeutschland, lassen sich mit den Kiesbahnen ganz brauchbare Ergebnisse erzielen, vor allem dann, wenn der Kies vor seiner Verwendung sortiert und die größeren Stücke zerschlagen und dadurch zugleich in eine scharfkantige Form gebracht werden. Von der Verwendung weicheren Kieses kann hingegen nur abgeraten werden.

Über Verfahren zur Feststellung der Brauchbarkeit der verschiedenen Gesteinsarten zu Straßenschotter vgl. Abschnitt XI, Buchstabe C.

2. Pflasterbahnen. Von den verschiedenen *Pflasterarten* aus *natürlichen* und *künstlichen* Steinen, wie sie in den Städten in reichem Maße zur Verwendung kommen, hat für den Landstraßenbau nur eine einzige Art, diese aber auch mit Fug und Recht, allgemeinere Bedeutung erlangt. Es ist dies das sogenannte Kleinpflaster. Daneben kommt in vereinzelt Fällen, etwa in der Nähe von Städten, auch Großpflaster und in Gegenden, wo es an natürlichen Gesteinen fehlt, wie in den Küstengegenden der Nordsee, Klinkerpflaster zur Verwendung.

Das *Kleinpflaster*, im Jahre 1885 von Baurat Gravenhorst in Stade erstmals angewendet, hat anfänglich nur langsam, seit etwa einem Jahrzehnt aber in steigendem Maße an Boden gewonnen. Es ist, wie schon der Name andeutet, ein Pflaster aus verhältnismäßig kleinen Steinen mit scharfen, geraden Kanten, einer viereckigen ebenen Kopffläche von 60—90 qcm Querschnitt, die sich nach unten zu einer ebenen Fußfläche verjüngt, die nicht kleiner als $\frac{2}{3}$ der Kopffläche sein soll. Die Höhe der Steine beträgt 8—10 cm. Es wird aus Bruchsteinen mittels *Spaltmaschinen* (Abb. 24, Tafel I) oder *von Hand* herausgeschlagen und nur wenig nachgearbeitet. *Leichte Spaltbarkeit des Gesteins* ist deshalb Grundbedingung, da die Steine sonst durch die Kosten des Nachrichtens zu sehr verteuert werden. Ganz vorzüglich eignet sich zu Kleinpflaster der sehr leicht spaltende und harte Basalt, der in einer Reihe von großen Steinbrüchen verarbeitet wird und als weitaus bester Baustoff von allen Gesteinsarten

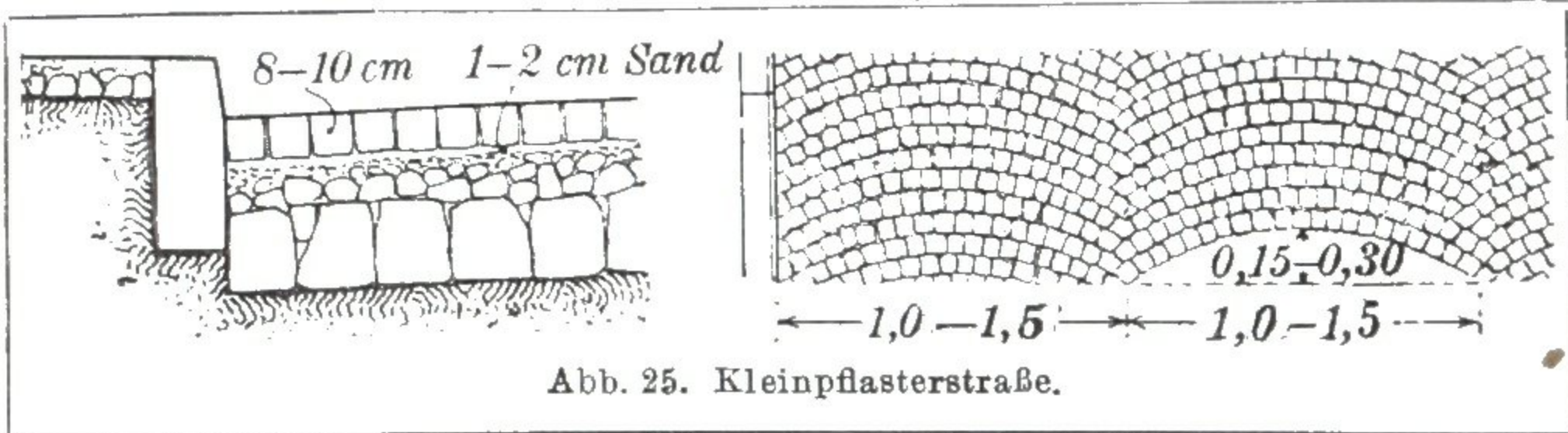
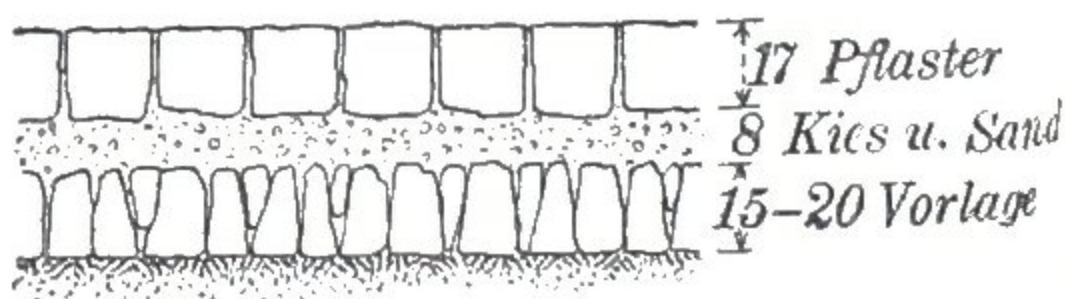


