

mit zahlreichen in den Text gedruckten Holzschnitten,
vier lithographirten Tafeln und einem Anhang

Die Bauarbeiten, Kostenüberschläge und der Gesamtbau im wirthschaftlichen Betriebe



Karl Schuberg

Der
Waldwegbau

und

feine Vorarbeiten.

Von

Karl Schubert,

Professor der Forstwissenschaft am gr. Polytechnikum zu Karlsruhe.

Zweiter Band.

Die Planarbeiten, Kostenüberschläge und der Gesamtplan im wirtschaftlichen Betriebe.

Mit zahlreichen in den Text gedruckten Holzschnitten, vier lithographirten Tafeln und einem Anhang.

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1875

Additional material to this book can be downloaded from <http://extras.springer.com>

ISBN 978-3-662-01916-0 ISBN 978-3-662-02211-5 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-02211-5

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1875

Inhalt des zweiten Bandes.

III. Abschnitt (des zweiten Haupttheils). Die Bauarbeiten und ihre Kosten.

1. Abtheilung.

Die Einzeltheile der Bauherstellungen.

	Seite
Erstes Kapitel.	
Der Wegkörper	§ 83. 325
a. Die Grabarbeit	§ 84. 326
b. Die Brech- und Hebarbeit	§ 85. 329
c. Das Steinsprengen	§ 86. 332
Das Sprenggeschirr	§ 87. 332
Die Sprengmittel	§ 88. 334
Die Bohrarbeit	§ 89. 337
Laden, Besetzen und Wegthun der Schiffe	§ 90. 340
Dynamitsprengung	§ 91. 343
Sprengen durch Anwenden von Wasser	§ 92. 349
Tunnelbauten und Gallerien	§ 93. 350
Zweites Kapitel.	
Wasserableitung	§ 94. 351
Drittes Kapitel.	
Vertheilung der Bodenmassen	§ 95. 353
Viertes Kapitel.	
Auffichtung und Abflächung	§ 96. 364
Fünftes Kapitel.	
Herstellung der Fahrbahn	§ 97. 368
a. Die Randsteine	§ 98. 368
b. Der Grundbau	§ 99. 369
c. Die Beschotterung	§ 100. 370
d. Formung und Befestigung der Bahnbedeckung	§ 101. 372
Sechstes Kapitel.	
Auswahl und Zurichtung der Baustoffe	§ 102. 375
Siebentes Kapitel.	
Befestigung der Böschungen	§ 103. 378

Achtes Kapitel.			Seite
Mauerbau und Pflasterung	§ 104.	382	
a. Die Pflasterung	§ 105.	382	
b. Der Mauerbau	§ 106.	385	
Bau von Trockenmauern	§ 107.	392	
" " Speisemauern	§ 108.	396	
Künstliche Mauergründungen	§ 109.	399	
Neuntes Kapitel.			
Bauten für den Wasserabzug	§ 110.	402	
A. Die Seiten- oder Straßengräben	§ 111.	402	
B. Die Querrinnen	§ 112.	403	
C. Die Sicherungen	§ 113.	406	
D. Die Durchlässe oder Dohlen	§ 114.	407	
a. Röhrendohlen	§ 115.	408	
b. Deckelbohlen	§ 116.	409	
c. Gewölbbohlen	§ 117.	417	
Zehntes Kapitel.			
Ueberbauung stärkefer Wasserläufe	§ 118.	418	
A. Die Steinbauten.			
Entwurf des Bauplans	§ 119.	419	
Baugrundsätze	§ 120.	423	
Aussteckung der Baulinien	§ 121.	431	
Bauausführung	§ 122.	432	
B. Die Holzbauten	§ 123.	435	
Die Land- oder Uferfesten	§ 124.	436	
Das Brückengerüste	§ 125.	438	
C. Brücken von Eisen	§ 126.	443	
D. Brückenbahn und Geländer	§ 127.	448	
Elftes Kapitel.			
Die Nebenanstalten	§ 128.	451	
Die Seitenabfahrten	§ 129.	451	
Die Material- und Polsterplätze	§ 130.	452	
Die Sicherheitsanlagen	§ 131.	454	
Die Randpflanzungen	§ 132.	457	
Anlagen zur Unterkunft, Zierde und Bequemlichkeit	§ 133.	457	
2. Abtheilung.			
Die Kostenüberschläge	§ 134.	458	
Erstes Kapitel.			
Die Grundlagen der Kostenansätze.			
Die Geländeentschädigungen	§ 135.	460	
Der Werth der Baustoffe und Geräthe	§ 136.	460	
Die Arbeitsmiethe	§ 137.	461	
Lösung, Vertheilung und Ausbeutung der Bodenmassen	§ 138.	463	
Kosten der Grabenanlagen	§ 139.	474	
Kosten für Herstellung der Fahrbahn	§ 140.	475	
Kosten der seitlichen Befestigung	§ 141.	478	
Baukosten der Wasserabzüge, Durchlässe und Brücken.	§ 142.	482	
Anlagekosten der Nebenanstalten	§ 143.	485	
Allgemeine Kosten	§ 144.	486	

	Seite
Zweites Kapitel.	
Die Aufstellung der Kostenanschläge	§ 145. 486
Dritter Haupttheil.	
Der Wegbau im Wirtschaftsbetriebe.	
1. Abtheilung.	
Gestaltung der Wege nach den Betriebserfordernissen	§ 146. 490
Erstes Kapitel.	
Allgemeiner Fahrbetrieb.	
1. Steinbahnen	§ 147. 491
2. Erd- und Holzbahnen	§ 148. 492
a. Einfache Erdwege	} § 149. 493
b. Wege über Flugland	
c. Wege auf Moorboden	
d. Damm- oder Deichwege	
Zweites Kapitel.	
Eigener Fahrbetrieb.	
3. Schienenwege	§ 150. 497
4. Schleif- und Riesewege	§ 151. 503
5. Schlittwege	§ 152. 505
Drittes Kapitel.	
Kleinverkehr.	
6. Reit- und Fußwege	§ 153. 508
Viertes Kapitel.	
Aushilfs- oder Nothbahnen	§ 154. 509
2. Abtheilung.	
Die Gewinnung der Mittel und Kräfte für den Baubetrieb ..	§ 155. 510
Erstes Kapitel.	
Beschaffung der nöthigen Mittel	§ 156. 510
Zweites Kapitel.	
Gewinnung der nöthigen Arbeitskräfte	§ 157. 512
Drittes Kapitel.	
Die Bauzeit	§ 158. 514
Viertes Kapitel.	
Vergebung der Bauarbeiten	} § 159. 515
	} § 160. 517
Fünftes Kapitel.	
Bauleitung und Aufsicht	§ 161. 521
3. Abtheilung.	
Die Wegpflege	§ 162. 524
Erstes Kapitel.	
Maßregeln der Erleichterung	§ 163. 525
Zweites Kapitel.	
Arbeiten der Instandhaltung	
A. Der Fahrbahn	§ 164. 525
Reinhaltung und Wasserableitung	§ 165. 526
Erhaltung der Erd- und Ausbesserung der Stein-	
bahnen	§ 166. 527
Umbau verdorbener Steinbahnen	§ 167. 530
Schneebahnen	§ 168. 531
B. Der übrigen Erdbanten	§ 169. 531

	Seite
C. Der Steinbauten.....	§ 170. 532
D. Der Holzbauten.....	§ 171. 532
Drittes Kapitel.	
Schutz und Aufsicht	§ 172. 532
4. Abtheilung.	
Das Waldwegnetz.	
Erstes Kapitel.	
Das Wegnetz im Allgemeinen.	
I. Zusammenhang mit der Waldeintheilung	§ 173. 534
II. Die Entfernung der Wege	§ 174. 536
Die mittlere Förderweite	§ 175. 537
Das Wegflächenprozent	§ 176. 543
Die Wegabstände, Förderweiten und Flächenprocente einiger Wegnetzformen	§ 177. 547
III. Vertikale Anforderungen	§ 178. 549
IV. Abwägung zwischen Aufwand und Erfolg	§ 179. 550
Zweites Kapitel.	
Die verschiedenen Wegnetzsysteme und ihre Bedeutung	§ 180. 554
Das Schneufenetz.....	§ 181. 555
Das Kurvennetz.....	§ 182. 557
Drittes Kapitel.	
Entwerfung und Ausführung des Wegnetzes.	
Entwerfen des Netzes.....	§ 183. 559
Festlegung und Ausführung.....	§ 184. 562
Anhang.	
Kostenüberschlag über den Bau eines größeren Fahrweges.....	564

III. Abschnitt.

Die Bauarbeiten und ihre Kosten.

1. Abtheilung.

Die Einzeltheile der Bauherstellungen.

Erstes Kapitel.

Der Wegkörper.

§. 83.

Aus den Verpfählungen und Lattengestellten, sowie den Musterstücken wird ersichtlich, welche Veränderungen das Gelände zu erfahren hat, um fahrbar oder gangbar zu werden. Gewisse Geländetheile sind gänzlich zu entfernen oder durch Bauten zu ersetzen und umzuformen, andere zu überbauen. Die beiderlei Räume, Abtrags- und Auftragskörper, lassen sich unter dem Ausdruck „Wegkörper“ zusammenfassen, welcher somit immer von den Gelände- und Bauflächen begrenzt wird. Im engeren Sinne bilden dann sämtliche Auftragsmassen den bleibenden Wegkörper, weitaus vorwiegend Erdbauten, welchen sich verhältnißmäßig wenige „Kunstbauten“ einfügen.

Die Bauarbeiten beginnen in der Regel mit dem Erdbau, um in Bälde längs der ganzen Baulinie verkehren und leicht zu den aufhaltenden schwierigeren Baustellen gelangen zu können. Bei Steigungen arbeitet man von unten gegen oben, weil die Bodenmassen sich sicherer angreifen lassen, besser in die Schaufel fallen und weil ihr Verbringen weniger Kraftaufwand erfordert.

Für den Erdbau werden die Bodenmassen, welche die Begebene überragen, abgehoben und zur Auffüllung der zu tiefen Stellen verwendet, bis der Raum unterhalb der Wegbahnen und Böschungen einen vollen Körper darstellt. Der Arbeiter hat zu diesem Behufe Mehrerlei zu vollführen:

1. eigentliche Erd- oder Grabarbeit, indem er den Boden mit Hacke, Schaufel oder Spaten, bei festerer und steinigerer Beschaffenheit mit der wirksameren Rode-, Spitzhacke oder dem Pickel bis zu den abgesteckten Grenzen löst;

2. Brech- und Hebearbeit, indem er seinen Kraftaufwand mit Hebel, Brechstangen, Keil und Schlegel oder sonstigem Geschirre verstärkt, um einzelne schwerere, im Boden haftende Gegenstände loszubrechen oder abzuschroten und auf die Seite zu heben;
3. Sprengarbeit, wenn die Loslösung von Baumstüben und Felsen durch Anwendung von Sprengmitteln den Bau besser fördert oder allein ermöglicht;
4. Wasserableitung, nämlich Beseitigung störender Wasserzuflüsse;
5. Fortschaffungsarbeit, wo ein Ueberschuß von Abtragsmassen seitwärts abzulagern oder ein anderweitiges Erforderniß an Auftragskörpern damit auszugleichen ist;
6. Auffichtungs- und Abflächungsarbeit, um die Auftrags- und Abtragsflächen regelmäßig und haltbar zu gestalten und die Wegbahn, bez. das Steinbett derselben abzuwölben.

Die Eigenschaften des Bodens, auf und mit welchem zu bauen ist, bedingen ebenso die Art und den Verlauf der Arbeit und den Arbeitsaufwand, als die Beschaffenheit des künftigen Wegs, jedoch meist so, daß der solideste Bau aus den widerstandreichsten Böden hervorgeht. Ein lockerer weicher Boden, wie Moor, Schlamm, Sand gibt die schlechtesten, dagegen steiniger, bindiger Boden wie Kies, Lehm, Thon, Kalk die festesten Baukörper. Gerölle, Steinschutt und Felsen tragen viel zur Dauerhaftigkeit bei, am meisten jene mit langsamer Verwitterung, Quarzgehalt und vielen Bindemitteln. Bei geschichteten Ablagerungen namentlich wechselt die Bodenbeschaffenheit in verschiedener Tiefe sehr bedeutend; es kommt daher bei größeren Bauten viel auf die Beschaffenheit des Untergrundes an; dann ist jene sorgfältige Untersuchung der Bau sohle unerläßlich.

Kiesböden lassen sich zu einer bei jeder Witterung festen Fahrbahn herrichten, Sandböden nur für leichte Fuhrn; Thonböden geben nur gute Bahn bei trockener Witterung, Ackerböden bedingen die Wegnahme der lockeren Oberschichte, Moorböden eine möglichst tiefe Aushebung. Masse Bodenstellen erschweren und vertheuern den Bau, ohne einen guten Wegkörper zu geben.

Bei allen Arten von Bau-Arbeiten liegt ein wesentlicher Vortheil in der richtigen Anordnung, Leitung und Aufsicht. Kein Arbeiter darf länger müßig bleiben, als die körperlichen Bedürfnisse gerade erfordern; Jedem muß eine bestimmte Arbeit zugewiesen und die Vertheilung der Arbeiten derart sein, daß sie in einander greifen und sich natürlich und möglichst einfach abwickeln. Bei kleinerer Zahl von Arbeitskräften müssen häufig Einem Arbeiter verschiedene Leistungen nach einander zugewiesen werden, um das richtige Verhältniß herzustellen und zu erhalten. Zu erfolgreicher Leitung bedarf es deswegen der Uebung und des raschen Ueberblicks.

a. Die Grabarbeit.

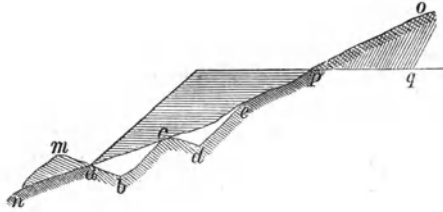
§ 84.

Die Erdbauten beginnen mit der Abräumung der Oberfläche d. h. mit der Beseitigung aller Hindernisse, welche sich dem Eindringen des Geschirrs in den Boden und der Ebnung der Wegflächen (Planirung) entgegenstellen. Im Walde bedeckt außer den Stöcken und Wurzeln bald Ge- sträuch, bald eine Gras-, Moos-, Laub- und Humusdecke den natürlichen Boden. Alle diese organischen Stoffe sind zu entfernen, weil sie die Los-

lösung des Bodens erschweren, den Böschungen auch keinen dauerhaften Halt geben und ungleiches Setzen der Auftragskörper veranlassen. Unbedingt sind namentlich alle Wurzelstücke zu entfernen, welche der Oberfläche nahe kämen. In Feld und Wiese läßt sich die humose Oberschichte zu Kulturzwecken oder zum Veraschen der Böschungen besser verwenden; Rasen schält man ab und setzt ihn für spätere Verwendung seitwärts auf.

Auf ebenem und schwach geneigtem Gelände bedarf es für den Wegbau nur des Ausgleichens der geringen Erhöhungen mit Hacke und Schaufel. An Berghängen dagegen ist erst Vorkehr zu treffen, daß der Arbeiter festen Fuß gewinnt, keine Erdmassen und Steine über den Hang hinabrutschen und später die Böschungen nicht abrutschen. Gleichzeitig erreicht man dies durch Angraben des Böschungsfußes mit geneigtem Einschnitte *abc*

Fig. 183.



auf etwa 0,5 bis 0,8^m Breite, nöthigenfalls in zwei Absätzen (*abc* und *cde*) und unter wallartigem Anlegen des Aushubes (*amn*). Bei sehr steilen Halben trifft man, um die feste Verbindung der Aufschüttung mit dem rauhen Grund der Sohle zu fördern und gefährliche Steinabsprünge zu hindern, für die Bauzeit hemmende Vorkehrungen mit Holz und Flechtwerk, dauernde mit Verasungen oder Mauertwerk. Zuweilen baut man den Auftragskörper absatzweise auf.

Zur schichtweisen Ablagerung auf den Absätzen längs der unteren Böschungslinie werden die Erdmassen *opq* über dem Wegprofil mit Hacke, Schaufel und Spaten abzutragen gesucht, mit verschiedenem Angriffsverfahren, je nachdem nur eine mäßige Bergwand abzuschneiden oder ein förmlicher Durchstich zu vollführen ist. Der Angriff erfolgt nämlich

entweder längs der Straßenachse, gleichzeitig auf der ganzen Linie, wenn sich überall Angriffspunkte finden und die Abtragsmassen sich rückwärts in nächster Nähe zum Aufbau verwenden lassen,

oder am unteren Endpunkte, aufrückend nach oben (bezieh. von beiden Endpunkten gegen die Mitte), indem man stollenähnliche Einschnitte macht, sie zur Gasse erweitert und allmählig mehr Arbeitskräfte zur Lösung der Abtragsmassen einstellt, welche durch Andere nach rückwärts befördert werden,

oder von oben her mit terrassenförmigem Abbau nach jenen Richtungen, wohin die Erdmassen in Verwendung kommen oder am besten abgeladen werden.

In allen Fällen geht das Bestreben dahin, durch grabenartige Einschnitte größere Stücke zu lösen, dazwischen die Erdwand etwas zu untergraben und dann zum Nachstürzen zu bringen, die Abgrabungen nicht tiefer als

bis zur Wegebene gelangen zu lassen und sogleich die nächsten Auftragskörper auszufüllen. Bei höheren Bergwänden darf indessen das absatzweise Untergraben nur mit Vorsicht und in solcher Größe der Erdstücke geschehen, daß nicht plötzlich herabstürzende Massen die Arbeiter verschütten. Die Arbeitsleitung sucht jeweils mit Hülfe von Visirkreuzen, Stäben und Schmirren, in schwierigeren Fällen mittelst eines Nivellirinstrumentes zu bestimmen, in welcher Richtung, wie weit und tief abzugraben ist. Die Erdarbeiter selbst, die Visirkreuze zur Hand, sichern sich eine richtige Lenkung ihrer Angriffe durch Einrichtung möglichst vieler Zwischenpunkte. Große Baumstücke und hervortretende Felsen werden einstweilen, bis zur nachfolgenden Heb- oder Sprengarbeit, rings umgraben und möglichst frei gelegt.

In Absicht der Arbeitersparniß sucht man die nächsten Auftragskörper mit dem Abtrag so auszugleichen, daß die Erdmassen ohne Weiterbeförderung nur einmal auf die Schaufel kommen. So wird vorerst eine gangbare Bahn geschaffen, bis die zweckmäßigste Vertheilung der Abtragsüberschüsse auf die auftragsbedürftigen Stellen sich übersehen läßt. Unerdessen setzen sich die Auffüllungsmassen und wird der Massenbewegung eine nahezu ebene geräumige Bahn bereitet.

Vorkommende Steine sind theils zu Mauerwerk, Pflasterungen und Durchläßen (Mauersteine und Platten), theils für die Fahrbahn (Schottersteine) willkommen. Man setzt sie an passenden Stellen vorrathsweise in Haufen zusammen.

Bei den Erdarbeiten wird am besten das ortsübliche Geschirz verwendet. Es ist in großer Menge vorhanden, leicht auszubessern und der Arbeiter seinen Gebrauch gewöhnt: Hacke oder Haue (Breit-, Spitz- und Rotthaue), Schaufel und Spaten, Axt, Hebelstangen, Hebeisen u. dergl.

Die Arbeiter pflegt man mit ihnen so anzustellen, daß sie sich jederzeit gegenseitig Hilfe leisten können, ohne einander zu stören, eher zu weit als zu eng, etwa mit 2—3^m Zwischenraum.

An Berghängen, wo der Pflug noch gehen kann, mag dadurch, daß man mittelst desselben in mehreren Widergängen parallel der Straßenachse den Boden möglichst tief aufreißt, an Arbeitsaufwand viel gespart werden. Das Aufpflügen setzt jedoch einen nicht zu sehr durchwurzelten erdreichen Boden, geeignete starke Pflüge und gute Bespannung voraus.

Die Abtragsarbeit wird gefördert durch mäßige Erdsfeuchtigkeit, dagegen erschwert durch trockene Härte, noch mehr durch große Masse, weil sie der Erdmasse viel größeres Gewicht verleiht und die thonigen Erdarten zähe am Geschirz haften macht. Oberflächlicher Frost hemmt, bis die Frostdecke zerkleinert ist; tiefgehender Frost aber läßt nur Schollen ablösen, woraus ohne Zerkleinerung ein ungleicher Wegkörper entsteht; man wird daher nur unaufschiebliche Arbeiten bei starkem Frostwetter fortsetzen. Schnee wird vorher weggeschaufelt, sein Einbauen strenge untersagt.

Durch Wasserversammlung gebildete Moor- und Schlammiparthien sind bis auf den festen Grund auszuheben und durch Erd- und Steinmassen zu ersetzen. Die Behandlung der Erdbauten im Sumpf, auf der Sandscholle ic. sei späterer Besprechung vorbehalten (3. Haupttheil, Abth. 1).

Die Anlage eines f. g. Leitpfads, wie ihn Dengler a. a. D. (S. 78) empfiehlt, im Gefälle des Wegs seiner Achse entlang auf etwa 0,6^m Breite

vor dem Baubeginn, um den Wegzug anzuzeigen und einstweilen den Verkehr der Bauarbeiter zu vermitteln, ist an steilen Hängen wohl zweckmäßig, namentlich bei loosweiser Arbeitbegebung; meistens aber ist der regelmäßige Leitpfad entbehrlich, bei wechselvollem Gelände auch zu theuer.

Mit den Erdarbeiten wird der Aushub der Seiten- und Quergräben verbunden, wenn nicht die nachträgliche Herstellung mit dem Ausbau der Fahrbahn vorgezogen wird.

Zum gleichmäßigen Ausstechen verwendet man Schablonen und starke Schnüre, welche letztere nach der Verpfählung des Wegzugs straff ausgespannt und mittelst hölzerner Haken nahe am Boden festgehalten werden.

b. Die Brech- und Hebarbeit.

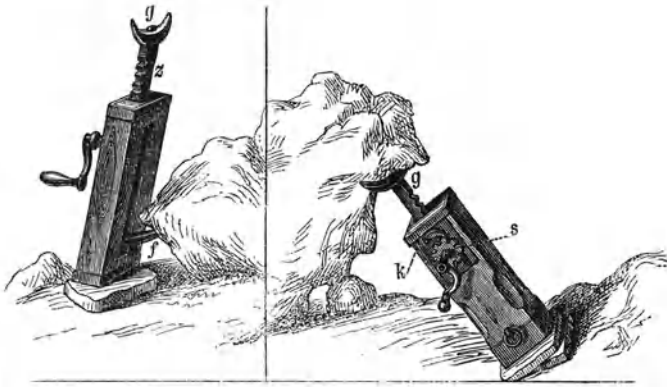
§ 85.

Einzelne größere Felsstücke (Findlinge) oder große zähe Wurzelstöcke werden, wo sie während der Erdarbeit nicht sogleich zu bewältigen sind, soweit blosgelegt oder „abgedeckt“ als nöthig, um Angriffspunkte darzubieten und dann durch die vereinte Kraft mehrerer Arbeiter weggehoben zu werden. Das Gleiche gilt, wo zerklüftete spaltbare Felsmassen zu beseitigen sind, deren „Abgänge“ d. h. durchziehende Klüfte und Schichtungs- oder Senkungsspalten man aufsucht. Hier dringt man mit Hebeln und Brecheisen ein, erweitert die Fugen noch durch Ausbrechen, Eintreiben von Keilen aus Eisen oder dürrtrockenem Holz, welches man befeuchtet, um sein Aufquellen als treibende Kraft zu benutzen.

Mit Vortheil bedient man sich des s. g. Zweispitzes oder des Wicfels (Spitzhaue), um die Klüfte zu erweitern, den Zusammenhang durch Wiegen und Rütteln zu lockern und Stück um Stück loszubrechen, erfolgreicher dann des Heb- oder Brecheisens und sonstiger Hebel, soweit kleinere oder größere Risse ihr Einsetzen erlauben. Läßt sich unmittelbar vor dem Einsatzorte unter der Hebelstange ein fester Stützpunkt anbringen, so gewinnt man die nöthige Hebelkraft, um Stöcke oder Felsstücke aus dem Boden herauszuheben. Die Erfahrung lehrt dabei den Arbeiter, dem größeren Widerstand eines schwereren Felsens eine Kraft gegenüberzustellen, welche durch Ansetzen eines längeren hinlänglich starken Hebels (z. B. eines noch lenkbaren Baumschafts) und Zusammenwirken von 2 oder 3 Männern erzeugt wird: er vervielfacht das Produkt aus der wirkenden Kraft und ihrer Entfernung vom Stützpunkt des Hebels, bis die Hebung gelingt.

Zu gleichem Zwecke bedient man sich starker Winden, einfache Räderverbindungen mit einer beweglichen Zahnstange, in welche ein mittelst einer Kurbel umdrehbares Getriebe eingreift. Schon die gewöhnliche beim Stammholzladen übliche Fuhrmannswinde läßt sich zu wirksamen Kraftentwidelungen hier verwenden. Bald bringt man den „Fuß“ f (Fig. 184) der Zahnstange z unter eine vorspringende Ecke des zu hebenden Körpers und windet mit der Kurbel in die Höhe, bald das „Gehörn“ g, nämlich ihr oberes in zwei hornähnliche eiserne Flügel auslaufendes Ende, nachdem man in beiden Fällen der Winde einen guten Fußpunkt z. B. eine Steinunterlage gegeben, um ihr Zurückweichen zu hindern. Ist eine Hebung bis zur beabsichtigten Höhe vollführt oder die Zahnstange abgelaufen (nicht weiter zu heben), so läßt man, um eine Rückbewegung des Rades und der Zahnstange zu verhindern, den außen befestigten „Sperrriegel“ k in das

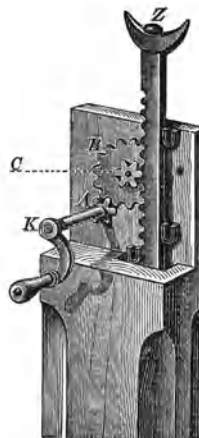
Fig. 184.



„Sperr-Rad“ *s* einfallen, erhält den gehobenen Körper durch Unterlegen in der höheren Lage, drängt rasch die Zahnstange in den Kasten zurück und sucht einen neuen Fußpunkt, von wo die Hebung sich fortsetzen läßt. Die Zahnstange muß von gutem Eisen und darf nicht unganß sein. Bei jeder Winde muß man die Grenze der Leistungsfähigkeit kennen; übertriebene Zuthuthung führt Verbiegungen der Zahnstange und Ausbrechen der Verzahnungen an Rad oder Stange herbei. Die gewöhnliche Winde ist gerade stark genug, um den Kraftaufwand eines Mannes auszuhalten; erzielt seine Kraft keine weitere Hebung mehr, so muß gleichzeitig mit zwei Winden (oder mit einer stärkeren) oder mit Winde und Hebel zugleich gearbeitet werden. In letzterem Falle ist ruhige Hebung rathsam, denn Wiegen und Rütteln beschädigt leicht die Winde.

Sicherer, stärker und leistungsfähiger als die gewöhnliche ist die zusammengesetzte oder Doppelwinde (Fig. 185). Sie hat ein doppel-

Fig. 185.



tes Getriebe d. h. das durch die Kurbel in Bewegung gesetzte Getriebe A greift in das Rad B; mit letzterem ist das Getriebe C fest verbunden, welches die Zahnstange durch Eingreifen in ihre Verzahnung auf- und abwärts bewegt.

Ist nun bei beiden Windenarten G das von der Zahnstange (Gehörn oder Fuß) aufzunehmende Gewicht, P das Gewicht der kurbelbewegenden Kraft, die Kurbellänge = R und der Halbmesser des Zahnstangengetriebes (C) = r, ferner bei der Doppelwinde der Halbmesser des Rades B = R₁ und jener des Kurbelgetriebes (A) = r₁ — so besteht Gleichgewicht, wenn

$$\text{I. bei der einfachen Winde } R \cdot P = r \cdot G$$

$$\text{II. " " Doppelwinde } R \cdot R_1 \cdot P_1 = r \cdot r_1 \cdot G$$

abgesehen von der kraftmindernden Zahn- und Zapfenreibung.

Folglich ist annähernd $P_1 = P \frac{r_1}{R_1}$ d. h. mit dem nämlichen Kraft-

aufwand läßt sich mittelst der Doppelwinde $\frac{R_1}{r_1} = x$ mal mehr Körpergewicht emporheben.

Bei allen Winden ist für volle Leistung und geringste Abnutzung sorgfältiges Reinhalten von Sand und Staub und gutes Einfetten Vorbedingung. —

Manche Gesteine sind zu zerklüftet zur Pulver-Sprengung. Dann bleibt nur übrig, sie stückweise mit dem Brecheisen und durch gutverstählte Eisenkeile, welche mit eisernen oder zähholzernen Schlägeln eingetrieben werden, zu zertrümmern. An Keilen muß dann ziemlicher Vorrath sein, um sie allmählig in die gefundenen Spalten oder gemachten Rinnen einzusetzen und zusammen wirken zu lassen. Dazu muß auch der eiserne Keil richtig gearbeitet sein. Für den ersten Ansatß dient ein schlanker Keil, etwa 10—12^z lang, oben 3—4^z dick, 4^z breit; jener zum Nachsetzen ist etwas länger, dicker und breiter. Der Stahl der Schneide ist mit dem Eisen gut verschweißt wegen des Ablätterns und Abbrechens. Vermöge einer schmalen flachen Rinne auf der Breitseite, welche in der Schneide ausläuft, zieht der Keil besser an und springt beim Antreiben weniger aus. Die Arbeit des Loskeilens ist besonders bei kieseligem Gestein (z. B. Grauwacke) sehr mühselig und zeitraubend. Bei anderen Gesteinsarten wendet man wieder Keile und Steinschlägel mit Vorliebe an, weil sich damit beim gehörigen Verkläftigen über die Lagerungen große Stücke bankweise oder in Quadrern und Platten lostrennen und treffliche Materialien für den Wegbau gewinnen lassen; unter den geschichteten Gesteinen ist es namentlich der Buntsandstein, wo man selten zu anderen Zwecken sprengt als um neue „Abgänge“ zu finden.

Hier wie überhaupt bei der Brecharbeit, auch beim Abdecken und Aufräumen in der Sprengarbeit, spielt der große Steinschlägel, 4—10^k schwer, mit stumpf verstählter Kante, eine große Rolle. In kräftigem Schwunge an etwas biegsamem Stiele aus zähem Holze vermag sein wuchtiger Schlag rissige Felsstücke, hervorragende Kanten und Ecken zu entfernen und die gehobenen und losgelösten Theile in leichter fortzuschaffbare Stücke zu zertrümmern oder wiederholter Aufschlag rissige Felsen zu lockern. Seine gewandte Führung beschleunigt viel schwere Arbeit.

Sind die Gesteinsmassen, welche sich durch Losbrechen ergeben, sehr groß,

so sondert man seinen muthmaßlichen Bedarf zu Mauer- und Dohlenbauten, Pflasterungen zc. reichlich genug für spätere Auswahl aus, schafft sie zur Seite, deckt sie zuweilen auch ein (gegen rasche Verhärtung) oder läßt sie einstweilen zurichten. Die unregelmäßigen übrigen Stücke dagegen werden sogleich in den Weg eingebaut.

c. Das Steinsprengen.

§ 86.

Das nicht zerklüftete oder verwitterte Gestein, welches den Angriffen mit Brecheisen und Keilen zu zähen Widerstand entgegensetzt, bleibt nach der Abdeckung und der Entfernung der löslichen Außenstücke der Sprengung vorbehalten. Man untergräbt solche Felsen nicht nur, sondern räumt und erweitert zugleich alle Spalten und Risse, entfernt umspannendes Wurzelwerk und jegliche Pflanzendecke. Darauf ergibt eine nähere Untersuchung Kenntriß über die Richtung der Schichtungen oder Abgänge. Sie sind maßgebend für Art und Ort des Angriffs und die Größe des Anzugs, denn mit einem solchen soll jede Felswand abgesprengt werden.

Die Sprengarbeit beginnt oben, stets etwas breiter als für den Weg nöthig, um genug Raum zu gewinnen; sie bringt einförmige und beschwerliche Stunden im Wechsel mit Augenblicken der Erwartung, der Gefahr, Ueberraschung und Enttäuschung, indem sich periodisch die Geschäfte des Bohrens, Ladens, Schießens und Aufräumens ablösen. Ehe wir dieselben schildern, muß jedoch zuerst des Sprenggeschirrs und der Sprengstoffe gedacht werden.

§ 87.

Das Sprenggeschirr.

An Geschirr sind gewöhnlich im Gebrauch:

1. Mehrere gutverstählte f. g. Meißelbohrer (Fig. 186a), neu etwa

Fig. 186.



1^m lange, 2 bis 4^m dicke kantige Eisenstäbe, entweder mit einfacher gerader, an den Ecken gerundeter oder ganz konvexer Stahlschneide oder mit gewölbter Kreuzschneide (Fig. 186 b). Sie wechseln in beiden Formen in Länge und Stärke, je nach der Festigkeit des Gesteins, der Art der Sprengstoffe und je nachdem 1-, 2- oder 3männige

Bohrung einen gewissen Wirkungsgrad bezweckt. Für festeres Gestein ist die gerade Schneide rathamer.

Beim dreimännigen Bohren schlagen 2 Mann und der dritte „setzt um“, beim zweimännigen Bohren schlägt 1 Mann. Das erstere nutzt die Arbeitskräfte nicht aus, das letztere geschieht gerne in engem Raume und wegen gezwungener Stellung, sowie bei weiteren Bohrlöchern und sehr festem Gestein.

Die Meißelbreite steigt von 25 bis 35^{mm} für einmännige, bis zu 50 bis 65^{mm} für dreimännige Bohrer. Der einfache Bohrer erleichtert das Anstählen, fordert aber fleißiges Umsetzen, um das Bohrloch auszurunden; der Kreuzbohrer geht sicherer, nicht jeder Schmied versteht jedoch sein Anstählen.

Wegen der Führung beginnt die Bohrarbeit mit kürzeren Bohrern: Anfangsbohrer (0,3^m), dann folgen die Mittel- und endlich als die längsten die Abbohrer (1 bis 1,3^m) — zusammen ein Satz Bohrer, dessen Stückzahl nach der Abnutzung — Güte des Stahls und Eisens, Gesteins Härte — schwankt. Zum leichten Einbringen soll die Meißelbreite der längeren Bohrer um 2 bis 5^{mm} geringer sein.

2. Der Schlägel, Hand- oder Bohrfäustel (Fig. 186 c), aus Eisen, von 4kantiger gedrungener, nach dem Schwingungshalbmesser gebogener Form, 1 bis 3^k schwer, mit kurzem Holzhelm, zum Antreiben der Bohrer und des Ladstocks.
3. Der Raumlöffel, eine lange dünne Eisenstange, welche unten in eine runde flachmüldige Querscheibe und oben in ein Dohr endigt, erstere zum Ausziehen des Bohrmehls, letzteres zum Anbringen von Trockenmitteln für die Bohrlöcher (Werg u. dergl.).
4. Die Räumnadel, aus Rothkupfer und Legirungen desselben — nicht von Eisen, damit beim Laden und Ausziehen die Reibung an den Bohrwänden keine Funken schlägt — wenigstens 0,7^m lang, starke Kieldicke, unten zugespitzt, oben in einen Ring gekrümmt, um sie mit durchgestecktem Stab vorsichtig nach dem Besetzen ausheben zu können.
5. Der Ladstock (Stampfer), aus weichem Eisen oder wegen der Gefährlichkeit aus Bronze, selbst aus trockenem Hartholz, in gleicher Dicke mit den Bohrern, nach unten kolbig, mit einer Längsrinne (Hohlkehle) zum Durchlassen der Räumnadel oder Zündschnur, dient zum „Besetzen“ nach Einbringen der Ladung.
6. Zwei gutverstählte Hebeisen, gewöhnlich ein leichteres etwa 1,2^m und ein schwereres etwa 1,5 bis 1,7^m langes, zum Abräumen vor dem Anbohren und zum Befestigen der Sprengungstrümmer.
7. Ein oder zwei Steinschlägel zu gleichem Zweck.
8. Eine Bohrscheibe von Filz, Dachpappe oder dergleichen zum Verschluss der Bohrmündung und ein Bohrtrog zum Wasserbeischaffen beim Maßbohren.

Nach sich abnutzende Geschirre wie Bohrer und Schlägel sollen mehrfach vorhanden sein, um stumpfe Stücke bis zu neuer Verfrählung entbehren zu können. Für ausgedehnte Sprengarbeiten ist es zweckmäßig, einem Schmied in der Nähe der Arbeitsorte eine Werkstätte herzurichten.

§ 88.

Die Sprengmittel.

Sehr lange Zeit nach seiner Erfindung wurde erst das Schießpulver Sprengmittel und blieb es beinahe ausschließlich bis in die Gegenwart, jedoch in Zusammensetzung und Bereitung als Sprengpulver vom Jagd- und Kriegspulver unterschieden durch

mehr Schwefel und Kohle, weniger Salpeter,
nämlich 19—20, 15—20, 63—65%.

Wegen des Schwefelüberschusses für Schießwaffen unbrauchbar, soll es rascher große Gasmenge entwickeln, bedarf der wenigst sorgfältigen Zubereitung und ist deswegen sowie wegen des geringeren Kalisalpetergehalts wohlfeiler. Die aus der Entzündung des Sprengpulvers sich entwickelnden Stick- und kohlenfauren Gase sollen im engen Raume rasch eine hohe Spannkraft erlangen und auf die Wände einen die Kohäsionskraft überwindenden plötzlichen Druck ausüben. Zur Erhöhung der zertrümmernden Wirkung soll feine Kohle durch feines Pulvern und innigstes Einmengen möglichst entzündlich werden. Hierauf beruht der Angriff auf die Seitenwände, welcher jedoch nicht werfen, sondern nur erschüttern und lockern soll.

Von gutem Pulver wird Gleichmäßigkeit und Härte des Kornes, Freiheit von Staub und völlige Trockenheit verlangt. Polirtes Pulver ist schwerer entzündlich und leistet weniger, rauhes splittriges ist weniger dauerhaft und stäubt. Dem feinkörnigen wird größere Wirkung nachgerühmt und es hat auf die Einheit des Volumens größeres Gewicht; da aber das Pulver nach dem Gewicht bezahlt und nach dem Volumen gebraucht wird, so bedarf man vom feinen Pulver weniger, braucht weniger tief zu bohren und hat also geringere Kosten. Neuere Stimmen bezeichnen den Gebrauch des seither üblichen groben Sprengpulvers als durchaus verwerflich.

Feuchtigkeit vermindert die Entzündlichkeit jedes Pulvers (am meisten beim Stäubenden) und veranlaßt Auswittern des Salpeters; daher erklärt sich, warum durch große anhaltende Feuchtigkeit verdorbenes Pulver mittelst Trocknen nicht mehr zu verbessern und wie richtig eine gute Aufbewahrung in trockenen Gefäßen ist.

Der frühere Glaube, durch f. g. gemengtes Pulver (Zusatz feiner Sägespäne oder dergleichen) eine Ersparniß an Pulverkosten bezieh. eine größere Wirkung zu erzielen, hat sich als irrtümlich erwiesen; ein geringes Aufstreuen auf die Ladung mag den „Besatz“ gegen den Angriff der Gase decken, wie überhaupt eine lockere Ladung mit festem Abschluß zertrümmernd auf die Seitenwände wirkt, jedoch tiefere Bohrung erfordert.

Die Ausdehnung, zu welcher die großen Unternehmungen der Neuzeit im Steinsprengen drängten, ließ die großen Mängel des Schießpulvers empfindlicher hervortreten, als früher. Sie sind

1. Ungleichheit der Herstellung wegen des unvermeidlichen Wechsels der Rohstoffe,
2. Gefährlichkeit der Herstellung, Aufbewahrung, Verbringung und Verwendung (Selbstentzündlichkeit der Kohle),
3. Kraftminderung bei langem Aufbewahren und weitem Verbringen,
4. Nichtgenügen der Sprengkraft, Unvollkommenheit der Entzündung und

Zerfetzung (theilweises Fortschleudern) und Verlegenheit beim Verlegen,

5. Schwierigkeit der Sprengung in nassem Gestein und unter Wasser,
6. Schädlichkeit der Pulvergase für die Athmungsorgane.

Gespannte Erwartungen begegneten daher der Erfindung der Schießbaumwolle (Schönbein 1846), deren Annahme jedoch an ihrer chemischen Veränderlichkeit scheiterte, nachdem an vielen Orten ausgedehnte Versuche angestellt worden. Gleichwohl wurden letztere fortgesetzt und ein Verfahren der Verdichtung auf das specifische Gewicht = 1,0 durch hydraulische Pressen erdacht, was die Verwendbarkeit zu einigen wichtigen Zwecken anbahnte.

Eine Menge anderer Sprengmittel sind seither erfunden und dem Gebrauch geboten worden, worunter der Lithofrakteur, Schulze's chemisches Schießpulver, die Pulver Küp's und Neumeyer's sowie das Sprengpulver von Designolle erwähnt seien. Letzteres, eine Mischung von pikrisaurem Kali und Kalisalpeter (mit Zusatz von Kohle für Schießpulver), würde das Gesuchte am ehesten gewähren, da es bei kleinstem Rückstand die genügenden Elemente zu rascher großer Gasentwicklung in sich selbst bietet, wenn nicht die hohe Gefährlichkeit entgegenstände.

Als eine Erfindung von weittragender Bedeutung mußte daher die Darstellung des Sprengöls oder Nitroglycerins im Großen durch den schwedischen Ingenieur Alf. Nobel im J. 1865 gelten.

Das Sprengöl ist der wichtigste Sprengstoff der Neuzeit. Für sich allein gefährlich, obgleich vorzüglich, bildet es die Grundlage einer Reihe neuer Sprengmittel, welche in gegebenem Raume mindestens die gleiche Kraft wie andere Sprengstoffe in sich enthalten, durch gewöhnliche Zündmittel nicht explodiren, gegen Feuchtigkeit und Wasser unempfindlich sind. Störend ist nur beim Sprengöl der flüssige Aggregatzustand und das Gefrieren schon bei 4° C.

Eine sichere Zündungsmethode fehlte anfänglich. Nobel fand sie und eine weniger gefährliche Methode der Bereitung. Viele Explosionen brachten neuerdings Schwierigkeiten und das Transportverbot auf den meisten Bahnen, bis ein Zufall zu einem Verfahren führte, welches durch mechanische Mischung mehr Sicherheit der Aufbewahrung, Verbringung und Verwendung bot. Keine Kiesel Erde hielt, durch Ausfickern von Sprengöl getränkt, dasselbe fest und entwickelte große Explosionskraft.

So gelangte man im Dynamit zu einem praktisch verwendbaren Sprengmittel, welches vor allen übrigen Nitroglycerin-Präparaten den ersten Rang behauptet. Die gewöhnliche bisherige Sorte ist ein mechanisches Gemenge von 75% Nitroglycerin mit 25% Kiesel Erde (s. g. Kieselguhr, einer weißen porösen mehrlartigen Masse aus mineralischen Algenresten). Die kieseligen Zellen verleihen großes Auffangungsvermögen und zugleich viel Widerstandskraft gegen Druck und Stoß. Nöthig ist eine solche procentische Zusammensetzung des rein mechanischen Gemenges, daß kein Sprengöl aus der Masse ausscheidet.

Obgleich dem Dynamit die chemische Beständigkeit fehlt und Fälle der Selbstzerfetzung und Selbstentzündung zuweilen vorkommen, auch längere Aufbewahrung unrathsam sein mag, der Einführung zu wirtschaftlichen Zwecken steht, wenn die Behandlung eine vorsichtige, weder erhebliche Werthminderung noch eine zu große Gefährdung entgegen.

Die bisher übliche Dynamitforte ist eine röthliche, feinkörnige, sich fett

anfühlende plastische Masse von nahezu 1,6 specif. Gewicht. Eingehende Versuche erwiesen, daß weder intensive Sonnenstrahlen, noch durchgeleitete elektrische Strömungen und starke Entladungen zu einer Explosion führten, sowie daß hierzu sehr starker anhaltender Stoß bei sehr harter Unterlage oder bei Einschluß zwischen harten Körpern nöthig, somit die Lagerung und Befsendung mit viel weniger Gefahren verknüpft sei, als vielfach geglaubt wird. Bei 9° C. wird Dynamit hart, explodirt dann schwer und ist gefroren noch weniger gefährlich. An freier Luft entzündet, brennt es unter Entwicklung salpetriger Dämpfe ruhig ab, hinterläßt eine weiße Asche, aber keinen Rauch. Ist die sehr hohe Explosionstemperatur erreicht, so verwandelt sich sein Nitroglyceringehalt zumal und in ganzer Masse in Gase, deren Expansion vermehrte Schnelligkeit der Explosionswirkung zur Folge hat. Die Wirkung nimmt dabei nicht die Richtung des kleinsten Widerstandes, sondern ist eine strahlenförmige, nach allen Seiten gleichmäßige, da eine einseitige Sammlung der Kraft bei der Schnelligkeit der Gasentwicklung nicht denkbar ist.