Abb. 25. Kleinpflasterstraße.

die größte Verbreitung als Kleinpflaster gefunden hat. Daneben wird, wenn auch in erheblich geringerem Maße, vor allem noch Granit verwendet, der schwieriger zu spalten und meist nicht so widerstandsfähig ist, aber den Vorzug der geringeren Glätte besitzt, was ihn für stärker ansteigende Straßen geeigneter macht. Weichgesteine sind wegen ihrer geringen Widerstandsfähigkeit im allgemeinen ungeeignet und haben deshalb bis jetzt eine nennenswerte Verbreitung nicht erlangen können. Verlegt wird das Kleinpflaster in flachen Bogensegmenten mit etwa 1—1,5 m Sehne und etwa 0,15—0,30 m Pfeil mit dem Scheitel bergauf. In den allermeisten Fällen kommt es auf alte Schotterbahnen bestehender Straßen zu liegen, die eine vorzüglich feste Unterlage bilden und bei der geringen Höhe der Pflastersteine entweder gar nicht oder nur wenig mit Hilfe von Straßenaufreißern abgehoben werden und vor dem Aufbringen des Pflasters genau dem Profil der Pflasteroberfläche entsprechend abzugleichen und festzuwalzen sind. Diese profilmäßige Abgleichung ist von der größten Wichtigkeit, da nur eine ganz dünne, etwa 1—2 cm starke und überall gleichhohe Schichte von reinem scharfkörnigem Sand zwischen Unterlage und Pflaster eingebracht werden darf. Sonst setzen sich die einzelnen kleinen Pflastersteine ganz ungleichmäßig, was nicht bloß zu starken Unebenheiten der Straßenoberfläche, sondern auch zu einer raschen Zerstörung des Pflasters Veranlassung gibt. Vor dem Versetzen werden die Steine vielfach zuvor mit Holzschablonen der Höhe nach sortiert, damit gleichhohe Steine zusammen verwendet werden können. Nachdem sie sodann mit mäßiger Überhöhung versetzt worden sind, werden sie mit eisernen Hand- oder Maschinenrammen festgerammt und das Pflaster hierauf mit einer Schichte von Sand bedeckt, der zweckmäßigerweise noch mit Wasser in die Fugen eingeschlemmt wird. Eine solche Sandschichte ist auch nach der Verkehrsübergabe der Pflasterung zum Nachfüllen der Fugen noch einige Zeit zu erhalten. Die Einfassung des Pflasters auf beiden Seiten der Straße mit längeren Rand- oder Bordsteinen ist üblich, aber keine Notwendigkeit. Zu vgl. Abb. 25. Auf neu gebaute Landstraßen kann Kleinpflaster wegen der zu erwartenden Setzungen nicht ohne weiteres aufgebracht werden. Es empfiehlt sich in solchen Fällen, zuvor wenigstens zweimal eine Schotterdecke einzuwalzen und den Verkehr einige Zeit darübergerhen zu lassen.

Das Kleinpflaster vereinigt in sich so ziemlich alle Eigenschaften, die man von einer guten Landstraßenbefestigung verlangen kann. Ein erheblicher Vorzug ist schon seine geringe Höhe, die in der Regel die Benützung vorhandener Schotterbahnen als Unterlage ohne große Kosten für Abhub oder Höherlegung gestattet. Dazu kommt, daß es bei einer Widerstandsfähigkeit und Lebensdauer, welche die der besten Schotterstraßen erheblich übertrifft, nicht auch in gleichem Maße teurer ist. Seine Herstellung erfordert weder große Geräte noch eine außergewöhnliche Geschicklichkeit der Pflasterer. In Fällen, wo die Sperrung einer Straße nicht angängig ist, kann es neben dem Straßenverkehr in zwei Längsstreifen nacheinander ausgeführt werden. Von ganz besonderem Wert ist seine durch praktische Versuche erwiesene Verwendbarkeit auf allen Steigungen, die bei Landstraßen selbst im Gebirge zulässig sind, und auf denen alle anderen Pflasterarten wegen zu großer Glätte unbrauchbar wären. Wenn es sich bei Basaltkleinpflaster auch nicht empfiehlt, mit den Steigungen über 3 ‰ hinauszugehen, so steht für steilere Strecken das rauhere Granitkleinpflaster zur Verfügung, das auf Steigungen bis zu 8 ‰, ohne daß Unfälle vorgekommen wären, praktisch erprobt ist. Außerdem ist das Kleinpflaster verhältnismäßig staubfrei, was als ein weiterer beträchtlicher Vorzug bezeichnet werden muß. Obschon es in dieser Hinsicht an die unter Ziff. 3 zu bezeichnenden bituminösen Beläge nicht heranreicht, so ist es doch im Vergleich mit Schotterdecken sehr wenig staubbildend. Ein nicht zu unterschätzender Vorzug des Kleinpflasters ist endlich noch, daß es sich leicht und ohne Umstände ausbessern läßt. Nach alledem wird man kaum fehlgehen, wenn man in dem Kleinpflaster eine zukunftsreiche Straßenbefestigung erblickt.