Gegenüber dem Pulver sind im Dynamit folgende wesentliche Vortheile errungen:

1. Einfachere, sicherere, raschere Erzeugung und gleichförmigeres Erzeugniß,
2. größere Sicherheit vor Explosionen durch offenes Feuer und glühende Körper,
3. Unempfindlichkeit gegen Stöße und Schläge des Fuhrwerks,
4. je nach den Verhältnissen der Verwendung bei gleichem Gewichte 2- bis 10fache Kraft, bei gleichem Volumen 4- bis 16fache Leistung, beim Steinsprengen über Tage durchschnittliche Gewinnung der 5- bis 6fachen Gesteinsmasse als durch die gleiche Gewichtsmenge Pulver, der 8- bis 10fachen Masse als durch gleiche Raummenge — also namhafte Ersparniß der Bohrarbeit;
5. Erleichterung des Sprengens unter Wasser und in nassem Gestein mit einem Geld- und Zeitgewinn vielleicht bis zu 50 Prozent.

Auch gegenüber der Schießbaumwolle bestehen namhafte Vortheile, ziemlich ansehnliche auch gegenüber anderen bis jetzt aufgetauchten Nitroglycerin-Präparaten (Dualin, verbesserter Lithofrakteur u. s. w.), da in diesen die Mängel des Dynamits: leichte Trennbarkeit des Sprenggöls von der Kiesel-erde durch Wasser und Hartwerden bei niederer Temperatur nicht beseitigt sind und andere Uebelstände hinzutreten. Für Sprengzwecke ist Dynamit heute Allem vorzuziehen, daher wir von den anderen neueren Sprengstoffen ganz Umgang nehmen.

Mit dem Ersatz des Schießpulvers durch Nitroglycerin und seine Präparate mußte zugleich ein neuer Weg bezüglich der Zündungsmittel betreten werden.

Die ursprüngliche Zündung bestand darin, daß man den Zündschacht, welcher durch Ausziehen der Räummadel aus dem besetzten Bohrloch sich bildete, mit losem Pulver auffüllte und darein einen Zunderstreifen oder Schwefelfaden steckte; dann verwendete man mit Jagdpulver gefüllte Schilfröhrchen, Hollunderstengel oder dergleichen, später s. g. Kaketten, spiralförmig gerollte Papierröhrchen, oben und unten offen, schwach konisch, auf der Innenseite vor dem Rollen mit Pulversatz (geschlämmtem Pulver) bestrichen und dann getrocknet, deren mehrere in einander und in den

Zündschacht gehoben und oben mit der Zunderschnitte oder dem Schwefelfaden versehen wurden. Sie wichen den Zündschnüren: mit Harz überzogenen ziemlich steifen und harten etwa 5^{mm} dicken Röhren von Hanfgespinnst, deren Höhlung Pulversatz enthielt. Durch sie wurde die Räumnadel entbehrlich und die Sorge wegen des Einfallens des Zündschachtes gehoben, da man sie hafenförmig aufgebogen in die untere Pulverfüllung einsetzte oder in die Pulverpatrone einband und das weit genug über die Mündung hervorragende Endstück während des Besetzens des Bohrlochs zwischen der Bohrwand und der Hohlkehle des Ladstocks zu halten hatte, damit es unverfehrt blieb.

Die Zündschnur von Rziha (österreichischer Geniehauptmann) und der Sicherheitszünder von Bickford (durch Andere noch verbessert) kamen vielfach in Gebrauch.

Die Bickford'schen Zünder sind mit einer Zündmasse gefüllte, für feuchte Bohrungen wasserdicht gemachte Schläuche, welche die Entzündung sehr schnell fortpflanzen; bei der Rziha'schen Zündschnur ist die Einfüllung der Zündmasse eine sorgfältigere, sie ist aber theurer.

Die richtige Auswahl und Anbringung der Zündmittel ist von Bedeutung bei sämtlichen Sprengmitteln. Schon für die Nutzleistung des Schießpulvers ist feste Verdämmung (Besatz), Verlegen des Zündpunkts in die Mitte der Ladung und die Wahl feinkörnigen staublosen Pulvers erforderlich. Für Dynamit sind die Zündmethoden des Schießpulvers unverwendbar.

Nobel betrat den Weg der Zündung durch Detonation, nachdem er gefunden, daß beliebige Sprengölmassen, ob frei oder in leichtem Einschluß, schon durch die Explosion der geringsten Menge eines schlagenden Knallpräparats zum Explodiren kommen. Er griff also zu Kupferhütchen mit Knallsatz, deren Hülse in die Sprengmasse eingetaucht oder gesteckt wird und welche durch Entzünden der Zündschnur losgehend auf die Masse einen Explosionsschlag hervorbringen. Dieser Weg der Zündung erwies sich auch beim Dynamit brauchbar und sicherte die volle Entwicklung der Sprengkraft, unabhängig vom Widerstande der Umschließung.

Versuche ergaben, daß selbst bei Pulver unter sonst ungunstigen Umständen durch Detonation die volle Sprengkraft zu entwickeln ist und daß die Detonation des Pulvers dann viel rapider sei als bei gewöhnlichen Zündmitteln.

§ 89.

Die Bohrarbeit.

Zur Verwirklichung der Absicht, durch Sprengung des Gesteins Raum zu schaffen und dasselbe zugleich nutzbar zu machen, kommt es neben der Wahl der Sprengmittel und einer guten Zündung wesentlich auf richtige Schutzanlage an. Man wählt die Stellen, wo man den Bohrer ansetzt,

1. nach der Ausformung und Beschaffenheit der Felsen, ihrer Schichtung und Klüftung,
2. nach der Art des anzuwendenden Sprengmittels und demnach
3. nach Anzahl und Tiefe der für nöthig erachteten Bohrungen.

Ob ein Felsen „ganz“ oder klüftig und rissig, ob die Klüfte gegen die Arbeit oder von ihr abfallen, in wie weit die Felsmasse frei steht, ob sie

theilweise oder völlig entfernt werden muß, ist bestimmend für den Bohranfang. Wo Klüfte vorhanden, wird so angefeßt, daß die Schüsse an ihnen das Gestein abheben; immer aber so, daß das zu lösende Gestein sich freistellt und seiner Masse und Widerstandsfähigkeit die Tiefe der Bohrlöcher und ihre Ladung entspricht, denn man möchte mit der geringsten Menge von Arbeit und Sprengmitteln ausreichen und den erfahrungsmäßig undankbaren „Knalleffekt“ vermeiden. Man erwägt also reichlich von der ersten Bohrstelle an jeden Angriff und richtet die weiteren Bohrungen nach den letzten Ergebnissen. Erfahrenen Arbeitern wird die Wahl des Anfangspunktes und der Richtung überlassen, Neulinge bedürfen der speciellen Anleitung.

Zuerst wird eine ebene Fläche gesucht oder mit Schlägel und Eisen, zuweilen mittelst eines kleinen Schusses, geschaffen („angebrüstet“), darauf winkelrecht oder etwas stumpf zur Fläche der Anfangsbohrer mit einer Hand angefeßt und langsam, mit leichten Fäustelschlägen auf die Bahn des Bohrers, die Führung im Loch gesucht. Vor jedem Schläge wird der Bohrer gedreht, damit keine Ecken und „Fische“ sich bilden. Schlagen und Drehen des Bohrers wechselt stärker und schwächer nach dem Gefühle der Hand. Klemmung des Bohrers deutet auf mangelnde Rundung oder verlorene Richtung, plötzliches rasches Vordringen auf weichere Schichten, Andern oder gar auf getroffene Klüftung. Dann wird die Wirkung des Pulverschusses zweifelhaft, weil die Gase seitwärts entweichen. Verspricht nicht ein Auskitten des Bohrlochs mit Lehm, Cement oder dergleichen zu nützen, so wird es besser aufgegeben.

Nach einigem Vordringen der Bohrung muß das lästige und hemmende Bohrmehl mit dem Raumlöffel ausgehoben und das schon anfänglich genähte Gestein nachgefeuchtet werden, dem Stäuben zum Ziel, der Arbeit zur Förderung, dem Geschirr zur Schonung. Läßt sich das Bohrloch etwas nach oben richten, so entleert es sich durch die Arbeit und der Meißel trifft stets das Gestein unmittelbar. Glaubt man durch Maßbohren weiter zu kommen, so hält man gegen unten führende Bohrlöcher stets mit Wasser gefüllt, welches das Bohrmehl aufnimmt.

Gegen Aufspritzen von Splittern und Verstopfen des Bohrlochs umgibt den Bohrer über der Mündung die Bohrscheibe oder ein Kranz von weichen Stoffen (Zug, Bastgeflecht oder dergleichen). Nach einiger Zeit weicht der Anfangs- dem Mittelbohrer und immer zeitig der stumpfgewordene Bohrer einem frischen.

Die Tiefe der Bohrlöcher richtet sich nach der Vorgabe d. h. der Masse des durch den betreffenden Schuß lösbaren Gesteins, wobei Gesteinsart und Klüftung mitspricht, indem das Vorkommen von Klüften für die beste Schußwirkung auszunützen ist.

Für kleine Bohrungen (0,5^m tief) und weiches Gestein arbeitet ausschließlich der einmännige Bohrer; die längere Arbeit bei tieferen Bohrungen und zähem Gestein läßt zur guten Leistung die zweimännigen oft vorziehen (mit Wechsel beider Arbeiter). Im seltenen Fall als zur Bohrungstiefe der Abbohrer nicht ausreicht, führt man die Bohrung mit dazu verstärktem Hebeisen weiter, welches von 2 oder 3 Mann stetig innerhalb des Bohrlochs gehalten und kräftig niedergestoßen wird.

Hat ein Bohrloch keine gehörige Tiefe, so wird nach völligem Ausräumen zur Pulversprengung die ganze Höhlung mit dem umgekehrten Raumlöffel (als Wischer umflogten) mit Leinwand, Berg, Fließpapier oder

Ähnlichem gereinigt und ausgetrocknet und bis zum Laden ein schützender Verschluss angebracht. Einige neuere Sprengmittel entheben der Austrocknung.

Da ein Bohrloch nur für kleinere Sprengungen genügt, setzt man in passenden Entfernungen die Bohrungen fort, wenn man mit mehreren gleichzeitigen Schüssen an Zeit und Wirkung zu gewinnen hofft, eine Hoffnung, welche nicht allgemein getheilt wird. Wie alsdann die Bohrlöcher anzuordnen seien, damit nicht ein Schuß die anderen beeinträchtigt oder gar mit fortnimmt, dafür will allgemeine Erfahrung über die Wirksamkeit der Sprengmittel und örtliche Kenntniß über das Verhalten jedes Gesteins, Stellung, Formung, Lagerung, Grad der Verwitterung oder Zerklüftung jedes Felsens erworben sein.

Die Bemessung der Schußwirkung begegnet immer Schwierigkeiten, welche sich bei Kombinationen steigern müssen. Mit jeder Explosion werden große Gas- und Wärmemengen entbunden in kaum meßbarer Zeitspanne. Gegen den Druck der Gase wird von den Umschließungswänden enger Räume ein Gegendruck geleistet. Ihn zu überwinden, sind die heißen gespannten Gase bis zu einem gewissen Grade fähig und sie leisten mit dieser Kraftentfaltung eine werthvolle Arbeit.

Beim Sprengen der Gesteine als spröder Stoffe soll eine jähe Erschütterung den Zusammenhang unterbrechen und die Felsen in entfernbare Theile zerlegen, ohne ein Fortschleudern aus dem Bereich der Verwendung und zugleich ohne Beschädigen in der Umgebung. Die Sprengung soll nur zerkleinern, mindestens lockern und die Risse erweitern. Demgemäß beschränken sich beim Sprengpulver die Ladungen auf Gewichtsmengen von 50^g für kleine Absprengungen, bis zu 3^k als äußersten Bedarf für besonders große Wirkungen und bewegen sich in der Regel zwischen 0,25 und 1^k, indem man die Felsen stufen- oder stückweise zu entfernen trachtet, wobei am wenigsten Glückspiel und Gefahr ist.

Die Pulverladung nimmt auf die Gewichtseinheit einen desto größeren Raum ein, je grobkörniger sie ist, erfordert somit, um noch hinreichend starken Besatz zu ermöglichen, auch desto größere Bohrtiefe z. B. erfordert Sprengpulver, dessen Korn bis 6^{mm} stark ist,

Bohrweite	Ladung	Raumhöhe
2,4 ^{zm}	100 ^g	28 ^{zm}
3,7 „	250 „	23 „

Je nach der Feinheit des Kornes nimmt 1^g Pulver einen Laderaum von etwa 0,7 bis 1,2^{k/2m} ein.

Die kleinen Ladungen bis zu 100^g entsprechen den Bohrlöchern bis zu 0,5^m Tiefe und 2,5^{zm} Bohrweite, die Ladungen von 500^g durchschnittlich den Bohrungen bis zu 1^m Tiefe bei 3^{zm} Bohrweite, Ladungen von 1 bis 1,5^k als stärkere Schüsse den Bohrungen von 1,2 bis 1,5^m Tiefe und ungefähr 4^{zm} Bohrweite.

Die neueren Sprengmittel erfahren der größeren Wirkung wegen eine entsprechende Minderung der Ladmenge, so daß z. B. noch Dynamitpatronen von 15^g Gebrauch finden. Erwägt man, daß in letzterem Fall für starken Besatz gar nicht gehöhrt zu werden braucht, während bei Pulversprengung die Besatzhöhe mindestens der Ladhöhe gleichkommen muß, so liegt es auf der Hand, daß die Anordnung der Schußanlagen schon nach den Sprengmitteln

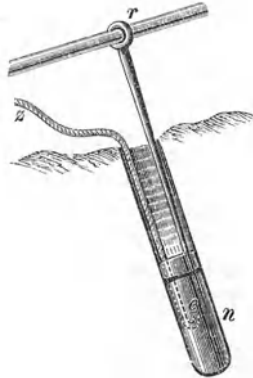
sich ändern, sich ihnen anpassen muß. Dazu kommt, daß die Schwingungen, in welche die Felsen durch die Explosionen versetzt werden, von der Spannung aus der sehr ungleichen Gas- und Wärmeentwicklung abhängen, das Schwingungsgebiet also einerseits sich mit der Stärke und Dauer dieser Entwicklungen ausdehnt, andererseits aber nach dem Verhalten der Umgebung enger oder weiter abgrenzt. In den Gesteinsmassen ist der Zusammenhalt kein zäher, inniger, welcher die Schwingungen aufzunehmen oder weiterzuleiten vermöchte, am wenigsten beim unganzen Gestein. Starke und plötzliche Entladungen folgen kurze starkbrechende Schwingungen, welchen Trägheit und Kohäsion des Gesteins begegnet, so daß aus Druck, Spannung und Schwingung je nach den Einzelumständen die Gleichgewichtslage in einer Weise verschoben werden muß, welche niemals sich völlig gleich bleibt, bald unbefriedigt läßt, bald höchlich überrascht.

§ 90.

Laden, Besetzen und Wegthun der Schiffe.

Mit dem Laden und Besetzen der Bohrlöcher sind pünktliche Leute zu betrauen. Sie besorgen es unmittelbar vor dem „Wegthun der Schiffe“ theils der Gefahr, theils des Anziehens (Feuchtwerdens) des Pulvers wegen. Früher pflegte man die Räumnadel (rn in Fig. 187) fest an die Bohr-

Fig. 187.



wand hinzusetzen und das Pulver bis auf $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ des Bohrlochs lose einzuschütten, wozu dessen unterster Theil, der zuweilen noch erweiterte „Pulverjack“, völlig trocken sein mußte. Später gestattete man die Pulveranwendung nur in Papierpatronen, deren Länge sich nach der Bohrtiefe, also nach der „Vorgabe“ an Gestein und dessen Lage zur Umgebung richtete, und steckte die Räumnadel durch. Wegen des Wechsels der Pulvermenge wurde nur die fertige Hülse mitgebracht und „vor Ort“ vorsichtig gefüllt. Hatte die Zündung mittelst Zündschnur ze zu erfolgen, so wurde das Ende e derselben in das Pulver der offenen Patrone gesteckt, mit der geschlossenen Hülse durch Bindfaden fest verbunden und die jetzt schußfertige Patrone in den Pulverjack des Bohrlochs gebracht.

Darauf folgte ein leichter Pfropfenverschluß (Schießpfropfen) von Papier, Filz, Werg oder dergleichen, welcher mit dem Ladstock locker aufgesetzt wurde, sodann der „Besatz“, indem man trockenes Ziegelmehl, Lehm- oder Lettenpulver (möglichst quarzfrei, wegen des Funkenerschlagens) in kleinen Mengen einfüllte und unter häufigem Drehen der Räumnadel an ihrem Ringe r mit Ladstock und Schlägel erst leise, dann fest und fester bis zum Rande einstampfte. Nach behutsamem Ausziehen der Nadel, sie am Schlägelstiel aufklopfend, blieb der Zündschacht für die Zündung. Beim Anwenden von Zündschnüren war mit dem Einbringen des Besatzes die Ladung schußfertig.

Bei jedem Sprengmittel wechselt die Aufgabe des Besatzes. Kürzere, stärkere Explosion erfordert ihn schwächer, weil die Zeit größter Kraftentwicklung zu klein ist zu einem konzentrierten Druck auf die Stelle des kleinsten Widerstands. Bei langsamerer Wirkung des Sprengmittels erweitert sich der Laderaum und steigert sich noch vor der Gesteinzertrümmerung der Angriff auf den Besatz. Bei der gewöhnlichen Pulverzündung beträgt deswegen die Besatzstärke das Zwei- bis Dreifache der Ladhöhe (größte Bohrarbeit).

Das Entzünden der Ladungen muß, theils zur Sicherheit der Wegbauarbeiter, theils zur Erreichung des günstigsten Erfolgs, nach gewissen, Jedem geläufigen Regeln und Bräuchen geschehen. Man wählt dazu am besten die Mittags- und Abendzeit, da das Wegthun von Einzelschüssen die übrigen Arbeiten beunruhigen und unterbrechen würde, stellt Wachen aus und gibt Signale (Rufe, Blasen), auf welche Alle Deckung außer Schußbereich zu nehmen haben, hinter Bäumen, Felsen, Erdaufwürfen, 80 bis 100 Schritte entfernt. Da einzelne Steine zuweilen weit fliegen, ist Blossstellen streng zu untersagen. Der Untenführer, ein zuverlässiger gewandter Mann, ausersehen sich zum Voraus den Ort zu sicherer Deckung, von wo Beobachtung und Zählen der Schüsse möglich ist. Bei nasser Witterung deckt er jede Zündung mit einem Rindendach oder sonstwie.

Bei richtiger Behandlung der Schußanlagen und sicherer Zündung ist regelmäßig auf eine Schußwirkung zu zählen, mindestens auf Lockerung des Zusammenhalts. Dennoch werden unsere Anschläge zuweilen durch unberechenbare Umstände und Zufälle vereitelt:

- a. Die Zündung versagt oder wird durch andere Schüsse, fallende Steine oder sonstwie abgestoßen oder zerstört,
- b. der Schuß jagt nur den Besatz heraus, ohne zu sprengen, oder
- c. er wirkt nicht in gehoffter Ausdehnung und Richtung.

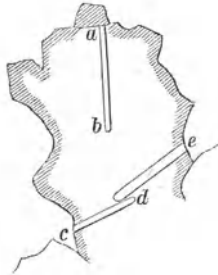
Mangelt die Ueberzeugung, daß alle Schüsse losgegangen (bezieht es versagt), so gebietet die Vorsicht, vor der Annäherung eine Pause (etwa 10 Minuten) eintreten zu lassen, da z. B. bei feuchter Luft ein langsames Nachbrennen möglich wäre. Behutsame Nachschau ergibt, ob ein neuer Zünder oder Öffnen des Zündschachtes hilft. Wenn nicht, wird mit Wasser- aufguß naß ausgebohrt, um von Neuem zu laden. Steckenlassen wäre bedenklich, trockene Bohrung unzulässig.

Wäre der Besatz allein ausgejagt, weil zu schwach oder weil die Bohrtiefe nicht der Ladung entsprach, so hilft Erweiterung oder Vertiefung des Bohrlochs. Ist das Bohrloch zersprengt oder trichterförmig ausgerissen (verspanntes Gestein), so ist eine bessere Ansatzstelle für neue Bohrung zu wählen.

Auch gutangelegte Schüsse können versagen, wenn die Größe des Widerstands unterschätzt (zu große Vorgabe), der Kraft des Sprengmittels zu viel zugemuthet war (feuchtes Pulver, schwache Zündung), wenn unbemerkte Risse die Spannung verringerten oder aufhoben u. s. w.

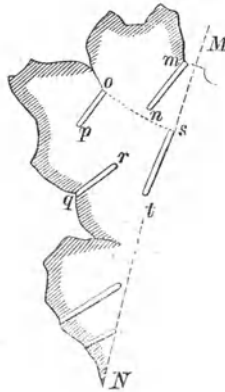
Festes, derbes, gleich dichtes Gestein läßt die Wirkung am sichersten bemessen und den gewaltigsten Erfolg erzielen. Hier wäre z. B. beim Freistehen eines Felsens (Fig. 188) durch die Bohrungen a b und c d zuerst

Fig. 188.



der äußere Theil und dann der Rest oder durch Eine starke Bohrung e d der ganze Felsen zumal zu zertrümmern. Sind dagegen nur einzelne Vorsprünge (Fig. 189) bis zu einer bestimmten Anzugslinie M N wegzuthun,

Fig. 189.



so beginnt das Absprengen von oben mit mn, op, qr, st u. s. w. oder mit stärkeren Ladungen und Sprengmitteln wird nach der Anzugslinie selbst gebohrt oder in beiläufig parallelen Schußanlagen winkelnrecht gegen dieselbe.

Am wenigsten ist mit Pulver im f. g. tauben Gestein (feste zähe Theile im Wechsel mit weichen Nestern und Schichten) auszurichten, wenn sich keine tiefere Bohrungen ganz im derben Gestein anbringen lassen. Dann mußte seither die Sprengung auf Kluftweiterungen und Lockerungen sich beschränken und mit der mühseligen Keilarbeit wechseln, so namentlich bei

den Konglomeraten und Breccien, Grauwacken, bei der Molasse und Nagelfluhe, beim Porphyry, Roththotliegenden u. s. w.

Als günstige Zeichen, daß eine Sprengung glückte, gelten: dumpfer schwacher Knall, mäßiges Aufwerfen der Sprengstücke, langsames und zertheiltes Abziehen des Pulverdampfs aus Spalten und Rissen, bläulicher Ausflug des Gesteins. Scharfer lauter Knall und hohes Schleudern einzelner Stücke lassen umgekehrt auf geringe Wirkung schließen.

Dem gleichzeitigen Entzünden mehrerer Schüsse werden mehrfache Vortheile beigemessen, außer der Vermeidung von Zeitversäumnissen und von Gefährdungen der Arbeiter namentlich eine viel größere Sprengwirkung. Es läßt sich annehmen, daß die ungleichartigen sich begegnenden Schwingungen den Druck und die Spannung steigern und dadurch gleichzeitig nach mehreren Richtungen der Widerstand der Gesteinswände aufgehoben und gebrochen wird. Nachtheile ergeben sich jedoch auch: ein Schuß kann mehrere nahe Zündvorrichtungen verderben oder mit seinen Rissen die anderen Schüsse schwächen und wegen der Schwierigkeit, die Wirkung der Einzelschüsse richtig zu kombiniren, kann ein Theil der Schußanlagen sich nachher als vergebliche Arbeit erweisen.

Die elektrische Zündung allein vermag wegen ihrer Gleichzeitigkeit diese Nachtheile zu heben und gewaltige Erfolge soll sie allerdings mitunter gewähren.

Nach erfolgreichem Schusse schreiten die Arbeiter mit Eifer und Lust zum Aufräumen. Neuer Erfahrungen gewärtig, benützen sie die erfolgten Spaltungen und Risse, um das Brech- und Hebegeschirr einzusetzen, die Gesteinstücke weiter zu zerlegen, zu sortiren und zur Seite zu schaffen und neue Angriffspunkte zu gewinnen. Ist mit den Brechwerkzeugen nichts mehr auszurichten, so erneuert sich das Sprenggeschäft.

§ 91.

Dynamit-Sprengung.

Beim Vergleichen verschiedener Sprengstoffe muß als normale Kraftleistung die vollkommene Zerfetzung in wirksame Gase schon im ersten Momente gelten, so daß der Gipfelpunkt ihrer Spannung während der Verrückung der bisherigen Gleichgewichtslage (Sprengung des Gesteins) erreicht ist und nachher die Gase nur verschiebend nachwirken, zum Werfen dagegen die Kraft verloren haben.

Trauzl*) stellt für Gesteinsprengung drei Hauptsätze auf, welche sich in Kürze etwa so fassen lassen:

1. Kräftige und „brisante“ Sprengmittel gewähren die günstigsten Ergebnisse, nämlich weitreichende Gesteinszerkleinerung, ohne Schleudern, bei Wegfallen festen Besazes und geringster Schwächung durch Gesteinspalten.
2. Starke, aber langsame Mittel (gutes Jagd- oder Scheibepulver) machen gute Wirkungen, aber sehr wenige in der Richtung kompakter Massen; sie spalten weniger, erfordern ausgiebigen Besatz, schleudern das Gestein, leiden von nahen, mehr noch von durchziehenden Massen oder Drusen.

*) R. f. östreich. Genieoffizier; s. dessen Schrift am Schlusse dieses Paragraphen.

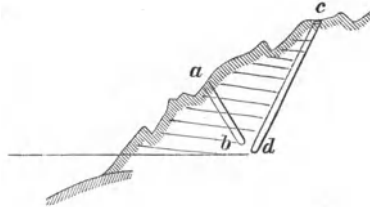
3. Träg brennende, schwache Pulver (wie das gewöhnliche Sprengpulver) gewähren bei gleicher Bohrarbeit höchst ungenügende Leistungen und sind deswegen verwerflich. Herabminderung der Bohrarbeit sei das Lösungswort!

Zu dieser wirthschaftlichen wie socialen Aufgabe scheinen allerdings die neueren Sprengmittel werthvolle Helfer zu sein und aus dem Folgenden dürfte sich ergeben, daß dem Dynamit die hervorragende Rolle eines Kulturmittels beschieden sei.

Ueber seinen Gebrauch liegen schon ziemlich umfangreiche Erfahrungen vor. Keine Schußanlage in stark verspanntem Gestein, Wahl der Anlagepunkte zunächst und zwischen den freien Flächen, Bohrtiefe im Verhältnis zur Vorgabe und andere allgemeine Regeln sind bei ihm ebenfalls gültig. Hauptpunkte gegenüber dem Sprengpulver sind:

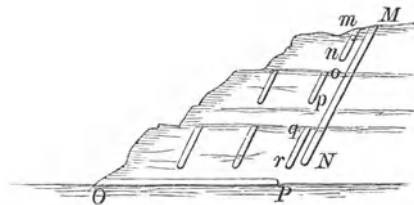
1. Rascheste Verbrennung bei richtiger Zündung; selbst theilweise freiliegende Ladung hat noch volle Kraftentwicklung und Wirkung. Daraus entwickelt sich eine Reihe von Folgerungen, welche auf große Arbeitersparnisse hinauslaufen:
 - a. man bohrt kürzer, nahezu winkelrecht zu den freien Flächen und in der Richtung des kürzesten Widerstands, z. B. auf a b statt cd (Fig. 190a);

Fig. 190 a.



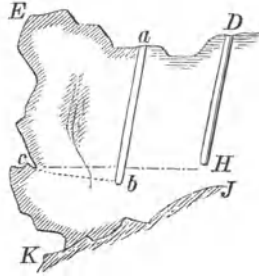
- b. fester Besatz wird, unnöthig, es genügt Füllung mit losem Sand, eingestrichenem Lehm oder — Wasser; eine frei auf isolirten Fels aufgelegte Ladung, nur mit Rasen, Lehmkluchen oder dergleichen gedeckt, zertrümmert die Unterlage;
 - c. die Rücksichten auf Schichtenwechsel fallen weg; die Bohrlöcher können im Schichtgestein die Spalten kreuzen, z. B. statt der Bohrlöcher mn, op, qr zu Pulversprengung (Fig. 190b)

Fig. 190 b.



- dient 1 Bohrung MN oder, mit Benützung einer weicheren Schichtlage, OP;
- d. Heißen wir für Pulver die Bohrtiefe $ab = t$, die Stärke der Vorgabe $bc = v$, für Dynamit dagegen $DH = T$, bezieh. $Hc = V$ — so muß bei Pulver, selbst wenn (Fig. 191) die Richtung

Fig. 191.



- kürzesten Widerstands nicht nach der Oberfläche DE geht, t mindestens $= \frac{4}{3} v$ sein, um Eabc abzulösen. Bei Dynamit ist das Verhältniß $T:V$ nur von der Größe der Ladung, von der Gesteinsstärke und -Verspannung abhängig, von der Befestigungslänge dagegen unabhängig.
- e. Die Sprengwirkung geht noch unter die Sohle des Bohrlochs z. B. unter DH bis J, allgemein, wenn T nicht allzugroß, bis auf $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{3} T$.
2. Satz 1d. und e. führen zur vollen Ausnutzung der höheren Sprengkraft in Beobachtung der Regel, V stärker zu nehmen, mindestens $= \frac{5}{4}$ bis $\frac{4}{3} T$, so daß zur Lösung der Masse DJKE das Bohrloch $DH = \frac{3}{4} Hc$ ausreicht; sogar kann, wenn das Gestein sehr spröde und geschichtet, T groß ist und die Begrenzungsflächen (DE, EK) günstig liegen, $V = \frac{3}{2}$ bis $2T$ genommen werden, was einen namhaften Arbeitsgewinn bedeutet.
3. Dynamit äußert seine Wirkung nicht allein in der Richtung freier Flächen, sondern strahlenförmig, also auch gegen feste Felsmasse, die Umgebung der Bohrlochsohle angreifend, besonders bei leichter Bohrung. In Absicht rascher Bauförderung ist aber dennoch größere Bohrtiefe nicht zu unterlassen.
4. Das „Ausblasen“ (Nichtwirken) der Pulverschüsse bringt Verlust des Schusses und Aufenthalt, nebst dem wegen Erfolglosigkeit wiederholten Ladens die Aufgabe, die Bohrung zu vertiefen oder zu verlegen. Bei Dynamit ist die Wirkung zu schwacher Schüsse nur ausnahmsweise Null, kleinere Zertrümmerungen und Zerklüftungen um den Laderaum

ergeben sich meistens. Was nun aber noch werthvoller: wiederholte verstärkte Ladung derselben Bohrlöcher bringt in der Regel die gewünschte Wirkung — abermals ein Umstand zu Gunsten der Arbeitersparniß!

5. Eine weitere Gunst bietet die für Dynamit gültige Regel: für jeden bestimmten Fall mit jenem kleinsten Durchmesser zu bohren, welcher die leichteste, rascheste Bohrarbeit gewährt.

Sollte die Bohrtiefe und die Wirksamkeit des Sprengmittels nicht genügen, die gegen Pulver viel kleinere Ladung in $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ T unterzubringen, so greift man nicht zu stärkeren Bohrern, sondern geht besser nach dem Verfahren zur Wiederholung der Ladung über.

6. Die Sprengungen im Massen, mit Pulver umständlich und unsicher, bedürfen bei der Anwendung von Dynamit nur einiger weniger Vorsichtsmaßregeln für die Zündung, wie weiter unten dargelegt wird.

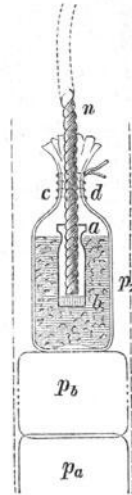
Aus den Fabriken, deren bereits eine Anzahl an verschiedenen Orten thätig sind, um der großen Nachfrage zu entsprechen, bezieht man den neuen Sprengstoff in cylindrischen Hüllen aus Pergamentpapier, dessen übergreifende Enden eingefaltet sind, als Patronen von 3—20^{cm} Länge und 2—5^{cm} Dicke. So kann der Sprengarbeiter die unmittelbare Berührung mit der Hand (und dadurch mit Mund und Auge) leicht vermeiden. Es ist davor zu warnen, weil die Einwirkung des Nitroglycerins auf den menschlichen Körper immerhin die gesundheitschädliche eines organischen Giftes ist, sobald der Stoff vom Blute aufgenommen wird (Schwindel, Ueblichkeit, Kopfschmerz).

Zum Laden der Bohrungen werden Patronen in etwas geringerer Dicke als die Bohrweite gewählt, welche man bis zur Bohrlochsohle niederschiebt und mit hölzernem Ladstock so festpreßt, daß der untere Raum von der weichen Dynamitmasse völlig gefüllt wird. Ist damit die Ladhöhe nicht erreicht, so wird eine zweite Patrone auf die erste satt aufgesetzt. Also für guten Erfolg keine Hohlräume! Die Ladungen werden zum Explodiren gebracht durch eigene 2—3^{cm} lange Zündhütchen ab (Fig. 192) mit starkem Knallpräparat und eine darin eingeschobene Zündschnur b n, deren scharf quer geschnittenes Ende auf dem Zündsatz aufsitzt. Das mit einer Zange an die Zündschnur festgezwängte Hütchen wird bis auf $\frac{3}{4}$ ab in den Dynamit der geöffneten Patrone eingedrückt, der Papierrand der Patronenhülle aufgebogen und mit Bindfaden (c d) festgeschnürt, alles dieß zur Verhinderung der Loslösung oder Verschiebung und zum kräftigen Losgehen des Knallsatzes. Die Zündschnur darf den Dynamit nicht berühren, weil Entzündung ohne Detonation seine theilweise wirkungslose Verbrennung herbeiführen würde.

Die oberste so ausgerüstete Patrone (Zündpatrone) wird vorsichtig auf die übrige Ladung hinabgeschoben, nicht gepreßt, und darauf loser Besatz aufgeschüttet; es genügt dazu, wenn $T > 1\frac{1}{4}^m$, ein Besatz von 1^m, da er lediglich volle Entzündung sichern und Gasentweichung verhindern soll.

Zu den je nächsten Sprengungen wird der Patronenbedarf, wenn das Hartwerden des Dynamits wegen Kälte der Luft oder des Bodens (unter 8° C.) zu befürchten ist, entweder am Leibe getragen (Kleidertasche) oder in

Fig. 192.



la warmem Wasser weich erhalten, da sonst das Bohrloch sich hohl ladet und es zum Explodiren eines besonderen Verfahrens mit eigens hiefür gefüllten Zündpatronen bedarf, wofür verschiedene Mischungen bestehen (z. B. hälftig Nitroglycerin, hälftig feingemahlene Schießwolle). Die Fabriken liefern solche selbst. Für alle größeren Sprengungen werden aber eigene kleine Zündpatronen empfohlen, welche mit Sorgfalt hergestellt sind. Hartgewordene Patronen sind an mäßig warmem Orte aufzuthauen (nicht am offenen Feuer oder am Ofen!), Zündpatronen gesondert aufzubewahren und wenn Abends übrig, von Zündschnüren und Hütchen zu befreien.

Verbringung und Aufbewahrung des Dynamits erfordert die gleichen allgemeinen Vorsichtsmaßregeln wie Schießpulver und andere explosibare Stoffe und muß getrennt von solchen, wie überhaupt von feuergefährlichen Gegenständen stattfinden. Kleinere Mengen lagert man am besten in abseits gelegenen Erdbauten in den Kisten der Fabriklieferung, größere Mengen in besonderen Magazinen hinter Erdwällen. Man theilt nur den nöthigsten Bedarf in kleinen Mengen an die Arbeiter aus, gibt klare, scharfe und umfassende Sicherheitsvorschriften und hält strenge auf pünktliche Befolgung.

Im Waldwegbau findet ein Sprengmittel wie Dynamit unbedingte Verwendbarkeit, weil beinahe ausnahmslos zu Tage stehende Felsparthien zu lösen sind und hier die Sprengkraft ohne Rücksicht auf die Nebenwände (zu Pfeilern, Gewölben) oder auf Gewinnung großer Blöcke und Platten (Steinbrüche) voll auszunützen ist. Zur Lösung einer bestimmten Gesteinsmasse soll, nach bisheriger Erfahrung, $\frac{1}{3}$ der gewöhnlichen Sprengpulvermenge nöthig und auf eine Ersparniß an Kosten zu 40, an Zeit zu beinahe 50% zu rechnen sein.

Starke Ladungen und starke Vorgaben werden als zwei Grundregeln bezeichnet. Im Mittel soll

bei 2 freien Flächen $V = \frac{3}{2} T$, die Ladhöhe $H = \frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4} T$ zu nehmen;
 bei mehr freien Flächen V bis auf $2T$ zu vermehren, dagegen H auf $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6} T$ zu vermindern sein.

Für leichte Bohrarbeit werden enge und tiefe, für schwierigeres Bohren weitere und leichtere Bohrlöcher empfohlen, im Allgemeinen 2,5 bis 3^{mm} starke Bohrer als genügend bezeichnet. Vergleichsweise Sprengungen ergaben z. B. auf 1^{k/m} Felsmasse einen Bedarf*)

Gesteinsart.	Pulver	Dynamit
	Kilog.	
1. Mittelharter Syenit	0,50	0,20
2. Sehr fester Syenit und reiner Granit	0,75	0,28
3. Reiner Feldspath oder Quarz	1,65	0,50

also 2½ bis 3fache Leistung bei Annahme gleicher Gewichtsmenge; für gleichen Laderaum jedoch (weil die specif. Gew. von Dynamit und Pulver wie 1,6:1) 4 bis 5fache Wirkung des ersteren, daher namhafte Bohrkostenminderung.

Ferner auf 1^{k/m} zu lösende Felsmasse, bei einer Bohrtiefe von 33^{mm} für Pulver und von 26^{mm} für Dynamit,

	1. Syenit		2. Granit		3. Quarz	
	Pulver	Dynamit	Pulver	Dynamit	Pulver	Dynamit
Bohrung, laufende m.	1,1	0,7	2,2	1,3	3,0	1,6
Arbeitsstunden	17,6	9,0	49,4	24,7	114,7	51,5

also zu Gunsten des Dynamits der halbe Zeitaufwand und 33% (bezieh. 42 und 45%) Kostenersparniß, zunehmend mit der Gesteins Härte.

Diese Ersparniß soll sich bei gleichzeitiger elektrischer Zündung noch namhaft steigern und die Wirkung zu verdoppeln sein. Dazu ist jedoch Vertrautsein mit dem elektrischen Apparat erste Bedingung.

Auch in harter fester schwer bearbeitbarer Erde (zähe Thone und Mergel) wurden schon erfolgreiche Dynamitsprengungen vorgenommen und empfiehlt man dazu tiefe und weite Bohrungen (3 und mehr Meter Tiefe, 5—8^{mm} Weite), unter Verwendung des Bohlfeschen Erdbohrers; $H = \frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4} T$, Ladung mit Patronen aus starkem Pergamentpapier.

*) Bericht des Obering. Bischoff an die k. k. österreich. Staatsbahnen-Gesellschaft über die Arbeiten am „Buchenbergschnitt“ bei Eibenschütz.

Noch ist der Sprengungen im Massen zu gedenken. Wassergefüllte Bohrlöcher werden geladen wie sonst, mit Hinablassen der Patrone in's Wasser und festem Niederpressen. Nur die Zündpatrone wird vorsichtiger behandelt (wasserdichte Zündschnur, Verstärken des Zündhütchens am Außenrande mit Fettstoffen oder Pech zum Abschluß gegen Vernässen des Zündsatzes, Umwickeln der Zündschnur im Patronenhals mit fettgetränktem Werg und sorgliches Festbinden des Papierrandes an der unwickelsten Stelle). Sitzt die Zündpatrone auf der Ladung, so wird das Bohrloch mit Wasser angefüllt und dann gezündet. Am besten werden jene besonderen Zündpatronen wie beim gefrorenen Dynamit verwendet. Beim längeren Verbleiben unter Wasser wird zudringendes Wasser allmählig von der Kiesel-erde aufgefogen, Nitroglycerin verdrängt und ausgeschieden, welches unten sitzen bleibt. Zur Verhütung dessen müssen Spreng- und Zündpatronen wasserdicht verwahrt werden (in Hülsen mit dichter Schellackverkleidung oder Kautschuküberzügen).

Bemerkung. Die meisten und werthvollsten Mittheilungen über die neueren Sprengmittel und ihre Anwendungen sind in den zahlreichen Zeitschriften für Chemie und chemische Technologie, für Bau-, Berg- und Hüttenwesen niedergelegt, was dem Forstwirth die Kenntnißnahme ungemein erschwert. Eine Uebersicht über den derzeitigen Stand des Sprengwesens und Angabe vieler Quellen gewährt

Vottner-Serlo, Bergbaukunde, Berlin bei Springer, 2. Aufl.
I. Bd. 1873.

und als lezenswerthe Monographien sind zu empfehlen

J. Trauzl: Explosive Nitritverbindungen, insbesondere Dynamit und Schießwolle zc. 2. Aufl. Wien 1870.

E. Luccow: Ueber Sprengpulver und dessen Surrogate zc. Deutz 1869.

§ 92.

Sprengen durch Anwendung von Wasser.

Das Wasser läßt sich zum Lösen des Gesteins wirksam machen:

- a. dadurch, daß dürrhölzerne Reile eingetrieben und dann benetzt werden, in Folge dessen aufquillen und Blöcke oder einzelne Felsstücke absprengen (so beim Betrieb von Steinbrüchen, um zu technischen Zwecken geeignete Stücke unverfehrt zu gewinnen);
- b. durch Eingießen in klüftiges Gestein, um die Eisbildung zum Lossprengen zu nützen und
- c. durch die auflösende und losspülende Wirkung eines starken anhaltenden Strahls, welcher die löslichen Massen aufweicht und entfernt und dann theilweise die Felsparthien freilegt oder unterwühlt, theils eisbildend fortwirkt.

Bei der Verfügbarkeit über raschwirkende und leicht anwendbare Sprengmittel, welche die Neuzzeit gewährt und an allen Orten und Zeitpunkten anwenden läßt, dürfte von obigen Verfahren immer weniger Anwendung gemacht werden.

§ 93.

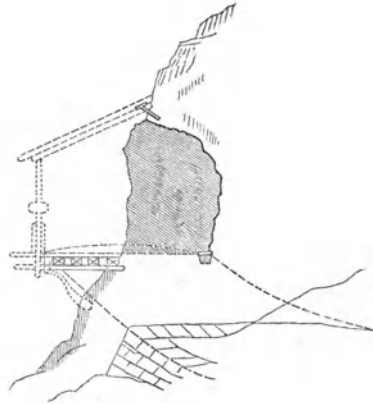
Tunnelbauten und Gallerien.

Die zahlreichen Sprengungsarbeiten, wie sie der Eisenbahnbau in großartigster Weise zu meilenlangen Tunnelbauten und Einschnitten in Dienst genommen hat, liefern ausgiebige Erfahrungen und Vervollkommnungen in Geschirr, Material und Kräfteentfaltung, welche auch unseren kleineren wirtschaftlichen Unternehmungen zu Statten kommen. Die leichtere Ausführbarkeit läßt manches Vorhaben reifen, welches sonst an einem oft unberechtigten Sparsinn gescheitert wäre, und die Einsicht zum Durchbruch kommen, daß selbst in schwierigeren Lagen die Bauten doch nachträglich sich harmloser darstellen, als der erste Augenschein lehren möchte.

Zu eigentlichen Tunnelbauten freilich wird man in den seltensten Fällen schreiten. Auf kurze Strecken lohnen sie nicht wegen der meist nöthigen Auswölbung (da sie ohne letztere durch häufige Einstürze gefährlich werden) und auf längere Strecken können sie der örtlichen Holzausbringung zu wenig dienen, werden zu theuer und lassen sich durch Aenderung des Gefälls und der Zugrichtung meist umgehen.