Großpflaster aus natürlichen Steinen hat für die auf Billigkeit der Fahrbahnbefestigungen angewiesenen Landstraßen keine große Bedeutung, zumal da der Verkehr auf ihnen nur in seltenen Fällen so stark anschwellen wird, daß ein Großpflaster wie auf städtischen Straßen mit sehr starkem und schwerem Verkehr ein unbedingtes Erfordernis wäre. Wo es ausnahmsweise einmal notwendig wird, ist es am besten nach Art der städtischen Pflasterungen aus einer der gebräuchlichen Hartgesteinsarten, deren Abmessungen zwischen 12—25 cm Länge, 7—18 cm Breite und 15—20 cm Höhe schwanken, in Reihen senkrecht zur Straßenachse im Verband auf Packlage mit Sand- oder Kiesdecke oder auf eine bloße Kies-



Grundriß

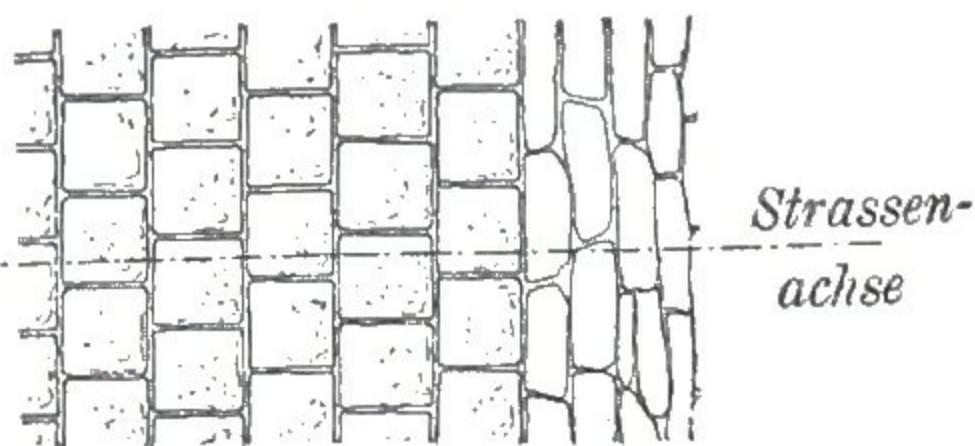


Abb. 26. Großpflaster.

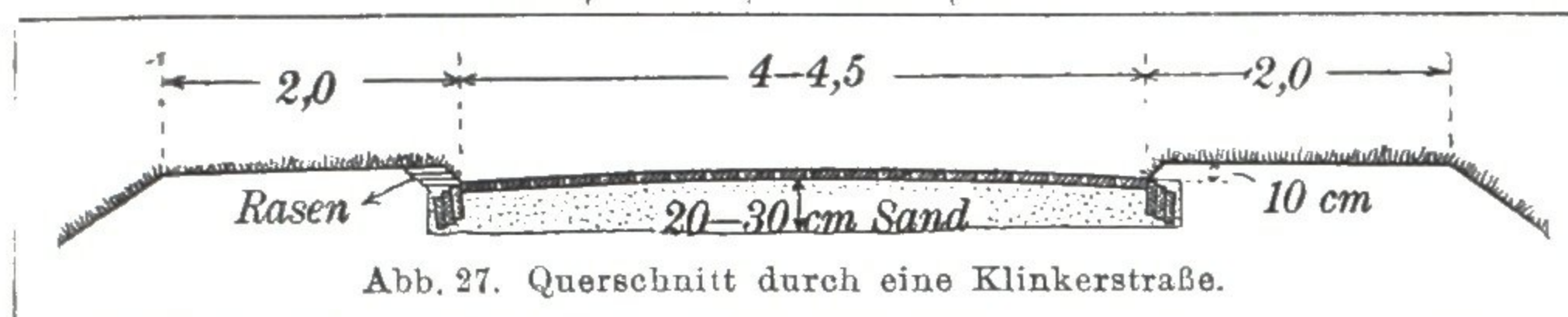


Abb. 27. Querschnitt durch eine Klinkerstraße.