Hingegen werden s. g. Gallerien, wenn sonst eine Zuglinie angenehm ist, aber auf eine kurze Strecke durch eine hohe Felswand gesperrt wird, recht wohl durchführbar und erfordern weder allzugroße Arbeit noch umfangliche Kenntnisse und Erfahrungen. Man versteht darunter hinlänglich hohe Ausprägungen auf einen Theil der Wegbreite, während der übrige

Fig. 193



Theil der Bahn mittelst eines festen Unterbaues in Holz und Eisen mit Streben an die Wand gehängt wird. Man beginnt hier die Sprengarbeit, wenn nöthig von Hänggerüsten aus mit kleineren Bohrungen an mehreren Punkten zugleich und sucht an den angreifbarsten Stellen trichterförmige Vertiefungen auszusprengen, um allmählig zu größeren Bohrungen Raum zu gewinnen und so einen theilseits offenen Hohlweg in die Felswand zu legen. Zur Sicherung der künftigen Durchfahrt muß das Felsgewölbe sorg-

lich von allem losbröckelnden Gestein befreit und nöthigenfalls unter oder neben dem Gewölbe noch eine Verdachung angebracht werden. Muß der Kostenersparniß wegen die betreffende Wegstrecke einspurig bleiben, so sind an beiden Enden geräumige Haltstellen zu schaffen.

Zweites Kapitel.

Wasserableitung.

§ 94.

Massen Bodenstellen kann mit der Wegrichtung nicht immer ausgewichen werden; wir begegnen ihnen oft unvermuthet während der begonnenen Arbeiten, im Gebirge häufiger und gerade hier lästiger und störender. Solche Stellen (Maßgallen, Loden) bilden sich aus Mangel an Abzug, sei es, daß eingrenzende Bodenerhöhungen, muldenförmige Einsenkungen oder undurchlassender Untergrund die Ansammlungen veranlassen.

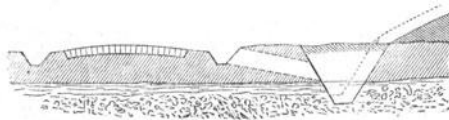
Bei der Wegarbeit wird man zuerst die derzeit vorhandene Wasseransammlung ableiten, sodann ihre Ursache zu erforschen und zu heben suchen. Die Maßregeln werden sich danach richten, ob das Wasser

- a. von Niederschlägen aus der Luft oder
- b. von offenem oder verstecktem Quellenzufluß oder
- c. vom Austreten naher Gewässer herrührt.

Das Oeffnen von Gräben bewirkt den ersten Abfluß, nach vorherigem Ausschöpfen oder Auspumpen der tieferen Wasserlöcher und Verdämmen mit Reisig und Erde oder einer Bretterverschalung, um neuen Zufluß abzuhalten. Nach Umständen können sogleich dauernde Anstalten damit eingeleitet werden, indem man in der Richtung des natürlichen Gefälls in Hauptgräben das Gewässer den nächsten natürlichen oder künstlichen Minsalen zuführt. Seiten- oder Schützgräben müssen das dem Wegkörper schädliche Wasser vollständig auffassen oder beseitigen. Wo natürliches Gefälle mangelt oder nicht ausreicht, um die Tagwasser aus dem Bereiche der Weganlage wegzuschaffen, muß

entweder ein künstliches Gefälle eine entsprechende Strecke weit geschaffen werden in Form von Bodeneinschnitten, quer zur Wegrichtung, oder die Grabenanlage längs des Weges einer- oder beiderseits so weit vertieft und verbreitert werden, daß das Wasser sich sammeln und allmählig verdunsten kann, während zugleich der reichliche Erdaushub den Wegkörper wenigstens über den mittleren Wasserstand aufbaut, oder es werden s. g. Senklöcher (Fig. 194) in regelmäßigen Abständen

Fig. 194.



zur Seite des Wegs ausgehoben, in welche mittelst Schützgräben das Wasser abläuft, um im Boden zu versickern.

Betztere kommen in Anwendung, vorübergehend oder auf Dauer, wo dichte Schichten von Thon, Letten oder gesteinartigen Verhärtungen (z. B. Ortstein), lockeren Untergrund von Sand, Kies oder Gerölle decken. Man durchbohrt die undurchlassende Schichte an den tiefsten Bodenstellen und stellt hinlänglich tiefe Trichter für den Abzug in die lockere Unterlage her. Entweder läßt man die Trichter, damit sie alles Wasser aufnehmen, offen und hebt sie zeitweise frisch aus — oder sie werden mit grobem Gerölle (auch Kies oder Sand) ganz oder theilweise ausgefüllt und dienen so als ständige Sicherungen.

Offenen oder verborgenen Quellen wird durch Eröffnen von kleinen Kanälen ein dauernder Abzug verschafft, wo möglich durch die neu anzulegenden Straßengräben selbst oder in Verbindung damit. Quellengenäzte Bodenstellen verrathen sich gewöhnlich durch lebhaftige Begrünung, charakteristische Gewächse, moorigen Boden, zeitiges Schneeschmelzen, zuweilen auch durch Auswaschungen und rinnenartige Einschnitte. Der Ursprung ist soweit zu verfolgen, als die Sicherheit der Bauten verlangt. Die durch die Quellenverstopfung seither gebildeten Sumpfstellen gehören im Wegbereich bis auf die feste Bodenschichte ausgegraben und durch Aufschichten von Felsstücken, Gerölle oder steinreicher Erde bis zur Weghöhe ersetzt. Würde eine solche Arbeit zu umfangreich, so sind statt dessen wenigstens Sickerdohlen oder, wenn die Quellen wasserreich, regelmäßige Ueberdohlungen anzulegen, welche das Wasser unter dem Wegkörper wegführen.

Dem Wasserabzug hinderliche Bodenerhebungen oder Muldenränder sind soweit zu durchstechen, als es behufs der Trockenlegung rathsam und möglich ist, oder man sucht durch Verschleifen des Bodens in Verbindung mit einer Grabenanlage die Bodenunebenheiten auszugleichen und fernere Wasseransammlungen zu verhüten.

Zu jeder größeren Anstalt der Wasserableitung empfiehlt sich eine vorgängige Abwägung.

Werden Wegbauten durch Geländemuiben und Rinnen durchgeführt, welche sich zeitweise durch das Austreten naher Bäche oder Flüsse mit Wasser füllen und dadurch versumpfen, so sind umfassende Vorkehrungen nöthig. Entweder werden

- a. Schutzdämme aufgeführt an jenen tiefen Stellen, wo das Wasser hereinbricht oder
- b. man legt, je nachdem eine derartige Abwehr nicht oder erst später möglich ist, provisorische oder dauerhafte s. g. Ueberfälle an, über welche das Wasser sich ergießen kann, ohne durch Stauungen dem Wegkörper nachtheilig zu werden oder
- c. man schreitet zu einer Korrektion der Wasserläufe, um die Richtung des zuströmenden Wassers von dem zu erbauenden Wege abzulenken und dem Gewässer einen regelmäßigen Ablauf zu verschaffen.

Drittes Kapitel.

Vertheilung der Bodenmassen.

§ 95.

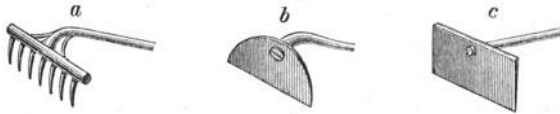
Die Abgrabungen und Sprengungen liefern die Erd- und Steinmassen zur Bildung der Auftragskörper und müssen hiefür verschieden weit fortbewegt werden.

Man strebt, sich zu weite Erdfuhren zu ersparen, die Verbringung bergauf nur ausnahmsweise, mit kleinen Massen und auf kurze Strecken zu bewirken. Bevor man größere Massen aufwärts schaffen läßt, ermittelt man, ob die Bringungskosten nicht theurer werden, als wenn man nahe, den Bedarf deckende Plätze abräumt oder sogar ankauft, indem man zur Ablagerung der anderweitig überschüssigen Bodenmassen passende Abladestellen aussucht und nachträglich auspflanzt oder sonstwie verwendet.

Nothgedrungen nimmt man größere Erdbeifuhren vor anstatt der Vertheilung der vorhandenen Bodenmassen, wenn letztere auf einzelnen Strecken oder ganzen Weglinien zum Bau nicht taugen.

Die einfachste Erdmassenbewegung ist das Werfen auf der Schaufel und das Verschleifen des gelockerten Grundes nach rückwärts mit der Haue, mit dem eigens dazu angefertigten Erdrechen (Fig. 195 a) und

Fig. 195.



der s. g. Erdkrücke, entweder wie der Rechen von Holz, in Form eines Kreisabschnitts mit gebogenem Schaufelstiel, oder aus Schmiedeeisen in Rechtecksform (Fig. 195 b und c). Die einwärts gekrümmten etwa 15^{cm} langen Zähne des hölzernen Rechens greifen tief in die lockere oder schollige Erde und fassen, zumal mit Reifig durchflochten, eine ziemliche Masse, während die Krücken mit mehr Anstrengung gehandhabt werden müssen und doch weniger Erde mitnehmen. Eisene Rechen würden bei dichter Stellung der langen Zähne zu schwer. Den Erdrechen fertigen die Arbeiter selbst und gebrauchen ihn mit Vorliebe, oft mit vereinten Kräften, der eine von unten ziehend, der andere von oben mit dem Rücken des Rechens nachschiebend, um die losgegrabenen Erdmassen ab- oder seitwärts in den Auftragsraum hereinzubringen.

Wo Boden und Lage dazu nicht günstig, wird die Erde wiederholt durch Schaufelwurf gefördert (1, 2, 3 Wechsel), namentlich aufwärts und in ebenen Gelände. Sonst fördert das Schaufeln weniger und ermüdet dennoch mehr. Es wird daher das Werfen auf die Hebung nach oben oder über Hindernisse und rauhe oder bewachsene Oberfläche hinweg zu beschränken, dagegen das Schieben und Schleifen bei Entfernungen bis auf 20 Schritte, steil bergab bis 30 Schritte als Regel anzunehmen sein.

Da die Wurfweite am größten ist, wenn die Richtung des Wurfs

einen halben rechten Winkel mit der Wagrechten bildet, so muß für den größten Arbeitseffekt die Förderung mit der Schaufel so eingerichtet werden, daß der Mannschaft, namentlich bei 2 und mehr Wechsellern, richtige Wurfziele gesteckt sind.

Ganze Erdklöße oder Steine verbringt man auf kurze Strecken auch auf Tragbahnen, gute Erde und Rasen ebenso oder in Körben, Felsstücke, Mauersteine und Platten auf s. g. Steinrahmen, welche auf Walzen aus entrindeten Rundhölzern gelegt und auf ebener Bahn fortgewälzt werden. Auch des Steinschlittens bedient man sich mit Vortheil, um Bausteine bergab zu verbringen, am leichtesten auf nasser Erde, Holz- oder Schneebahn.

Zur Bewegung jener größeren überschüssigen Erdmassen, welche zur anderweitigen Auffüllung in Rechnung genommen werden, oder sich nachträglich ergaben, müssen Förderungsmittel von solcher Art dienen, daß mit möglichster Zeit- und Kräfteersparniß die Vertheilung an die Bedarfsorte sich leicht regelt und abwickelt. Deshalb beginnt diese Erdbeförderung nicht früher, als bis durch die ersten Abgrabungen längs der Straßenachse die nöthigste Erdbahn gewonnen ist.

Sie geschieht

- a. mit 1rädri gen Schiebkarren, welche 1 Mann schiebt und bergauf 1 Mann ziehen hilft,
- b. mit 2rädri gen Handkarren, vor welche sich 1 oder 2 Mann spannen, während meistens 1 oder 2 Mann noch schieben helfen;
- c. mit ein spänni gen 2rädri gen Karren, deren Kasten zum Entladen an 1 oder 2 Seiten geöffnet oder ganz niedergelegt werden kann, mit hohen Rädern zum sicheren Gehen, in der Regel mit Pferd- (oder Maulesel-) Bespannung in einer Gabelbeischel;
- d. mit vierrädri gen Fuhrwerken, meist 2spännig mit Pferden (auch Ochsen oder Kühen), entweder leichten mit Oberwagen zum Erdführen oder schweren mit starker Britsche zum Führen von Steinblöcken, Platten u. dergl.

Mit den Schieb- und Handkarren bleibt die Arbeit am besten im Gang und entsteht der wenigste Zeitverlust, wenn die Karrenführer sich selber laden. Um die Förderung so einzurichten, daß die Einen die vollen Karren fortschaffen, abladen und zurückbringen, während die Anderen inzwischen neue Massen loslösen und die leer zurückgelassenen Karren füllen, bedarf es guter Schulung und ständiger Aufsicht der Arbeiter und einer hinreichenden Karrenzahl. Allerdings läßt sich dabei, wenn die Eintheilung in Erdarbeiter und Karrenführer richtig getroffen ist und die Karren auf einer Dielenbahn laufen, die größte Leistung erzielen. Jene Einrichtung beim Bau großer Kunststraßen dagegen (auch bei militärischen Bauten), in welcher die Karrenführer ihre Ladung erhalten, während sie die einfache oder doppelte Gasse der Erdarbeiter entlang gehen, ist wegen des beschränkten Raumes auf den Waldwegbau selten zu übertragen.

Die Schiebkarren taugen gewöhnlich nur für Strecken bis zu etwa 50 Schritten. Ist die Entfernung größer, so greift man besser zum Handkarren, welchen die damit vertrauten Gedingarbeiter noch bis zu 200 Schritten der Anwendung von Zugvieh vorziehen, selbst wenn es (wie nicht immer in abgelegener Waldgegend) billig zu miethen ist. Erst bei andauernder umfassender Massenbewegung nimmt man dasselbe zu Hilfe und sieht sich

dann, wenn nicht etwa für große Waldwegbauten mechanische Einrichtungen sich zu lohnen versprechen, auf das ortsübliche Fuhrwerk angewiesen.

Fördert 1 Mann bei fester ebener Bahn in 1 Stunde mittelst des Schiebkarrens einschließlicb Laden und Abwerfen

mit 30 Fahrten $1,5^{k/m}$ Erde und Steine bis 50^m weit

20 " 1,0 " 100 " "

während 3 Mann in " gleicher Zeit " mittelst des " Handkarrens "

mit 15 Fahrten $3,7$ bis $4,5^{k/m}$ Masse bis 60^m weit

12 " 3,0 " 4,0 " 120 " "

fördern, so ergibt sich schon einiger Vortheil für die Anwendung des Handkarrens. Es ist indessen nach beiden Seiten zu erwägen: Der Schiebkarren läßt sich bequem laden, überall leicht hindurchführen und anlegen, bei wechselndem Gefälle brauchen, ist aller Orten in großer Anzahl zu haben und erlaubt Einzelarbeit.

Der Handkarren hat bei der gleichen Förderungskraft, soweit keine starken Steigungen vorkommen, größere Leistungsfähigkeit und gewährt, sobald die Förderungsarbeit die Lösungsarbeit überwiegt, also große Strecken zurückzulegen sind, vollkommeneren Ausnützung der Arbeitskräfte und macht keine Zwischenkraft nöthig. Er ist jedoch schwer zu beschaffen, theurer, erfordert breitere und festere Bahn und bedingt gefelliges Arbeiten.

Noch größere Ansprüche an die Bahn für Aufstellen, Fördern und Wenden macht das Spannfuhrwerk, zu dessen andauernder Beschäftigung nebstdem eine größere Anzahl Arbeiter für das Loslösen und Auf- und Ab-laden der Bodenmassen verfügbar sein muß. Dagegen wird menschliche Zugkraft entbehrlich; es fragt sich dann nur, ob menschliche oder thierische Arbeitskraft seltener und theurer und welche Frist zur Bauvollendung gegeben ist.

Bei schmaler und unebener Bahn nächst den Abtragstellen kann auch eine Strecke weit der Schiebkarren und auf der übrigen größeren Strecke der Handkarren oder das Spannfuhrwerk gehen.

Im Flußgebiet oder nahe bei Kanälen wendet man für größere Entfernungen mit namhaftem Vortheil Rachen an, um Kies, Sand, Fackhinen oder dergleichen zu den Baustellen zu bringen, zumal wenn breite Wasserläufe die Förderungsbahnen trennen. Die Erhöhung der Kosten für den etwaigen Umweg zum und vom Wasser wird bei großen Entfernungen durch die Billigkeit der Rachenbeförderung aufgewogen, welche nur weniger Arbeitskräfte bedarf.

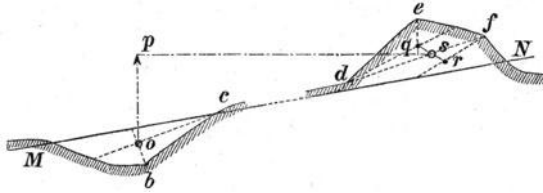
Zur vertikalen Förderung wie z. B. beim Bau von Stützmauern wählt man bei mäßiger Höhe das Werfen, bei größerer die Reichung von Hand zu Hand („Hanteln“), um Steine nach oben zu bringen. Selten wird man zum Häs pel oder ähnlichen Vorrichtungen greifen.

Die Förderweite muß, wie aus Obigem hervorgeht, überall, wo die Massenbewegung einen besonderen Kraftaufwand erheischt, also sobald die Aufstragskörper nicht unmittelbar durch Heben und Werfen oder Schleifen aus den nächsten Abtragstellen sich herstellen lassen, besonders bestimmt werden, um den dadurch bedingten Aufwand zu bemessen und zeitig genug die erforderlichen Anstalten für die Förderung zu treffen.

In den einfacheren Fällen, wo Ein Erdkörper von bekanntem Rauminhalt zur Auffüllung an einen zweiten Ort zu verführen ist, ermittelt man nur den wagrechten Abstand der beiden Schwerpunkte und daraus mit

Hülfe von Erfahrungsätzen für die entsprechende Förderungsweise die Größe des Kraft-, Zeit- und Geldaufwandes nach Proportionalansätzen. Die Schwerpunkte brauchen nur gutächlich angenommen zu werden, da bei der ungleichen Dichtigkeit der Erdkörper eine genaue Feststellung doch kaum möglich ist, es auch selten auf schärfere Ermittlung ankommt. Es genügt, aus den vorhandenen graphischen Darstellungen durch Ziehung einiger Schwerlinien die Entfernung der Schwerpunkte zu erheben z. B. in Fig. 196 sei

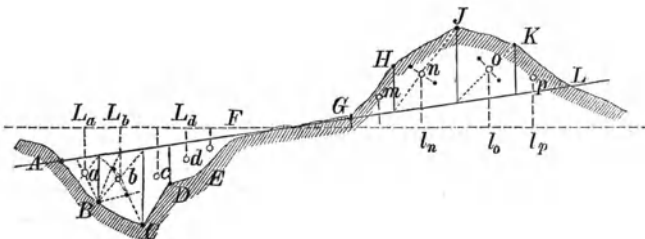
Fig. 196.



MN die normale Gefälllinie eines Straßenzugs, Mbc der Längsschnitt des Auftrags-, defN jener des Abtragskörpers — so ergäbe sich durch Ziehung der Schwerlinien aus $\frac{Mb}{2}$ nach c und aus $\frac{Mc}{2}$ nach b der Schwerpunkt o, sodann beim Viereck defN durch Zerlegung in 2 Dreiecke, Aufsuchen ihrer Schwerpunkte q und r und Ziehen der Linie qr der Schwerpunkt s (genauer durch zweimaliges Zerlegen in 2 Dreiecke und Aufsuchen einer Linie q_1r_1 zur Kreuzung von qr), woraus ps = wagerechte Entfernung.

Sind von mehreren Abtragsstellen Massen an einen oder mehrere Auftragsorte zu verbringen, so muß die mittlere Entfernung erst berechnet werden. Doch ist zu unterscheiden, ob die Massen sich gleichmäßig auf eine gewisse Strecke verteilen oder auf einzelne Stellen sich anhäufen. Um sicher zu gehen, bildet man eine mittlere Entfernung der Abtrags- und eine solche der Auftragskörper und fügt die etwaige leere Zwischenstrecke hinzu. Wären z. B. in Fig. 197 die Auftragskörper des Profils ABCDEF

Fig. 197.



herzustellen mit den Abträgen aus Profil GHJKL, die Schwerpunkte der Einzelmassen gefunden in a, b, c, d, e sowie in m, n, o, p und bezeichneten K_a, K_b etc. die Auftragsmassen und L_a, L_b etc. die wagerechten Ab-

stände der Schwerpunkte a, b . . . bis F; ebenso $k_m k_n$ zc. die Abtrags-
 kubikmassen und $l_m l_n$ zc. die wagerechten Abstände bis G und wäre endlich
 die wagerechte Entfernung von F nach G = W; — so berechnet sich die
 ganze mittlere Entfernung (= E_m) aus dem Aufsatze:

$$E_m = \frac{K_a \cdot L_a + \dots + K_e \cdot L_e}{K_a + \dots + K_e} + W + \frac{k_m \cdot l_m + \dots + k_p \cdot l_p}{k_m + \dots + k_p}$$

oder einfach: man multiplicirt den Kubikinhalte jeder Abtrags-
 masse mit ihrer mittleren Entfernung bis zum Schwerpunkt
 der Baustelle und dividirt die Summe aller Produkte durch
 den Gesammtinhalt der Abtragsmassen.

Wenn demnach die mittlere Entfernung aus dem Auftragskörper bis
 G = 160^m und von da

Abtragsmasse k_m	mit 40 ^{k/m}	noch 12 ^m	weiter
" k_n	" 100	" "	30 ^m
" k_o	" 200	" "	60 ^m
" k_p	" 60	" "	75 ^m

so wird

$$E_m = \frac{40 \cdot 172 + 100 \cdot 190 + 200 \cdot 220 + 60 \cdot 235}{40 + 100 + 200 + 60}$$

$$= 83980 : 400 = 209,95^m (= 210^m).$$

Sollen die Massen von mehreren Abträgen, deren mittlere Entfernung
 bis zu einem gewissen Punkte gefunden, an mehrere Baustellen vertheilt
 werden, so muß man die geeignetste Vertheilung erst feststellen, um sodann,
 je nachdem die Entfernungen, weil ungleich groß, eine andere Förderungs-
 weise bedingen oder in andere Arbeitsloose gehören oder nicht, zwei mittlere
 Entfernungen oder nur eine für die ganze Förderungsarbeit zu berechnen.

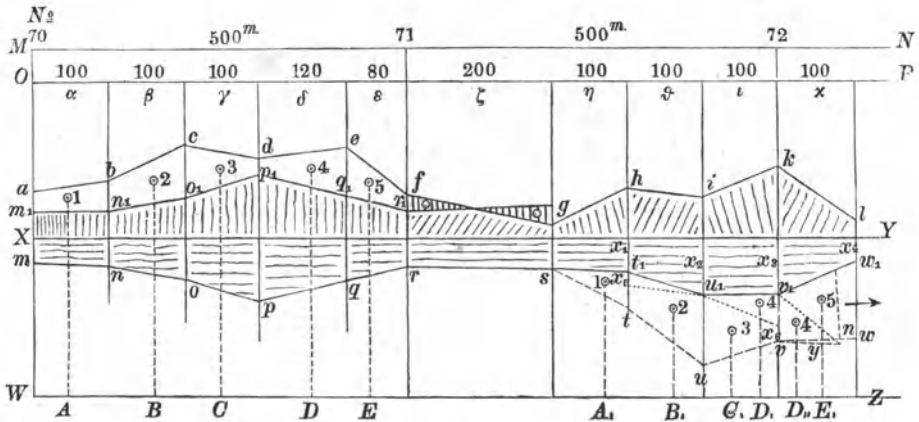
Abkürzend verfährt man bei einfacheren Bauten mit kleinen Auf- und
 Abtragsmassen in der Weise, daß man innerhalb jeder Stationslänge den
 Ueberschuß oder Mangel erhebt, unter die nächsten Stationen, wo Abtrag
 mangelt oder überschießt, bis zur annähernden Ausgleichung in runden
 Massen vertheilt und die Entfernungen von Mitte zu Mitte der Stations-
 längen, wo nöthig mit schätzungsweißen Abänderungen, annimmt.

Ein anderes, umständlicheres, jedoch in manchen Fällen zur Erleichterung
 der Anordnungen dienliches Verfahren ist das graphische, welches die oft
 schwierige Ermittlung oder unsichere Schätzung der Schwerpunkts-Abstände
 umgeht, indem statt dessen die Förderungsweiten auf der Zeichnung mit dem
 Zirkel abgegriffen werden. (Die französischen Ingenieure sollen es häufig
 anwenden.)

Es mag genügen, von den vielerlei Arten des Verfahrens, welche dabei
 beliebt werden, eines darzustellen (Fig. 198):

Man trägt auf zwei Parallelen MN und OP sämtliche Stations-
 längen mit Beifügung ihrer Zeichen und Nummern auf, in einigem Ab-
 stand davon die dritte Parallele XY und verbindet dieselbe in den Stations-
 punkten mit Lothlinien. Auf letztere als Ordinaten trägt man oberhalb die
 Abtrags-, unterhalb die Auftrags-Flächengrößen, entnommen den Quer-
 profilen, auf und bildet durch Verbindung der Endpunkte mit Geraden

Fig. 198.



Trapeze oder Dreiecke, deren Inhalt alsdann den Ab- und Auftragsmassen proportional wird, also

Abtragsgrenze *abcde*.....

Auftragsgrenze *mno pq*.....

Zur Vertheilung von Ab- und Auftrag beginnt man darauf dort, wo namhafte Abtragsüberschüsse ersichtlich werden, die Trapeze des Auftrags in jene des Abtrags, gleichsam mittelst Drehung um die Achse *XY*, hineinzu legen, wodurch Ueberschuß-Trapeze (oder Dreiecke) wie *abn₁m₁ — bco₁n₁* u. s. w. entstehen.

In der Zeichnung reichen dieselben bis in das Feld ζ , wo Ab- und Auftrag sich ausgleicht, während jenseits in Feld η , ϑ sich Abtragsmangel darstellt.

Hier beginnt, zur Vereinfachung des Rechnungsgangs, der Abzug der Abtragsmassen mit dem Bestreben, leicht berechenbare Flächentheile in den Auftragsfeldern abzuschneiden, um dann in die Restflächen (unten) die Ueberschüsse aus den Feldern α , β u. einzutheilen:

Abtragstrapez $\eta = \frac{\text{Ord. } g + \text{Ord. } h}{2} d$ (wo $d = \text{Stationslänge}$) somit
(um x_1 von Ord. t abzuschneiden)

$$\eta = \frac{\text{Ord. } s + x_1}{2} d, \text{ woraus}$$

$$x_1 = \frac{2\eta}{d} - \text{Ord. } s$$

oder nach Einsetzen obigen Werthes von η ,

$$= \text{Ord. } g + \text{Ord. } h - \text{Ord. } s$$

Ebenso, nachdem x_1 bekannt, da

$$\vartheta = \frac{\text{Ord. } h + \text{Ord. } i}{2} d$$

$$\begin{aligned} x_2 &= \frac{2 \vartheta}{d} - \text{Ord. } x_1 \\ &= \text{Ord. } h + \text{Ord. } i - x_1 \\ x_3 &= \text{Ord. } i + \text{Ord. } k - x_2 \end{aligned}$$

u. s. f., soweit Ausgleichungen vor der Vertheilung der Abtragsmassen zu bewerkstelligen sind.

Nunmehr legt man die Abtragsüberschüsse aus den Feldern α , β u. c. in die verbliebenen Dreiecke und Trapeze des Auftrags ein, dessen Ordinaten die Größen (Ord. $t - x_1$), (Ord. $u - x_2$) u. s. w. haben.

Die Ueberschußfläche in Feld $\alpha = \alpha_1$ ist $\frac{am_1 + bn_1}{2} d$, in gleicher Weise in den folgenden Feldern β ., γ_1 , δ_1 u. s. w., jedoch mit dem zu beachtenden Unterschiede, daß die Stationslänge d nicht immer eine ständige Größe bleibt.

Die Fläche α_1 ergibt sich, wenn $\Delta stt_1 = \eta_1$ berechnet, = oder $\leq \eta_1$, und wird daher $\eta_1 - \alpha_1$ wenn positiv, von η_1 als ein aus Feld β aufzutragender Körper abgeschnitten, wenn dagegen negativ, auf Feld δ_1 übertragen, am einfachsten als Dreieck mit der Grundlinie in der Ordinate tt_1 oder uu_1 . Die zum Abschnitte erforderliche Ordinate x_5 wird dann (aus dem Ansatz $x_5 \frac{d}{2} = \alpha_1 - \eta_1$)

$$= 2(\alpha_1 - \eta_1) : d$$

Um den Betrag $\alpha_1 - \eta_1$ ist jetzt das Auftragstrapez $utt_1 u_1 = \vartheta_1$ verkleinert. Mit der Restfläche ϑ_2 wird darauf β_2 verglichen. Angenommen, es sei $\beta_2 = \vartheta_2$, so schreitet die Rechnung in gleicher Weise zu den Trapezen γ_1 und u_1 . Die Zeichnung ergibt deutlich, daß $u_1 > \gamma_1$, folglich ist x_6 zu berechnen, um von v gegen v_1 abgeschnitten zu werden.

Aus $(u u_1 + x_6) \frac{d}{2} = \gamma_1$ ergibt sich

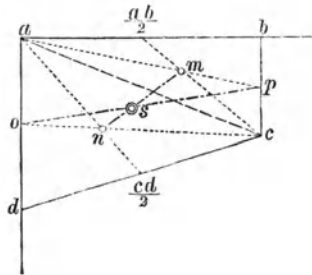
$$x_6 = \frac{2\gamma_1}{d} - u u_1$$

und bleibt von u_1 ein Rest u_2 , welchem aus δ_1 Abtragsmasse (bez. Fläche) zugewiesen wird u. s. w.

Bleibt für ein folgendes Auftragstrapez eine so kleine Fläche zu übertragen, daß ihre Spitze nicht zur zweiten Ordinate reicht, so muß die Größe der Abscisse y , welche $< d$, berechnet und z. B. von $v v_1$ (in Feld x_1) gegen $v w$ geschnitten werden.

Schließlich ergibt sich im Trapez x_1 ein Flächenüberschuß oder =Mangel, welcher anderweitig zu begleichen ist oder, wenn unbedeutend, vernachlässigt wird (wie z. B. ein kleiner Streifen längs Ordinate w unserer Zeichnung). Ist diese Ausgleichungsrechnung vollendet, so schreitet man in bekannter Weise zur Ermittlung der Schwerpunkte. Bei Trapezen z. B. Fig. 199 erfolgt zu diesem Behufe nur eine Zerlegung in 2 Dreiecke (abc und acd), Verbindung ihrer Schwerpunkte m und n durch eine Gerade und Durchschneiden derselben durch die Gerade op , in welcher der Schwerpunkt s liegen muß, weil sie als Halbierungslinie zugleich Schwerlinie ist.

Fig. 199.



Um endlich die Förderungsweiten kennen zu lernen, zieht man die Parallele WZ unterhalb der Zeichnung, zieht von den Schwerpunkten Senkrechte darauf und ermittelt die Abstände

AA₁ für die Abtragsmasse 1 (aus α nach η)

BB₁ " " " 2 (aus β " ϑ)

⋮

DD₁ und DD₂ für die Abtragsmasse 4 (aus δ nach ι und κ)

u. s. w.

Da auch diese Methode den Fehler begeht, indem sie die Massen durch Flächen ausdrückt, Schwerpunkte von Flächen für Körperschwerpunkte zu nehmen, welche oft anderswo liegen (abgesehen vom Abgreifen der Abstände mit dem Zirkel), so kann sie ebenfalls nur Näherungswerte liefern.

Dagegen gewährt sie Vergleichung und klare Uebersicht über die Orte der Massengewinnung gegenüber ihrer Verwendung und gibt die Anhaltspunkte über die Bildung von Arbeitsloosen, innerhalb deren sich Ab- und Auftrag ausgleicht. Sie läßt dabei die Wahl frei, entweder die nächstliegenden Ab- und Auftragsstellen (Feld ε gegen Feld η) in Ausgleichsrechnung zu nehmen und mit den entferntesten (Feld α gegen κ) abzuschließen, wobei die Förderungsweiten allmählig zunehmen — oder die ersten Abtragsfelder gegen die ersten Auftragsfelder abzugleichen (Feld α gegen Feld η , β gegen ϑ etc.), welchen Rechnungsgang wir oben einschlugen. Immer setzt sie aber eine Berechnung aller Querschnittsflächen voraus.

Wesentlich anders verfährt die Methode der Massenabwägung, welche die vorgängige Berechnung der Ab- und Auftragsmassen von Station zu Station zur Voraussetzung hat, nämlich so:

Die Massen werden in einer Tabelle zusammengestellt, so daß sich ersehen läßt, ob innerhalb je zweier sich folgender Profile eine Ausgleichung stattfindet oder wieviel Abtrags-Überschuß oder -Mangel sich ergibt. Die vorletzte Spalte enthält diese Differenzen, die letzte ihre algebraischen Summen als Größen der zu fördernden Ausgleichungsmassen. Sind die Stationslängen auf einer Abszissenachse, welche durch den Anfangs- oder einen Nullpunkt (wo Abtrag = Auftrag) geht, im Maßstabe des Längenprofils aufgetragen, so geben obige Größen die auf den Stationspunkten zu errichtenden Ordinatenlängen, indem für die Masseneinheit eine Einheit eines solchen Maßstabs angenommen wird z. B. $1^{k/m} = 1^{2m}$, daß noch abgreifbare Entfernungen daraus hervorgehen. Durch Verbindung der Endpunkte der Ordinaten durch Gerade stellt man darauf einen Linienkomplex her, dessen

nach rechts ansteigende (wagrecht schraffierte) Züge Abtragsüberschüsse und dessen (senkrecht schraffierte) absteigende Züge Auftragsmangel andeuten: der f. g. Abgleichungszug (Ausgleichungskurve). Zieht man darin von den Berechnungs- (Stations-) Punkten Parallelen mit der Abscissenachse, so bezeichnen je zwei sich folgende Parallelen

- a. in ihrem Abstand die zu fördernde Masse,
- b. im arithmetischen Mittel ihrer Längen die Förderweite dieser Massen und
- c. mit ihren Endpunkten die Bezugs- und Verwendungsorte.

Jeweils dort, wo der Abgleichungszug die Abscissenachse trifft, beginnt und endet eine Wegstrecke, innerhalb welcher sich die Erdmassen ausgleichen und welche demnach ein selbständiges Arbeitsloos bilden könnte.

Fällt der Schlupunkt des Abgleichungszugs nicht in die Abscissenachse, so bleibt, wenn er oberhalb der letzteren liegt, ein Abtragsüberschuß, wenn unterhalb, ein Auftragsmangel, in beiden Fällen von jener Größe, wie der senkrechte Abstand von der Achsenlinie angibt.

In dem Zahlenbeispiel mit Fig. 200, welches wir zur Veranschaulichung der Methode folgen lassen, ist angenommen, daß mit Stationspunkt 42 (Punkt A.) eine vorhergehende Abgleichung abgeschlossen sei und eine neue beginne. Für Ueberschuß ist das Zeichen \neq und für Mangel an Abtrag das Zeichen \div in den letzten Spalten vorgesezt.

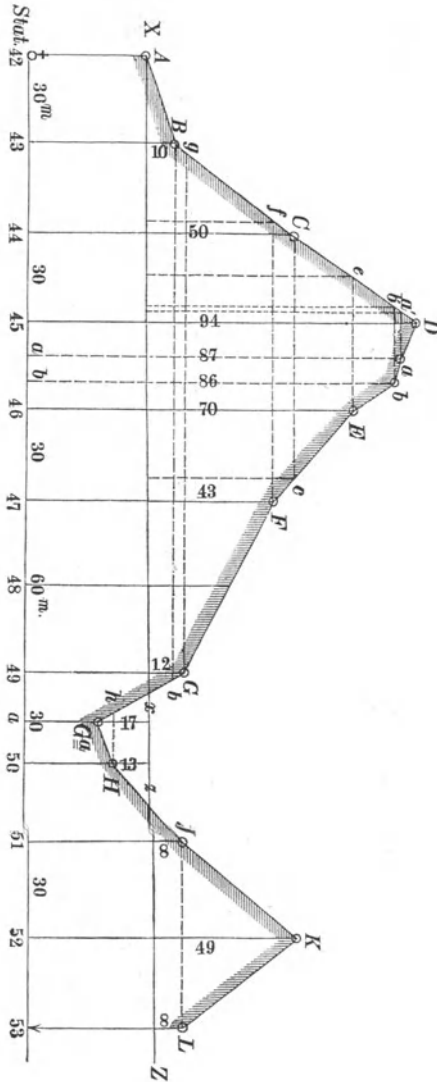
Ausgleichungstabelle.

Wegstrecke		Stations- längen	Massen des		Ab- gleichungs- massen	Ordinaten. $1^{zm} = 1^{k/m}$
von	bis		Abtrags	Auftrags		
Stationspunkt		m	k/m		k/m	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
42	43	30	40	30	$\neq 10$	$\neq 10$
43	44	30	77	37	$\neq 40$	$\neq 50$
44	45	30	90	46	$\neq 44$	$\neq 94$
45	45 ^a	12	48	55	$\div 7$	$\neq 87$
45 ^a	45 ^b	8	21	22	$\div 1$	$\neq 86$
45 ^b	46	10	31	47	$\div 16$	$\neq 70$
46	47	30	58	85	$\div 27$	$\neq 43$
47	49	60	85	116	$\div 31$	$\neq 12$
49	49 ^a	16	53	82	$\div 29$	$\div 17$
49 ^a	50	14	27	23	$\neq 4$	$\div 13$
50	51	27	54	33	$\neq 21$	$\neq 8$
51	52	33	72	31	$\neq 41$	$\neq 49$
52	53	30	35	76	$\div 41$	$\neq 8$

Der Auftrag der letzten Zahlen als Ordinaten auf der Abscissenachse XZ liefert den Abgleichungszug ABC...KL, welcher zwischen G und G^a, H und J von der Achse geschnitten wird und über Z in L, demnach mit einem geringen Abtragsüberschuß endet und die drei selbständigen Ausgleichungstrecken Ax, xZ und zZ umfaßt.

Die durch B, C, D zc. || XZ gezogenen Linien Bb, Cc, Dd zc. liefern mit ihren Längen und senkrechten Abständen, welche mit dem Zirkel

Fig. 200.



abzugreifen sind, die speciellen Angaben, wie und wohin sich die Abgleichungsmassen 10, 40, 44 z. in Spalte 6 der obigen Tabelle zwischen den Bezugs- und Verbrauchsorten vertheilen und wie weit die Einzelmassen zu fördern sind z. B.

aus BC der Station 43/44 gibt der Abstand von Ff und Gg zur doppelten Stationsstrecke $47/49 = 31^{k/m}$

und dazu eine Förderweite von $\frac{Gg + Ff}{2} = \frac{177 + 95}{2} = 136^m$
 auf $G G^a$ d. i. Station 49/49^a geben zur Auffüllung die Stationsstrecken
 AB (ganz) = $10^{k/m}$ auf die Entfernung $\frac{Ax + Bb}{2} = 200^m$ weit
 BC (mit Bg) = $12 - 10 = 2^{k/m}$ auf die Entfernung $\frac{Bb + Gg}{2}$
 = 179^m weit
 sowie jenseits G^a die Strecke
 G^aH (ganz) $17 - 13 = 4^{k/m}$ auf die Förderweite $\frac{Hh}{2}$
 = $8,5^m$ und
 HJ (mit dem Theil H_z) $13^{k/m}$ auf die Entfernung $\frac{xz + Hh}{2}$
 = $27,5^m$

Abtragungsmassen ab.

Die Massen von JK reichen für die Strecke KL geradezu aus und
 die Förderweite beträgt daher $\frac{JL}{2} = 30^m$

u. f. w.

Es empfiehlt sich, schließlich zur Klarstellung der Fördermassen und
 -Weiten eine Fördertabelle etwa so aufzustellen:

Orte des		Der Förderung	
Bezugs	Ver- brauch	Masse	Entfernung
		klm	m
42/43	49 ^a /49	10	$\frac{218 + 182}{2} = 200,0$
43/44	"	2	$\frac{182 + 177}{2} = 179,5$
"	49/47	31	$\frac{177 + 95}{2} = 136,0$
"	47/46	7	$\frac{95 + 83}{2} = 89,0$
44/45	"	20	$\frac{83 + 45}{2} = 64,0$
"	46/45 ^b	16	$\frac{45 + 25}{2} = 35,0$
"	45 ^b /45 ^a	1	$\frac{25 + 15}{2} = 20,0$
"	45 ^a /45	7	$\frac{15}{2} = 7,5$

Orte des		Der Förderung	
Bezugs	Ver- brauchs	Masse	Entfernung
		k/m	m
51/50	49 ^a /49	13	$\frac{38 + 17}{2} = 27,5$
50/49 ^a	"	4	$\frac{17}{2} = 8,5$
51/52	52/53	41	$\frac{60}{2} = 30,0$ II.

Schließlich ergibt sich, daß von der Wegstrecke 51/50 eine Abtragsmasse von 8 k/m unverwendet bleibt, sowie daß für die Strecke A bis x als Loos I. die mittlere Förderweite

$$\frac{200 \times 10 + 179 \times 2 + 136 \times 31 + \dots}{10 + 2 + 31 + \dots} = 97^m$$

für die Strecken von x bis z und z bis Z zusammen als Loos II. die mittlere Förderweite = 28^m betrage.

Als größte und kleinste Förderweite gibt die Tabelle 200 und $7,5^m$ an. Gegenüber der vorhergehenden gewährt diese Methode die wesentlichen Abkürzungen, daß die Zeichnung sich leichter und schneller konstruirt, daß keine Schwerpunkte zu berechnen oder abzuschätzen sind und der ganze Rechnungsgang ein einfacherer ist. Das Abgreifen der Transportweiten mit dem Zirkel hat sie mit ihr gemein. Wenn nur wenige Male angewendet, wird man mit der Methode vertraut genug, um gerne überall nach ihr zu greifen, wo die Massenbewegung einen großen Theil der Bauarbeit und des Aufwands ausmacht, während bei kleineren Massenausgleichungen ein schätzungsweise Verfahren zu genügen pflegt.

In der forstlichen Literatur ist ihrer nur an einem einzigen Orte gedacht. *)

Viertes Kapitel.

Aufschichtung und Abflächung.

§ 96.

Der Aufbau der Auftragskörper kann mit der rohen Aufschüttung der Abtragsmassen nicht als vollendet gelten; die lockere Erde würde sich ungleich senken, schlecht befestigen und bewachsen. Es muß vielmehr die Erdmasse gleichmäßig aufgeschichtet und vertheilt, jede Höhlung auszufüllen,

*) Siehe Allgem. Forst- u. Jagd-Zeitung, Suppl. 1866/67, 2. Heft, S. 104.

jede Unebenheit abzugleichen getrachtet werden. Namentlich baut man die Böschungswände sorgfältig auf, damit sie weder abrutschen, noch ausgeflößt werden, sondern bald in Ruhe kommen und eine bindende Pflanzendecke annehmen.

Große Schollen und zur Bearbeitung untaugliche Steine kommen mitten in den Begkörper, reiner feinkörniger Grund nach Außen zur Festigkeit, äußeren Sauberkeit und baldigen Begrünung. Todtes Heilig und Wurzelwerk verschlechtert die Bauwerke und verursacht Nacharbeiten. Geringwerthiges Gehölz bauen leichtfertige Arbeiter gerne ein, weil es, je sperriger, um so rascher auftragen hilft. Hiegegen wie überhaupt gegen mangelhafte Auffschichtung sichert eine fleißige sachverständige Aufsicht.

Der Vorschlag, durch Zuleitung von Wasser feste Auftragskörper zu schaffen, ist weder häufig anwendbar, noch ohne Bedenken, weil der Erdkörper ungleich dicht und bindend ist und das Wasser sich meist ungleich vertheilt. Viel günstiger wirken während der Erdarbeiten Regen und Schnee sowie die Einrichtung, daß die größeren Erdförderungen mit Karren und Wagen über die neuen Aufschüttungen hinweggehen müssen. Ohne solche natürliche oder künstliche Einwirkungen setzen sich die Auftragskörper nur allmählig, am stärksten im ersten Jahre, gewöhnlich aber noch 2 bis 3 Jahre lang. Es ist deswegen häufig Uebung, denselben sogleich eine entsprechende Ueberhöhung von 5 bis 10 Prozent über Dammhöhe zu geben, dann jedoch über Winter oder noch längere Zeit den Ausbau ruhen zu lassen.