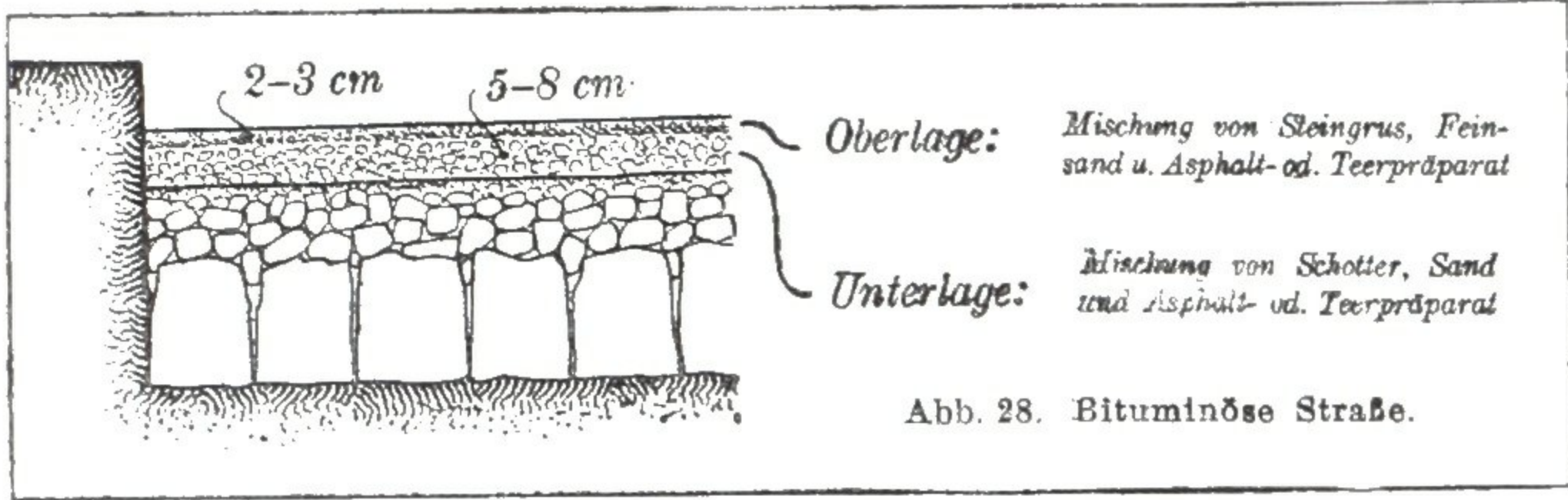
oder Sandschichte je von etwa 15—25 cm Höhe zu versetzen und gut abzurammen (Reihenpflaster). Beinahe immer werden Steine von nicht genau prismatischer Form, die sogenannten Kopfsteine oder Köpfel genügen, die von der Kopffläche aus nur auf etwa 5 cm Tiefe vollkantig sind und sich von da ab nach unten verjüngen. Derartige Steine sind erheblich billiger als die sogenannten Würfelsteine, die genau prismatische Form aufweisen. Auch auf gleiche Breite der einzelnen Steine ist kein erheblicher Wert zu legen, wenn schon natürlich für ein und dieselbe Reihe gleichbreite Steine zusammen genommen werden müssen (Abb. 26).

Das an Widerstandsfähigkeit hinter dem Kleinpflaster und sogar hinter einer guten Hartschotterfahrbahn zurückstehende *Klinkerpflaster* ist das einzige auf Landstraßen einigermaßen verbreitete *Kunststeinpflaster* und, wie bereits erwähnt, nur da am Platz, wo die Beifuhr natürlicher Steine unverhältnismäßige Kosten verursachen würde. Diese Pflasterart hat es deshalb nur zu einer örtlichen Bedeutung gebracht. Dem Verkehr schwerer Fuhrwerke ist sie nicht gewachsen. Die 18—23 cm langen, 10—11 cm breiten und $4\frac{1}{2}$ — $5\frac{1}{2}$ cm starken Steine werden aus Ton geformt und bis zur Sinterung gebrannt. Sie kommen in bewährter Güte namentlich aus Ziegeleien in Osnabrück, Bockhorn und Amsterdam. Bei ihrer länglichen Form und geringen Stärke lassen sie sich ohne guten Unterbau, der aus einer Schicht Beton von 15—20 cm Stärke oder aus einer noch kräftigeren Sand- oder Kiesschüttung besteht, nicht haltbar verlegen. Die Steine werden ähnlich wie Großpflaster in Reihen senkrecht zur Straßenrichtung und im Verband gesetzt, ohne daß die dichten Fugen zunächst mit Sand ausgefüllt würden. Dies geschieht vielmehr erst nach dem Versetzen des Pflasters in der Weise, daß Sand auf die Oberfläche des Pflasters aufgebracht und durch Wasser in die Fugen eingeschlemmt wird. Zum Schutz gegen Beschädigungen erfordert das Klinkerpflaster die dauernde Erhaltung einer etwa 2 cm hohen Sandschicht auf seiner Oberfläche. Seitliche Abgrenzung des Pflasters durch Bordsteine oder Rasenstreifen ist empfehlenswert. (Abb. 27.)

3. Bituminöse Fahrbahnen. Unter diesem Sammelnamen fassen wir diejenigen Verfahren zusammen, welche die Benützung von natürlichem oder künstlichem Bitumen, d. h. von *Asphalt-* oder *Steinkohlenteer* zur Bindung des Staubes als Grundlage haben. Sie lassen sich nach der Art und Weise, wie das Bitumen verwendet

wird, wieder trennen in die beiden Hauptgruppen der *Oberflächenteerung* und *-asphaltierung* einerseits und in die eigentlichen *bituminösen Decklagen* andererseits. Diese Verfahren verdanken ihre Entstehung den Bestrebungen, die durch den Kraftwagenverkehr ungeheuer vermehrte Staubplage auf den Landstraßen mit geringeren Aufwendungen zu bekämpfen, als sie die staubfreien Beläge städtischer Straßen, wie Stampfasphalt, Gußasphalt und Holzpflaster erfordern. Nach mannigfachen Mißerfolgen wurden insbesondere für die eigentlichen bituminösen Decklagen Verfahren ausgebaut, in deren Brauchbarkeit grundsätzliche Zweifel kaum mehr gesetzt werden können, nachdem sich Straßenstrecken, die damit behandelt worden sind, bereits eine längere Zahl von Jahren hindurch gut gehalten und selbst auf Steigungen bis gegen 6 % zu Mißständen keinerlei Veranlassung gegeben haben. Allerdings haftet allen derartigen Verfahren der empfindliche Mangel an, daß sie nur bei ganz trockenem Wetter zuverlässig ausfallen, weshalb die Arbeiten bei häufigen und längeren Regenfällen außerordentlich verzögert werden, es sei denn, daß die jeweilige Arbeitsstrecke durch ein leicht auf- und abzuschlagendes Dach überdeckt wird, was immerhin mit Umständen verknüpft ist. Auch stehen die erforderlichen bituminösen Stoffe nicht immer und überall in unbeschränkten Mengen zur Verfügung. Alle diese Verfahren erfordern überdies gründliche Erfahrungen, wie sie in ausgedehntem Maße namentlich den Spezialfirmen zu Gebote stehen, die sich mit der Herstellung derartiger Fahrbahnen beschäftigen. Bituminöse Fahrbahnen sind wegen ihrer weitgehenden Staubfreiheit besonders auf viel begangenen Straßen mit mäßig schwerem Verkehr in der Nähe von größeren Städten, Badeorten usw. am Platze.

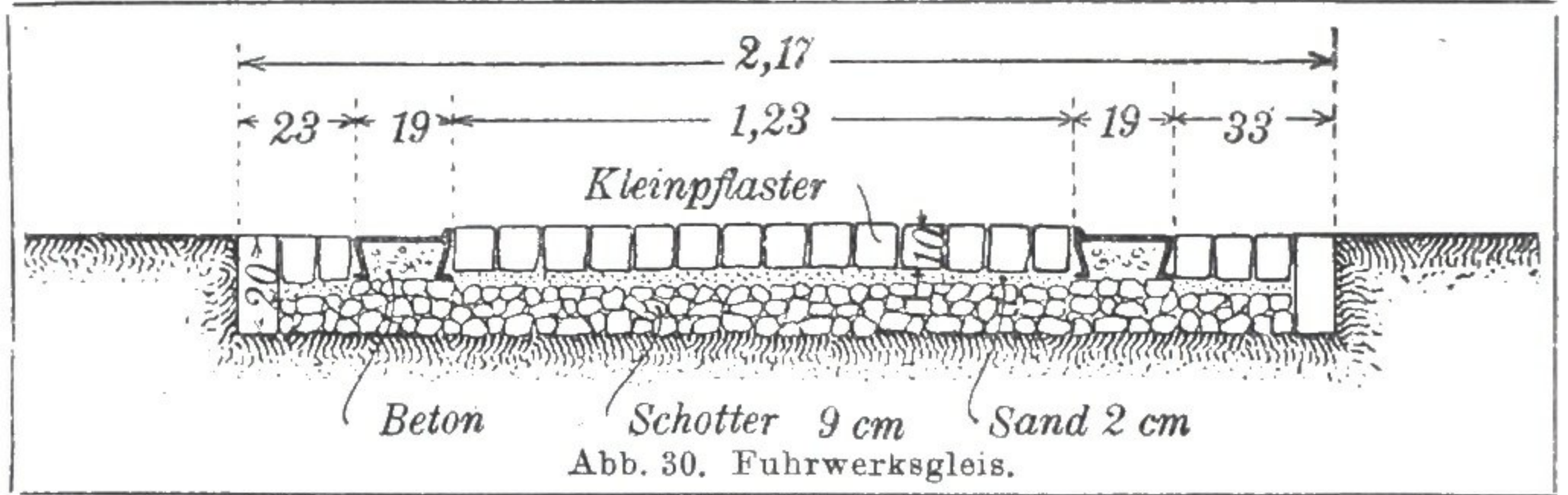
Was die beiden zuerst genannten Verfahren anlangt, so besteht die *Oberflächenteerung*, die auch als *Außenteerung* bezeichnet wird, darin, daß auf die Oberfläche einer gut gereinigten und ausgetrockneten neuen oder noch ordentlich erhaltenen älteren Schotterdecke von beliebigem Gestein dünnflüssiger Gas- oder destillierter Teer, der erforderlichenfalls mit Teeröl zu verdünnen und auf 70—90° C. zu erhitzen ist, aufgebracht und mit Besen eingerieben oder durch besondere Apparate in die Oberfläche eingepreßt und hierauf mit Sand überstreut wird. Bei erstmaliger Teerung ist für 1 qm Fahrbahnfläche etwa 1,5 kg Teer, bei späteren Erneuerungen der Teerung 1,0—1,2 kg erforderlich. Von dauernder Wirkung ist diese Behandlungsweise nur, wenn sie in Abständen von 1—3 Jahren regelmäßig wiederholt und in der heißen Jahreszeit ausgeführt wird. Aber auch dann vermögen die oberflächlich geteerten Straßen einen schweren Verkehr nicht zu ertragen, weil die Teerhaut dadurch viel zu rasch zerstört wird. Die *Oberflächenasphaltierung* bildet insofern bereits eine Übergangsstufe zu den eigentlichen bituminösen