Die anfängliche Lockerung der Erdmassen (siehe Band I. § 77 Schluß) ist stets viel größer als die bleibende nach Verlauf mehrerer Jahre.

Die Ungleichheit des Setzens entspringt der Verschiedenheit

- a. der Erdarten und ihres Aggregatzustandes,
- b. der Art der Gewinnung und Anschüttung,
- c. des Witterungsverlaufs während der Bauzeit,
- d. der Höhe der Aufschüttungen und
- e. der Art der äußeren Befestigung.

Die Größe des Setzens läßt sich deswegen schwer in einer verlässlichen Zahl ausdrücken. Selbst der Untergrund, wenn etwas locker, kommt mit in Betracht. Würden die durchschnittlichen Verhältniszahlen über die bleibende Lockerung, welche man beobachtet haben will, als gültig angenommen, nämlich:

- Sand- und Lehmboden 1,5 bis 3%;
- Keuper- und Mergelboden 3 bis 5%;
- fechter Thonboden 5 bis 7%;
- Steine und Felsen 8 bis 12% —

so müßte für die Anschüttungen eine doppelte Rechnung statthaben.

Es wäre nämlich

1. die Ausgleichung zwischen Ab- und Auftrag nach der bleibenden Lockerung ($= 100 + p\%$) zu bewirken und müßte demgemäß, wenn die Kubikeinheit des Abtrags $= A_b$ und jene des Auftrags $= A_u$, in Gleichung gesetzt werden

$$A_u = A_b \times 1,0 p,$$

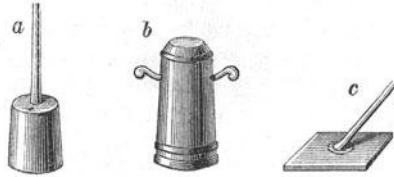
- z. B. bei Thonboden zu 100 k^m Auftrag $94,4 \text{ k}^m$ Abtrag, wogegen Baumstöße, Wurzeln und die Lockerheit der bewachsenen Oberfläche in ausgleichende Rechnung kommen müßten.

2. Aus dem Verhältniß der bleibenden zur anfänglichen Lockerung wäre abzuleiten, nach welchem Prozentsatz die Anschüttungen eine Ueberhöhung und Verbreiterung zu erfahren hätten, um die ihnen bestimmten Profillinien nach dem Setzen einzunehmen.

Bei schmalen Bahnen und niederen Böschungen kann hiervon füglich Umgang genommen werden. Bei großen Anschüttungen dagegen, wo zugleich mit dem Setzen ein Auseinanderweichen („Sacken“) erfolgt, ist es rathsam, sich durch Beobachtungen örtliche Erfahrung für den Grad höherer und breiterer Anlage zu gewinnen. Sehr steinreicher Boden verändert sein Volumen am wenigsten und beim Sandboden ist die Veränderung sehr geringfügig.

Von Anfang schon erreicht man einen festen Aufbau durch schichtenweises Feststampfen der Erdmassen (oder nur der Außentheile) mit schweren hölzernen Stößeln (Fig. 201^a unbeschlagen, Fig. 201^b beschlagen,

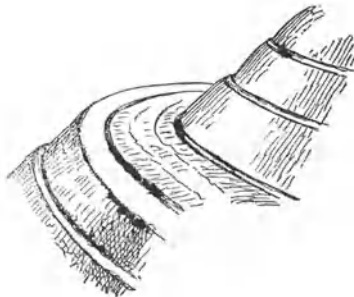
Fig. 201.



mit Handgriffen), in Verbindung mit äußerem Begießen oder Anschütten von lehmiger Erde, welche festgeschlagen wird (Fig. 201^c). Derartige Befestigungsmittel, unter guter Leitung ausgeführt, erhöhen die Baukosten etwas, vermindern aber das Setzen und entheben der Unterbrechung der Arbeiten. Versprechen sie keine genügende Sicherheit, so treten an ihre Stelle besondere Bauten zur Befestigung der Böschungen, welche weiter unten (in §§ 103 bis 108) erörtert werden.

Bei den Erdböschungen wie dort ist es geboten, die Böschungsflächen gemäß dem Straßenzug voll und ebenmäßig auszuformen, bald zu gestreckten, bald zu ein- und auswärts gekrümmten Wandungen mit geradlinigem Profil. Hohen Erdböschungen giebt man gegen Ausschwemmungen mit gutem Erfolg 0,3 bis 0,7^m breite Abfälle, s. g. Vermen, welche alle 3 bis 5^m das Profil unterbrechen und nach der Wegsteigung verlaufen (Fig. 202).

Fig. 202.

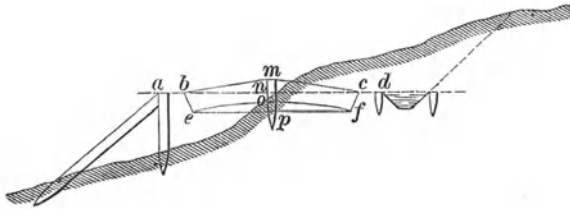


Ist die Abgrabung und Aufschüttung auf der Weghöhe angelangt, so beginnt als weitere wichtige Arbeit die Abwölbung für die Fahrbahn.

Jeder Weg soll in der Mitte so viel erhöht sein, daß über die beiden Ränder alle Niederschläge, bevor sie durch Stehenbleiben die Fahrbahn erweichen, leicht abziehen. In vielen Gebirgsgegenden pflegte man früher (und empfiehlt es zuweilen noch) den höchsten Punkt schmaler Wege nach Außen zu legen, indem man die ganze Fahrbahn mit ebener Fläche gegen Berg neigte. Damit sollte der Wasserabzug gegen die Innenseite bezweckt und das Fuhrwerk gegen Hinausgleiten über den Wegrand geschützt werden. Diese Bauart führt jedoch das Gewässer diagonal über die ganze Bahn und bewirkt bei stärkerem Gefäll eine konkave Ausflözung derselben. Gegen Ausgleiten über den Wegrand gibt es bessere Vorkehrungen und eine feste Fahrbahn läßt sich nur durch Abwölbung erhalten, auch bei schmalen Wegen.

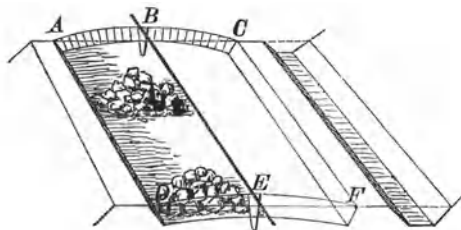
Bloßen Erdwegen gibt man die nöthige verstärkte Abwölbung sogleich beim Aufbau. Bei Wegbauten mit regelmäßiger Versteinung kann entweder sogleich mit der Erdarbeit die Abwölbung der Fahrbahn eingeleitet oder einstweilen der Wegoberfläche auf ganze Breite die ebene Form der Schablone gegeben werden, um die Abwölbung mit der Versteinung herzustellen. Der erstere Fall bietet den Vortheil, daß er doppelte Arbeit: Abflächung und Abwölbung, erspart. Man verfährt dann so (Fig. 203):

Fig. 203.



Dem Mittelpfahl wird ein zweiter mp mit so viel Erhöhung über die Randpfähle beigegeben, als die Wölbungshöhe betragen soll, $= mn$. Die Tiefe der Steinlage mo wird an ihm angezeichnet, beiderseits auf halbe Fahrbahnbreite von b und c (be und $cf = mo$) nach unten übertragen und der so für die Versteinung abgegrenzte Raum einstweilen offen gelassen, das Querprofil eof aber sogleich mit Erde abgewölbt.

Fig. 204.



Dadurch stellt sich anfänglich der Raum für die Fahrbahn, der s. g. Versteinungsraum oder das „Steinbett“, als eine niedere Vertiefung im Querprofil befe dar, in der Mitte um $0,10$ erhöht und beiderseits von dem Erdstreifen abe und dof in Höhe der künftigen Wegkante dammartig begrenzt.

Um diese Vertiefung und Abwölbung gleichmäßig durchzuführen, spannen die Arbeiter theils Schnüre von Pfahl zu Pfahl in der Längs- und Querrichtung (BE, AB und BC, Fig. 204), theils richten sie nach Erforderniß eine Anzahl Mittel- und Seitenpfähle mit den Visirkreuzen ein. Die bei den Erdarbeiten sich ergebenden Steine häufen sie vorläufig auf die rückwärtigen abgewölbten Strecken zu einer Seite des Versteinungsraumes auf.

Fünftes Kapitel.

Herstellung der Fahrbahn.

§ 97.

Ein dauerhaft-guter Fahrweg in ständigem Gebrauch ist ohne feste geebnete Fahrbahn undenkbar. Von der Beschaffenheit der Bahnfläche hängt die Festigkeit und Haltbarkeit der ersten Anlage, die Leichtigkeit der Instandhaltung ab. Es gehört dazu nach der Vollendung der Erdarbeiten unumgänglich ein s. g. Steinkörper, an welchem 3 Theile zu unterscheiden sind:

- a. die Randsteine (Wand- oder Bordsteine),
- b. der Grundbau oder das Gestück,
- c. die Ueberschotterung oder das Beschläge.

Die Herstellung der Fahrbahn hat zur wesentlichen Bedingung gute Auswahl und Zurichtung des nöthigen Gesteins, Genauigkeit und Sorgfalt der Arbeit, darauf gerichtet, daß das Fuhrwerk mit der geringsten Reibung und Erschütterung darüber hinweggeht und wenig Spuren hinterläßt, das Wasser die Bahndecke nicht angreift und letztere sich überhaupt nur langsam abnützt (in Schlamm und Staub verwandelt).

Ueber die Breite der Fahrbahn und das Verfahren, sie herzurichten, bestehen verschiedene Ansichten, welche zum Theil örtlichen Erfahrungen entspringen. Es entscheidet die Größe des Verkehrs, die übliche Belastung der Fuhrwerke, ihre Spurbreite und die Breite der Radfelgen; ferner die Beschaffenheit der Bahngrundlage, die Tauglichkeit der verfügbaren Gesteine und der Kostenpunkt. Die Umstände gebieten bald eine Ausdehnung der Bahn in Breite und Tiefe, bald gestatten sie ihre Beschränkung.

a. Die Randsteine.

§ 98.

Beide Seiten der Fahrbahn, längs der Fußbänke, pflegt man an vielen Orten mit Randsteinen d. h. eigens ausgesuchten etwa $0,2$ bis $0,4^m$ langen, $0,2^m$ breiten und halb so dicken rechteckig zugerichteten Bruchsteinen einzugrenzen, um der Steineinlage mehr Halt zu verleihen und sie zu einem festen Körper zusammenzuschließen. Die Randsteine erhalten, um eine feste Einrahmung zu bilden, glatte Stoszfugen und werden beiderseits in der

Richtung der Straßenachse nach der Schnur zusammengereiht, gleichmäßig bis zur Fahrbahnhöhe auf die Kante eingesetzt, wozu man zeitweise die Bisirkreuzen benützt, und gegen außen mit kleineren Steinen verkeilt, während nach innen das Gefstück mit größeren Steinen dicht angelegt wird. Zur Kostenersparniß werden auch nur roh- oder unbehauene Steine verwendet, wie sie beim Losbrechen sich ergeben. Zuweilen bildet man eine Verzahnung d. h. richtet einzelne Randsteine (a, b, c, d, Fig. 205^a) mit ihrer Länge

Fig. 205a.

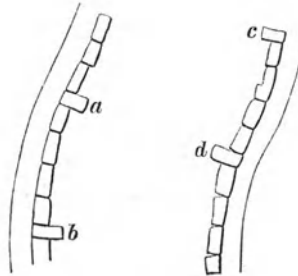


Fig. 205b.

quer in die Fahrbahn, damit sie in das Gefstück eingreifen, sich besser mit ihm vereinigen und die Wagenräder von den Fußbänken abweisen.

Die Randsteine sind eigentlich nur bei breiteren Wegen (5^m und mehr) richtig angebracht, weniger bei den nur 4—4,5^m breiten Waldwegen. Manche halten sie auch für ganz überflüssig und stellen nur gröberes festes Gefstück an die Randlinien der Fahrbahn, welches dann unter der Beschotterung verschwindet. (Wir haben sie bei vielen Bauten weggelassen und später nicht vermist.)

Genau nach der Steigung des Weges eingestellt, geben sie übrigens einen Anhalt für gleichmäßige Herstellung und Erhaltung der Fahrbahn und für die Höhe der Fußbänke, welche sogleich nach ihrer Einstellung vollendet werden können. Bei bergwärts offenen Straßenbiegungen mit kleinem Halbmesser legt man zweckmäßig die inneren Randsteine einige Zentimeter tiefer als die äußeren und gibt demgemäß der Fahrbahn einige Neigung gegen Innen, um ein Umstürzen der rasch bergab fahrenden Fuhrwerke zu verhüten.

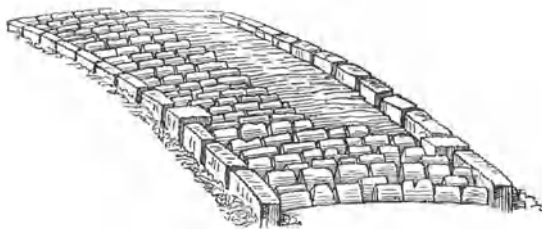
b. Der Grundbau.

§ 99.

Zwischen die Randsteine (bez. die grobe Einfassung des Steinbetts) wird das Gefstück oder der Grundbau eingesetzt: etwa 0,1 bis 0,2^m dicke Bruchsteine, welche dicht aneinander lothrecht oder der Steigung des Weges zugeneigt auf die Stirnseite gestellt werden, ihre (stumpfe) Spitze oder Kante nach oben gekehrt und, wenn von länglicher Form, quer über die Straßen-

achse und möglichst mit wechselnden Fugen. Nach gespannten Schnüren regelt sich ebenso ihr Aufstellen in der Zugs- und Gefällrichtung als nach der angebahnten Straßenwölbung. Am besten wird das Gesteck auf der einen Straßenseite mit den auf der anderen Seite liegenden Steinvorräthen fertig gelegt, bevor man auf die andere Seite übergeht, oder bei Steigungen unten begonnen, die je oberhalb liegenden Vorräthe verwendet und aufräumend gegen oben fortgefahren. Die fertigen Strecken werden dann mit Steinhämmern und Schlegeln nochmals überarbeitet, indem man die hervorragenden Spitzen abschlägt, kleine Vertiefungen und Lücken ausfüllt und durch Verteilen eine völlige Festigkeit und Verspannung erstrebt, so daß das Gesteck gleichsam eine Grundpflasterung (Stirnseite nach unten) vorstellt.

Fig. 206.



Der Zweck desselben ist, ähnlich einem Straßenpflaster, dem Druck der Wagenräder zu widerstehen, vermöge der Verspannung die Stöße auf größere Flächen zu übertragen und ebenso ein Nachgeben der Oberfläche gegen Verschiebungen als ein Eindringen in die lockere Erdunterlage zu verhindern. Zugleich soll der Grundbau einer Zerstörung der Wegbahn durch Ueberfluthung und Ausschwemmung entgegenwirken, einen Theil der eindringenden Niederschläge aufnehmen und weiterführen, also zur rascheren Abtrocknung der Fahrbahn beitragen. Doch zielt man darauf ab, die Fahrbahndecke selbst thunlichst wasserdicht werden zu lassen. Mit Recht wird empfohlen, die Fugen des Grundbaues völlig mit Kies, Steinsplittern oder sandiger Erde auszufüllen, selbst das ganze Gesteck in eine Lage Sand einzusetzen, wenn der Untergrund wegen starken Thon- oder Lehmingehalts nachgiebig sein sollte.

Ebenso kann es vortheilhaft für Grundbau und Beschotterung werden, den ersteren noch mit einer dünnen Lage bindiger Erde zu überstreuen, zu fatter Verbindung und gegen Auswaschen der ersten Bahndecke.

Die Auswahl des Gesteins braucht für den Grundbau weniger sorgfältig zu sein, obgleich die härteren Steine stets den Vorzug verdienen.

Die Stärke des Grundbaues richtet sich einerseits nach der Größe des Verkehrs und der Schwere der üblichen Fuhrwerke, andererseits nach der Härte des verfügbaren Gesteins und den Baumitteln, bewegt sich jedoch gewöhnlich nur zwischen 0,15 und 0,30^m.

c. Die Beschotterung.

§ 100.

Die Beschotterung oder das Beschläge (Decklage, Dolle) ist die oberste Lage kleingeschlagener Steine der härtesten Art, welche aufzutreiben

ist, oder von Kies, Geschieben oder f. g. Grus (der Verwitterung widerstandene Gesteinsreste von Berghalden). Sie wird als 8—12^m hohe Schichte über den Grundbau (und bezieh. seine Erddecke) bis zur Höhe der Randsteine aufgeschüttet, gemäß der Abwölbung der Fahrbahn ausgebreitet und nach Erforderniß durch Stampfen oder Walzen befestigt, so daß die Schottersteine unter sich und mit dem Gestiück sich recht innig zu Einer festen Masse verbinden und allmählig zu einer tragfähigen, dem Wasser und dem los-schiebenden Druck der Fuhrwerke widerstehenden Fahrbahndecke gestalten. Die Bahnmittle wird einige Zentimeter höher überschüttet als die beiden Ränder, weil das Fuhrwerk und Zugvieh doch durch Seitenschiebung die Bahn breiter drückt. Noch höher häuft man den Schotter in der Fahrbahnmittle, falls die Bahnwölbung auf ebener Erdunterlage durch das Gestiück und Beschläge allein gebildet wird.

Die Schottersteine sind durch Zerklopfen oder mittelst Werfens von Kies durch das Wurfgitter in so kleinen Würfeln zu gewinnen, daß die Radfelgen, anstatt sie zur Seite zu schieben, beim Darübergehen stets gleichzeitig mehrere treffen und noch fester gegen das Gestiück pressen, also mit ihrer Schwere zur Bildung der Bahndecke noch mitwirken.

Nach dem Härtegrad des Gesteins gibt man dem Schotter 2½ bis 5^m Würfelfante, je härter und scharfkantiger, um so kleiner (Basalt, Grauwacke, Porphyr — Granit, Syenit, Gneis — Kalk, Sandstein); weiche Steine und bindemittelarme taugen aber überhaupt nicht dazu. Der Schotter soll thunlichst gleich groß sein, da ungleiches Korn unebene holperige Fahrbahnen liefert und die Verbindung zu einer festen Decke erschwert.

Die geschilderte Scheidung des Bahnbaues nach Gestiück und Beschlag, wemgleich allgemeine Regel, erfährt doch mannigfache Abweichungen. Den Ansprüchen des täglichen Gebrauchs, auch für schwere Lastfuhrwerke, genügen zweifelsohne die Wege mit Grundbau am ehesten, ja der heutige Begriff der regelrechten soliden Anlage schließt eine solche Anforderung in sich. Wo jedoch den Verkehr vorwiegend leichteres Fuhrwerk vermittelt, wo die Baumittel beschränkt, gröbere Steine für den Grundbau schwer zu erlangen sind und ein von Natur fester Boden die Unterlage bildet, ersetzt man den Grundbau gerne durch eine einfache oder zusammengesetzte um so stärkere Decklage z. B. von Grubenkies oder Flußgerölle. Man bildet dann eine Unterlage von dem größten Gestein, deckt darüber eine zweite weniger grobe Lage und etwa noch eine dritte aus dem feinsten oder aus zerkleinertem Gestein. Bei ganz festem Untergrund werden diese Decklagen im Ganzen 20—30, bei lockerem 30—40^m stark aufgetragen. Man gibt derartigen Schotter- oder Kieswegen oft nicht einmal Randsteine. Aber um sie gehörig zu befestigen, läßt man sie schichtenweise feststampfen, sandigen Untergrund auch zuvor mit einer Lehmschichte bedecken, worauf der Kies aufliegt.

Eine bekannte Art dieser Schotterwege sind die f. Z. viel besprochenen macadamisirten Straßen, nach dem Schotten Macadam (englischem Ingenieur), welcher im Jahre 1820, an eine bekannte im Norden schon früher gebrauchte Methode sich anschließend, in England sehr gute Fahrstraßen aus lauter kleingeschlagenen Steinen herstellte, indem er 3—5^m dicke Gesteinslagen auftragen ließ, welche nach oben allmählig in der Größe des Kornes abnahmen und so die Zwischenräume der eigenen Unterlage fest und dicht ausfüllten.

- Andere Abänderungen im Baue der Fahrbahn können darin bestehen,
- a. daß man, wenn es an hartem Gestein an Ort und Stelle fehlt, das vorhandene weiche zum Grundbau ausgiebig verwendet, mit bindiger Erde etwas überdeckt und dann eine mäßige Schotterlage aus beigeführtem Gestein aufträgt oder
 - b. den Grundbau aus weichem grobem Gestein mit reichlicher Lage von bindigem Boden überführt und stärker abwölbt.

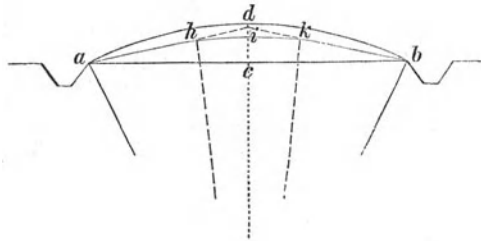
Ueber die erforderliche Dicke des Steinbodens wechselten örtlich und zeitlich die Ansichten sehr namhaft. Unter 0,6 bis 1,0^m Tiefe von Gestein und Schotter glaubte man nicht ausreichen zu können, ging sogar früher noch weiter. Noch Anfangs dieses Jahrhunderts war eine Tiefe von 0,45 bis 0,50^m bei den französischen Ingenieuren Regel, welche bekanntlich durch ausgezeichneten Straßenbau berühmt waren. In neuerer Zeit ermäßigte man diese Zahlen auf 0,3 bis 0,4^m und im Waldwegbau hat die Erfahrung das Genügen dieser Zahlenätze außer Zweifel gestellt. Das niedrigste Maaß für festen steinigen Boden dürfte 0,2^m sein. Aber gute Wasserableitung und sorgfältige Zustandhaltung vom ersten Gebrauch ab darf nicht fehlen!

d. Formung und Befestigung der Bahndecke.

§. 101.