Decklagen, als das flüssige Asphaltpräparat nicht ohne weiteres verwendet, sondern vor dem Aufbringen mit Feingrus gemischt wird, so daß ein Mörtel entsteht, der auf eine neue oder gut erhaltene alte Schotterbahn, nachdem diese zuvor gründlich abgebürstet wurde, in kaltem Zustand etwa 1 cm stark aufgebracht, mit Grus beworfen und mit einer leichten Walze einigemal abgewalzt wird, wodurch er sich auf etwa $\frac{3}{4}$ cm zusammenpreßt.

Die *bituminösen Decklagen* sind Mischungen von *Schotter* und *Grus* entweder mit *natürlichem Asphalt*, in welchem Fall sie als *Walzasphalt* bezeichnet werden, oder mit *Steinkohlenteer* (Gasteer), dann *Teermacadam* oder *Innenteerung* genannt. Daneben sind eine Reihe von Sondernamen in Gebrauch, die von den einzelnen Unternehmern derartiger Arbeiten herrühren. Die vorherige Befreiung des Steinkohlenteers von leicht flüchtigen Bestandteilen durch Destillation ist empfehlenswert. Beide Arten der Decklagen erhalten zum Teil noch gewisse Zuschläge, deren Zusammensetzung von den Unternehmern meist als Geschäftsgeheimnis behandelt wird. Die genannten Mischungen werden je nach dem Verfahren in warmem oder in kaltem Zustand als 6—10 cm starke Decken auf gereinigte, nötigenfalls mittels des Straßenaufreißers teilweise abgehobene und wieder profilmäßig festgewalzte Schotterbahnen in zwei Lagen, nämlich einer unteren stärkeren, die aus Schotter besteht, und einer oberen dünneren aus Grus bestehenden Schicht aufgebracht und mit 7—15 Tonnen schweren Walzen festgelegt (Abb. 28). Die kalten Verfahren haben den Vorzug, daß die Mischung in feststehenden Maschinen abseits der Verwendungsstelle (in den Steinbrüchen) erfolgen und der ganze erforderliche Vorrat bis zum Zeitpunkt der Verwendung gelagert werden kann, während bei dem warmen Verfahren der ganze fahrbare Apparat in der Nähe der Straße aufgestellt und die Mischung jeweils sofort eingebracht werden muß (Abb. 29, Tafel I). Doch ist dieser Gesichtspunkt naturgemäß für die Brauchbarkeit einer Methode nicht ausschlaggebend, weil daneben Haltbarkeit und Preis der Decklage die größte Rolle spielt.

4. **Fuhrwerksgleise aus Stahl.** Das Wesen der Fuhrwerksgleise (Abb. 30) besteht darin, daß in die Straßenfahrbahn zwei Stahlschienen mit breiter Kopffläche und einer niedrigeren Führungsleiste



an der Innenseite eingelegt werden, auf denen jedes beliebige Straßenfuhrwerk von passender Spurweite fahren kann. Die Führungsleisten sollen ein unbeabsichtigtes Abweichen der Räder von dem Gleis verhindern, gleichzeitig aber nur so hoch sein, daß die Fuhrwerke ohne erhebliche Schwierigkeiten an jeder beliebigen Stelle auf das Gleis hinauf- oder von ihm herunterfahren können. Während anfangs Stegschienen Verwendung fanden, werden neuerdings wegen der größeren Standfähigkeit kastenförmige Schienen, die an Ort und Stelle ausbetoniert werden, bevorzugt, weil sie mit ihrer großen Gesamtmasse eine dauerhaftere Lage des Gleises verbürgen. Die Spurweite der Gleise, gemessen zwischen den Außenkanten der Führungsleisten, wird zu 1,2—1,3 m angenommen. Bei der großen Breite der Kopffläche sind die Gleise auch noch für Fuhrwerke mit erheblich größerer Spur benützbar. Zur geordneten Erhaltung der Fahrbahn hat sich die Anbringung von Kleinpflaster sowohl zwischen den Schienen selbst, als auch auf 20—30 cm breiten Streifen an den Außenseiten der beiden Schienen als notwendig erwiesen.

Der Hauptzweck der Fuhrwerksgleise, die sich namentlich in den preußischen Provinzen Sachsen und Hannover einer gewissen Verbreitung und Beliebtheit erfreuen und nicht bloß auf eigentlichen Landstraßen, sondern auch auf stark befahrenen Feldwegen Verwendung finden, besteht in der Schonung der Straßenfahrbahnen. Damit vereinigen sich die Vorteile eines kleineren Reibungswiderstands, die sich in einer geringeren Anstrengung der Zugtiere, einer erhöhten Geschwindigkeit und ruhigerem Fahren äußern. Die meisten ausgeführten Strecken sind eingleisig, so daß von zwei sich begegnenden oder überholenden Fuhrwerken eines die Schienenstraße vorübergehend verlassen muß. Bei doppelgleisigen Strecken kommt dieser Nachteil natürlich in Wegfall. Für Straßen im Hügel- und Gebirgsland erscheinen Fuhrwerksgleise wenig geeignet, weil die Breiten dieser Straßen meist zu gering und ihre Gefälle vielfach so erheblich sind, daß die Fuhrwerke bei der Talfahrt ohne starke Abbremsung in viel zu rasche Bewegung kommen oder bei Bremsung gleiten würden. Auch auf Straßen mit lebhaftem Kraftwagenverkehr dürften sie nicht vorteilhaft sein, da die Kraftwagen eine zu große Spurweite besitzen, um auf den für gewöhnliche Fuhrwerke benützbaren Gleisen zu fahren, und deshalb durch die Gleise eher belästigt

werden. Abb. 30 zeigt ein Fuhrwerksgleis in einem stark in Anspruch genommenen Feldweg; die Bauart entspricht ganz der auch bei Landstraßen üblichen.

5. Sommerwege, Wald- und Feldwege, Fuß-, Radfahr- und Reitwege, vorläufige Befestigung. Von den genannten Wegen erhalten nur die *Fuß- und Radfahrwege* regelmäßig eine Befestigung, bestehend aus einer etwa 8–10 cm hohen Schotterschicht als Unterlage, die mit einer dünnen Grusschicht, am besten aus Hartgestein, überworfene wird (Abb. 31). Bei Neuanlagen oder umfassenden Ausbesserungen sollte die Grusschicht mit einer kleinen Handwalze festgelegt werden, weil sie den Fußgängerverkehr sonst lange Zeit empfindlich belästigt. Wegen des Quergefälles der Fußwege wird auf S. 24 verwiesen.

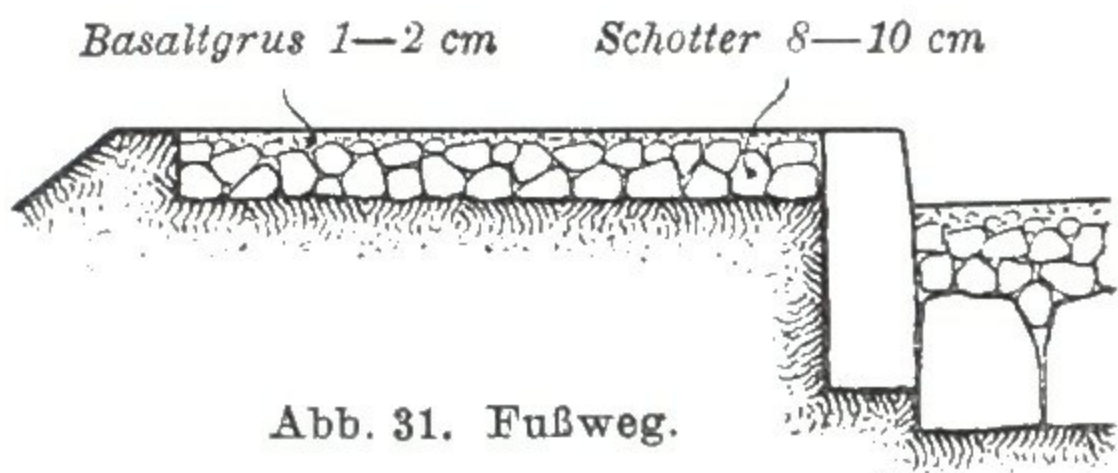


Abb. 31. Fußweg.

Sollen *die übrigen Wege* nicht bloße Erdwege ohne jede Befestigung bleiben, so kann schon durch Einwerfen einer dünnen Schicht von einem in der Nähe leicht und billig zu erhaltenden Baustoff eine namhafte Verbesserung erzielt werden. So können Lese- steine aus den angrenzenden Feldern oder Schlacken aus benachbarten Industrieanlagen eingebracht werden. Auch geringwertiger Schotter ist als Befestigung für solche untergeordnete Wege brauchbar. Die mindestens 2,5 m breit anzulegenden Reitwege erhalten, soweit sie überhaupt befestigt werden, am besten eine Kies- oder Sandschicht auf einer etwa 5 cm starken Schotterunterlage. Den Sommerwegen und den Reitwegen wird gewöhnlich ein Seitengefälle von 4–6 ‰ gegeben. Zu *Befestigungen vorläufiger und vorübergehender Art*, namentlich von Waldwegen, zeitweiligen Straßenverlegungen, Zufahrten zu Neubauten, eignen sich neben leichten Steinbefestigungen auch *Holzknüppel* oder *-prügel* von etwa 2,5–3 m Länge, die quer zur Straße, dicht nebeneinander gelegt und nötigenfalls an den Enden durch Längshölzer verbunden werden (Abb. 32).

6. Fahrbahnen und Fußwege auf Straßenbrücken. Bei Landstraßenbrücken in der Nähe von größeren Städten greift man gern zu den gleichen Befestigungsarten der Fahrbahn, wie sie auf städtischen Brücken und Straßen gebräuchlich sind, und verwendet dementsprechend namentlich die verschiedenen Arten von Steinpflaster,

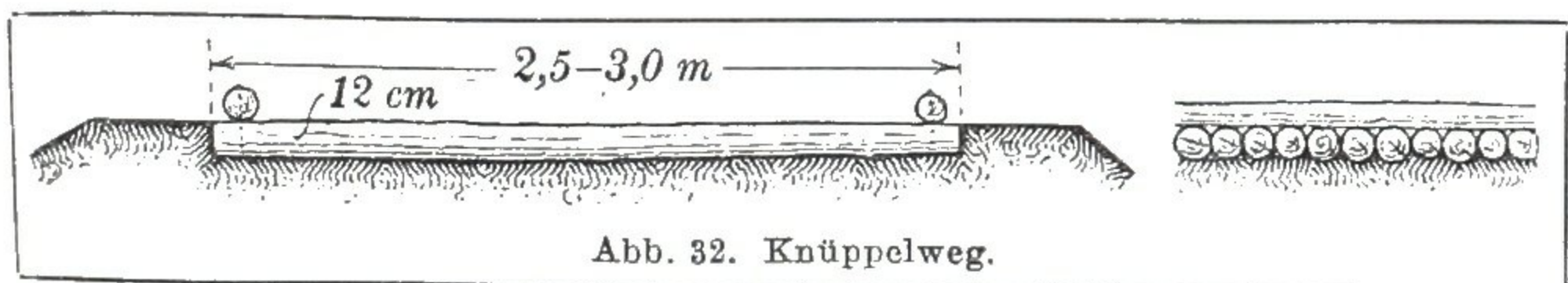


Abb. 32. Knüppelweg.

bei eisernen Brücken wohl auch Holzpflaster. Auf abgelegeneren Straßenbrücken wurde früher zumeist die Schotterbahn in der gleichen Weise wie auf der angrenzenden Landstraße durchgeführt. Neuerdings ist aber im Kleinpflaster ein vorzügliches Mittel gefunden worden, um derartigen Brücken, ohne Rücksicht auf die Befestigungsweise der angrenzenden Landstraße, eine ihrem Wert besser entsprechende Fahrbahnbefestigung zu geben, die zugleich das für die Brücken keineswegs zuträgliche Bearbeiten der Brückenfahrbahn mit der Dampfwalze entbehrlich macht. Die Verwendung von Kleinpflaster ermöglicht zudem auch eine Ersparnis an Bauhöhe, was für zahlreiche Fälle von erheblicher Wichtigkeit ist. Überdies wird durch eine solche Kleinpflasterdecke das Eindringen von Tagwasser in die Brücke besser verhindert als bei einem Schotterbett. Die Gehwege der Brücken lassen sich unschwer und ohne nennenswerte Mehraufwendungen in Zement oder Asphalt, namentlich in der Form gekuppter Platten, zur Ausführung bringen. Auf die Brückenbauten im einzelnen einzugehen, ist nicht unsere Aufgabe. Es sei zur Verdeutlichung des Gesagten nur noch auf die Abb. 18 S. 39 verwiesen, die den Querschnitt einer kleineren Eisenbetonbrücke (Plattenbalken- oder Rippenbrücke) darstellt, und wiederholt, daß die massive Bauweise in Stein, Beton oder Eisenbeton für Landstraßenbrücken schon wegen des Wegfalls jeder Unterhaltung erhebliche Vorzüge besitzt.

VIII. Nebenanlagen.

Unter den Nebenanlagen der Straßen versteht man das im folgenden aufgeführte Zubehör, das keinen Bestandteil des eigentlichen Straßenkörpers bildet, wenn es auch mit ihm in mehr oder weniger inniger Verbindung steht.

1. **Schuttmittel** auf den äußeren Rändern der Straßen sind überall da notwendig, wo das an die Straße angrenzende Gelände erheblich tiefer liegt als die Straßenoberfläche, um Fahrzeuge, Menschen und Tiere gegen Absturz nach Möglichkeit zu sichern; in besonders ausgedehntem Maß also an der Talseite von Gebirgsstraßen. Neben der Gefährlichkeit der betreffenden Stelle ist auch die landesübliche Bauweise für die Art ihrer Ausführung bestimmend. Da für den Fuhrwerksverkehr schon mäßig hohe Dämme mit gewöhnlichen Erdböschungen, die für den Fußgängerverkehr unbedenklich sind, zu ernststen Unfällen Veranlassung geben können, so hat sich ziemlich allgemein der Brauch eingebürgert, auf dem oberen Rand von Dammböschungen mit einer Höhe von mehr als etwa $1\frac{1}{2}$ m sogenannte *Prell-* oder *Abweissteine*, auch *Sicherheitssteine* genannt, in Entfernungen von etwa 2—4 m, entweder allein oder in Verbindung mit einem Baumsatz (zu vgl. unten bei Ziff. 7), der gleichfalls ein bewährtes Sicherheitsmittel bildet, anzubringen, wie