Kein Fahrweg soll ein flaches Querprofil haben, sondern von der Mitte nach beiden Rändern neigen, damit die Niederschläge rasch ablaufen. Die Form des Querschnitts nimmt man am häufigsten als Kreissegment an, dessen Pfeil = cd (Fig. 207), wenn die Fahrbahn $ab = b$,

Fig. 207.



bei Erdwegen am größten ($= \frac{1}{20} b$), bei Straßenpflaster am kleinsten ($= \frac{1}{60} b$) gewählt wird.

Für ein bestimmtes Verhältniß von cd zu ab wäre auch der Halbmesser, mit welchem das Profil adb beschrieben wird, einfach zu ermitteln; es sei nämlich

$$cd = \frac{b}{n} \text{ und der Halbmesser} = r,$$

so ergibt sich, aus Ansatz

$$r^2 = \left(\frac{b}{2}\right)^2 + \left(r - \frac{b}{n}\right)^2,$$

$$r = \frac{b}{8} \left(n + \frac{4}{n}\right)$$

Dieser Rechnung bedarf es jedoch selten. Schon seit längerer Zeit äußern sich die angeseheneren Straßenbau-Techniker dahin, daß die Abdachung nach beiden Straßenseiten den Wasserabfluß besser fördere als die Abwölbung d. h. ein Querschnitt in der Form eines stumpfen Winkels aib , dessen Spitze i jedoch durch einen flachen Bogen hk etwa auf $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{8}$ der Wegbreite abgesehritten ist. Für den Waldwegbau mit seinen geringen Fahrbahnbreiten ist dieser Unterschied ziemlich belanglos, wenn man erwägt, daß eine dachförmige Aufschichtung des Steinbaues durch den Druck der schwerbelasteten Fuhrwerke bald zu einer flachen Abwölbung hk in der Mitte der Fahrbahn wird.

Das Maafß der Bahnhöhe ci richtet sich auch bei den Waldwegen nach der üblichen Belastung der Fuhrwerke, nach den Standortverhältnissen und insbesondere der Beschaffenheit des Erdkörpers, Grundbaues und der Güte des verwendeten Schotter. Schwere Belastungen, stärkere Abnutzung und geringere Festigkeit des Bahnkörpers und seiner Decklage bedingen stärkere Wölbung, daher bei sandigen Erdwegen ein volles $\frac{1}{20}$, bei Ueberflüchtungen mit weichem Gestein $\frac{1}{25}$ bis $\frac{1}{30}$, bei solid gebauter Fahrbahn bis $\frac{1}{40}$.

Bei Wegen älteren Datums begegnet man zuweilen der umgekehrten Form des Querschnitts, von beiden Rändern gegen eine in der Wegmitte fortlaufende Pflasterrinne geneigt, welche das Wasser aufnehmen und fortführen soll. Es leuchtet ein, daß durch Ueberlauf bei heftigen Regengüssen und Zuschwemmen mit Erde, Laub und Reisig die Bahn häufig leidet und starke Eisplatten im Winter das Fahren hier sehr gefährlich machen.

Nebst der Fahrbahn erhalten auch die beiderseitigen Fußbänke eine schwache Neigung gegen den Wegrand, um das Wasser ablaufen zu lassen. Will man die Fußbank thalwärts erhöht ausführen, so muß sie eine Rinne von der Fahrbahn trennen und der Wasserablauf von Strecke zu Strecke durch kleine Durchlässe in der Fußbank vermittelt werden. —

Die erste Anlage der Fahrbahnen mit ihrer lockeren Schotterdecke läßt einen namhaften Nachtheil beim anfänglichen Gebrauch nicht vermeiden, wenn nicht Vorkehrungen zur Befestigung der Bahn getroffen werden: die rauhe nachgiebige Oberfläche macht das Fahren beschwerlich, unangenehm, bei spitzem scharfem Schotter (am meisten bei gutem hartem Gestein) für die Zugthiere empfindlich, indem sich kleine Schottersteine leicht zwischen die Hufe einkleiten, und erfordert vermehrte Zugkraft, denn während auf guter Steinbahn (wenn die Gesamtlast von Wagen und Belastung = S) eine Zugkraft K von $0,03 S$ nöthig, ist erfahrungsmäßig auf freischem Schotter $K = 0,10 S$ d. h. mehr als das Dreifache!

Man pflegt daher entweder

1. die Steinbahn mit schweren Holzschleifen oder s. g. Rammen festzustampfen, was jedoch für größere Strecken sehr theuer, oder
2. besonders dazu konstruirte Walzen, gußeiserne hohle Cylinder (welche geöffnet und gefüllt werden können) mit Zugvieh zu bespannen und wiederholt darüber zu führen.

Das Festwalzen sollte bei ausgedehnten Bauten überall zur Anwendung kommen, denn das Dichtmachen der Steinbahn ist eine Vorsehrparniß an den Kosten der Wegpflege. Die Befestigung durch den Druck der Wagenräder ist eine Plage der Zugthiere, ein Schaden am

Fuhrwerk, eine langsame, unvollkommene Arbeit und eine frühzeitige, nutzlose Abnutzung des Steinbeschlāgs.

Das Walzen bezweckt eine feste Verteilung des frischen eckigen Schotter zur innigen widerstandsfähigen Deckbildung. Der Steinkörper, wenn gestampft oder festgewalzt, enthält immerhin 50 – 60 (bis 80) % feste Masse, die lockere Steineinlage nur 35 bis 45 %; es ist daraus erklärlich, warum eine neue Schotterbahn, wenn ungewalzt, den Aufwand an Zugkraft so sehr steigert.

Schon hölzerne Walzen, schwer eisenbeschlagen, mit durchziehender eiserner Achse, an welcher eine Einspann-Vorrichtung zur Fortbewegung auch in entgegengesetzter Richtung angebracht ist, thun gute Dienste, nützen sich jedoch rasch ab. Steinerne Walzen werden mit der Zeit ungleich und stoßen dann. Am besten für unsere einfacheren Zwecke wären hohle gußeiserne Walzen, welche man nach Bedürfnis mit Sand oder Steinen füllt. Die erste Anschaffung trägt sich bald aus und könnte recht wohl gemeinsam für mehrere Baubezirke stattfinden.

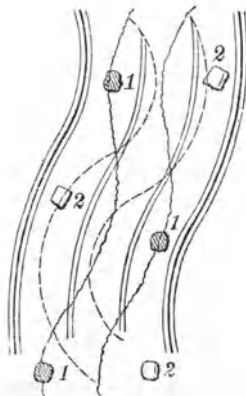
Man beginnt dann mit der leeren Walze, steigert beim Wiedergang die Belastung und wiederholt das Walzen einer gewissen Strecke, bis die Festigkeit befriedigt. Man läßt die Zugthiere im natürlichen Schritt gehen und gibt soviel Bespannung, daß keine Aufwühlung der Bahn durch Zuganstrengung eintritt.

Während oder nach dem Walzen sind noch einzelne Ungleichheiten der Bahn durch Verebnen und Nachfüllen mit kleinem Schotter zu beseitigen.

Wo keine Walzen aufzutreiben sind, kann die innige Verbindung des Schotter durch leichtes Ueberstreuen mit etwas bindiger Erde gefördert werden. Dann muß jedoch der Fahrweg noch über einige Regenzeit oder über Winter unbefahren bleiben.

Eines anderen Verfahrens zur gleichmäßigen Befestigung der Fahrbahn sei ebenfalls noch gedacht, nämlich des Verlegens der Geleise mit schweren Steinen (Fig. 208), indem man z. B. die Steine 1, 1, 1 legt,

Fig. 208.



um die Fuhrleute zum Ausweichen und Wiedereinfahren der ersten Wagen-
spuren zu nöthigen, und dann die Steine nach 2, 2, 2 versetzt, um auch

die zweite Spur zu verfahren. Bedenkt man die Placerei und Gefahr, welche für die Fuhrleute hiemit verbunden, und die Unmöglichkeit der Durchführung in Kurven, welche ohnedieß mit kleinem Halbmesser angelegt sind, so bedarf es keines weiteren Urtheils über eine so kümmerliche Maßregel.

Fleißige Wegpflege im Einziehen der Geleise und Nachlegen von Schotter, Beschotterung bei regnerischer Witterung oder Eröffnung neuer Strecken im Spätjahr, damit über Winter die Bahn sich setzt und eingefahren wird, dürften doch erfolgreichere Maßregeln sein!

Sechstes Kapitel.

Auswahl und Zurichtung der Baustoffe.

§ 102.

Unter allen Baustoffen treten für den Waldwegbau die Gesteine weit in den Vordergrund:

A. als Bausteine für Mauerung und Pflasterung,

B. zur Herstellung der Bahnbahnen.

Weiterhin kämen noch von mineralischen Stoffen jene in Betracht, welche für einzelne Bauheile zur unmittelbaren Verwendung verarbeitet von Außen bezogen werden:

C. Backsteine, Cemente und Kalk,

D. das Schmiedeeisen.

Unentbehrlich endlich, obgleich in der Verwendung mehr und mehr zurückstehend, ist

E. das Holz, über dessen Auswahl, Gebrauch und Zurichtung der Forstwirth indessen hier keine Besprechung erwarten wird.

A. Zu Mauer- (und Rand-) Steinen sind die geschichteten Gesteine die besten, soweit sie hinlängliche Festigkeit mit Leichtigkeit der Bearbeitung vereinigen. Nur die leichtverwitternden sind sorglich zu vermeiden! Den Vorzug haben die Sandsteine, Thon- und Glimmerschiefer und die festeren Kalksteine. Geeignet sind Gneis, sowie Granit, Syenit, Basalt 2c. Gänzlicher Mangel einer Gegend an tauglichem Gestein aufgelegt die ernstliche Erwägung eines Ersatzes durch andere Bauarten und Baustoffe und thunlichste Beschränkung der Steinbauten. Ersatz bieten in vielen Fällen Backsteine und Cemente, Erde und Rasen, sowie Holz und Eisen (mit der Aenderung der Bauart). Nicht immer genügen jedoch diese Stoffe für unsere Bauzwecke; wenn nicht, so darf am Bezug guter Bausteine selbst aus größerer Ferne kein Anstand genommen werden.

B. Gestück und Beschläg der Bahnbahnen soll möglichst aus Gesteinsarten von hinreichender Festigkeit, Härte und Dauerhaftigkeit bestehen, damit sie den mechanischen Angriffen und der Verwitterung widerstehen, zur Tragfähigkeit nur mäßige Aufschichtung bedingen, die Rässe nur wenig annehmen und eine glatte feste Bahndecke geben.

Diesen Ansprüchen steht die Höhe der Beifuhrkosten oft hindernd entgegen. Beim Erdkörper selbst ist es geboten, wenn die Bodenmassen des Abtrags (Klugsand, Moor, Letten) ganz untauglich, in der Nähe geeignete billige Ersatzmittel aufzusuchen. Sogar zum Holz muß in walddreicher Gegend mit niedrigen

Preisen gegriffen werden, indem man Knüppel-, Faszinentwege und dergleichen Bauten herstellt.

Weibringliche mineralische Stoffe müssen jedoch herangezogen werden. Für den Wegkörper bedarf es vor ihrer Anschüttung nur der Verläufigung, daß sie Haltbarkeit versprechen. Eine besondere Auswahl und Zubereitung dagegen muß für die Gesteine der Fahrbahn, der Mauerwerke und Pflasterungen eintreten.

Wenn aus der Abtragsmasse durch Sprengen und Losbrechen sich gute Steine in ausgiebiger Menge ergeben, wird durch verständige Auswahl allen Anforderungen genügt. Wenn nicht, werden nahe Steinbrüche in Anspruch genommen oder eröffnet. In beiden Fällen sind vom ganzen Gestein die Bruchstücke und die am schwersten bearbeitbaren Theile für den Bahnkörper meistens in Menge übrig.

Zu Gerüst und Beschlag läßt sich weiterhin das Gerölle von Kollsteinwänden, das Trümmergestein von Schutthalden, das aufgehäufte Gestein von Rodungen, ferner Grubentiez und das Geschiebe aus Fluß- und Bachbetten verwenden.

Gerölle bedarf meist der Sortirung durch das Wurfgitter und wenn nur grober Kies („Wacken“) vorhanden, der theilweisen Zerkleinerung für den Schotterbedarf. Man sortirt und richtet das Gestein dann so, daß das größere zum Grundbau zuerst zur Hand und nach seinem Verbauen der Rest zur Decklage vollends zerkleinert wird — oder man ermittelt vorher den Bedarf getrennt und richtet für beides die Vorräthe besonders.

Die Zurichtung soll vor dem Einlegen in die Fahrbahn geschehen, namentlich darf der Schotter nicht behufs Bildung der Decklage auf dem Grundbau selbst zerkleinert werden, sonst entstehen Ungleichheiten in der Größe des Schotters und Unebenheiten. Man läßt die groben Steine zuerst mit großen Steinschlägeln zerlegen, dann mit Hämmern auf einem größeren Stein (dem Ambos) klopfen, vor welchem der Steinklopfer sitzt, bei sprödem hartem Gestein durch Drahtmaske (oder Brille mit Fensterglas) gegen fliegende Splitter geschützt. Zum völligen Zerkleinern hält er die zu klopfenden Stücke innerhalb eines Metallringes mit Griff und schiebt den fertigen Schotter über den Ambos hinunter. Das Klopfen „auf dem Haufen“ fördert nicht und gibt viel Staub und Splitter.

Der Schotter soll möglichst rein und gleich groß, körnig und würfelförmig sein. Zur Prüfung, daß er die vorgeschriebene Stärke habe, dienen Metallringe von entsprechendem Durchmesser, durch welche die Steine durchfallen müssen.

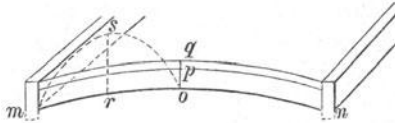
Die Aufnahme von Schottersteinlieferungen erfolgt in hohen festen Holzrahmen (Kästen ohne Boden) mit Handgriffen; sie werden, wenn gefüllt, in die Höhe gehoben und lassen das gemessene Quantum auf dem Straßenboden sitzen, welches sodann zur Sicherung gegen Betrug mit Kaltwasser bespritzt wird.

Im Durchschnitt läßt sich annehmen, daß $1^{k/m}$ aufgesetzter Bruchsteine 0,55 bis 0,65 k/m feste Masse enthält (je nach Aufsetzen und Form der Steine), $1^{k/m}$ Schottersteine dagegen 0,15 — 0,20 k/m weniger; somit reichen, dem Rauminhalt nach, die Bruchsteine für den gleichen Rauminhalt Gerüst und Beschlag aus, so lange kein Anwalzen der fertigen Steinbahn Regel ist. Andernfalls sind, da die Steinbahn sich mehr oder weniger zu-

sammenpreßt, zu $1^{k/m}$ gewalzten Bahnkörpers (mit 75—85% Festgehalt) 1,2 bis $1,4^{k/m}$ Bruchsteine zu rechnen.

Den Bedarf für Grundbau und Schotter überschlägt man am einfachsten so: die Randsteine werden dem Gestück zugerechnet, weil meistens aus ihm ausgewählt. Im Querschnitt senkrecht zur Straßenachse sei $m n = b$ (Fahr-

Fig. 209



bahnbreite),

$o q = h$ (Höhe des ganzen Steinkörpers),

$h = h' + h''$ (Höhe des Gestücks und Schotters),

$l =$ Länge der Bahn, so ist

$b \cdot h \cdot l = b \cdot l \cdot (h' + h'') = J$ (Inhalt des Steinkörpers, innerhalb dessen Gestück und Beschläg im Prozentverhältnis zu einander festgestellt wird);

z. B. für 1000^m Weglänge, 4^m Bahnbreite, $0,2^m$ Schichthöhe des Gestücks und $0,1^m$ des Beschlägs ist das Erforderniß, da der Kubikinhalt des ganzen Steinbettes $= 1200^{k/m}$, wovon $800^{k/m}$ Gestück, $400^{k/m}$ Beschläg,

für das Gestück (weil grob einzusetzen) $= 800^{k/m}$ Bruchsteine,

für das Beschläg (weil Anwalzen in Absicht) $400 \times 1,2 = 480^{k/m}$ Bruchsteine,

dennach ganzer Bedarf $= 1280^{k/m}$ oder $1,28^{k/m}$ pro lauf. Meter, wovon 63% zu Gestück, 37% zum Beschläg.

Im Allgemeinen ist das zähe, feste und quarzreiche Gestein mit einigen Bindemitteln das beste, sofern es für Mauerwerk sich gut fügen und lagerhaft zurichten läßt, in der Steinbahn kittet und verhärtet, ohne sich bei Kälte zu ballen und auf die Räder aufzuwickeln. Zur Verwitterung geneigtes Gestein taugt auch für Bahnen wenig. Bei der Wahl zwischen gleichguten Gesteinsarten ist die leichter verarbeitbare vorzuziehen.

a. Zum Grundbau brauchen die Steine weniger hart als widerstandsfähig gegen Frost und Feuchtigkeit zu sein, weil das Fuhrwerk ihn nicht direkt trifft — also alle Urgebirgsgesteine, Kalksteine, Grauwacke und quarzreiche feste Sandsteine. Untauglich sind die meisten Thon-, Mergel- und Gypsgesteine, weiche Sandsteine u. s. w. Es hat kein Bedenken, zum Grundbau verschiedenartige Gesteine zugleich zu verwenden.

b. Zur Decklage sind die zähesten, härtesten Gesteine erforderlich, möglichst von ein und derselben Art, gemischt nur, wenn in Dauerhaftigkeit und Festigkeit gleich.

Zu den besten gehören die vulkanischen Gesteine: Basalt, Klingstein, Dolerit zc. (sie machen jedoch die Straße dunkel); Flußkiese und zer kleinerte Wackeln (ihr Verhalten wechselt nach ihrem Herkommen); harte Kalksteine (machen sehr helle, aber bald staubige, bald kothige Straßen); Syenite, feldspatharme Porphyre, Gneise, Granite und sonstige Quarzgesteine (liefern, wenn sehr quarzreich, feste aber den Radreifen und Hufeisen zusehende Bahnen). Am wenigsten taugen hier die Sandsteine

und wäre häufig eine Ueberführung des Grundbaues mit lehmhaltiger Erde vorzuziehen.

Auch Schlacken sind zuweilen im Gebrauch. Die glasigen thun aber der Fußbekleidung und den Hufen des Zugviehes wehe, zermalmen sich bald und verbinden sich wenig; eher sind die s. g. Hammer- oder Hammer- und Hammer- Schlacken zur Decklage verwendbar. Zum Grundbau sind beide tauglich, weil die Bahnen über ihnen rasch abtrocknen.

Wegen der Schattenseiten, deren eigentlich jede Gesteinsart bietet, tauchte der Vorschlag auf, die Gesteine zu mischen. Andere ziehen vor, die verschiedenen Sorten getrennt zu verwenden oder etwa Beschlag aus sehr hartem Gestein mit einer dünnen Schichte weicherer bindigerer Sorte zu belegen. Dieser letztere Vorschlag hat Manches für sich — Mischungen überhaupt werden aber bei Waldwegen meist zu umständlich und theuer.

Eine gute natürliche Mischung bietet indessen jener Fluß- und Grubenkies, welcher durch Fortbewegung im Wasser aus mehreren Formationen zusammengeschoben ist wie z. B. der Rheinkies, ein vorzügliches Straßengestein schon wegen der leichten Sortirung im Wurfgritter.

Siebentes Kapitel.

Befestigung der Böschungen.

§ 103.

An jedem Fahrweg auf geneigtem und unebenem Gelände ergibt sich eine Einschnitts- und eine Dammböschung, am Berghang als innere und äußere Böschung unterschieden.

Zu ersterer hebt man die Massen nur soweit ab, daß die Erd- oder Felswände in ständiger Ruhe bleiben und bei der anderen, daß sie bald in Ruhe kommen, sorgt also bei beiden für das nöthige Gleichgewicht. Ein solches wird der schiefen Ebene erst bei so kleinem Böschungswinkel verliehen, daß beim darauf ruhenden Körper Reibungswiderstand und bewegende Kraft sich gleich bleiben. (Siehe Band I, § 73, Seite 254.)

Beim Aufbau von Böschungen außer der Grenze des natürlichen Böschungsverhältnisses muß daher die Erdböschung künstlich verstärkt und Vorkehr gegen Störung des Gleichgewichts getroffen werden.

Man befestigt die Böschungen gegen Abrutschen und Abschwenmen entweder nur an ihrem Fuß oder auf ihrer ganzen Fläche

1. durch Ansaat mit Grassamen (vermischt mit etwas Kleesamen und Hafer), wenn der Boden nicht zu schollig, steinig oder roh (magere Böden mit genügsamen Futterkräutern und Gräsern);
2. durch Verasung und zwar
 - a. mit wagerechtem streifenweisem Einschieben in kurzen Abständen (etwa 0,3 bis 0,7^m),
 - b. mit streifenweisem plattem Auflegen und Festnageln durch kleine Pflöcke, wagrecht oder diagonal (kreuzweise),
 - c. mit schachbrettartigem Belegen und gleichzeitigem Festnageln, wenn die Böschung etwas steiler,
 - d. mit Belegen der ganzen Böschungsfläche, wenn rasche völlige Verasung nöthig und hinlänglich Rasen vorrätzig,

- e. mit Aufschichtung der Böschung aus lauter Rasenstücken (eigentliche Rasenböschung), geschichtetem Mauerwerk ähnlich, wenn niedere Böschungen sehr steil aufzubauen sind und Rasen im Ueberfluß vorhanden.

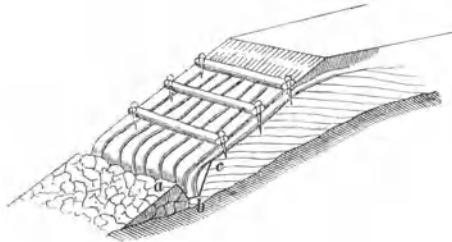
Steilere als $\frac{1}{2}$ füßige Böschungen werden selbst durch eine starke Schichtung mit breiten und dicken Rasenstücken nicht auf die Dauer befestigt; dagegen widerstehen angewachsene 1füßige Rasenböschungen selbst fließendem Wasser (wenn nicht reißend und wühlend) vollkommen.

Ergibt sich Rasen nicht bereits bei der Abräumung der Bauflächen, so wird er von nahen Waldwiesen, Waiden, Rainen, älteren Böschungen oder sonstwie zu gewinnen und in geeigneten Plaggen oder Streifen auszustechen gesucht. Es empfiehlt sich, ihn mit Feinerde zu hinterfüllen, während des Böschungsbaues sogleich mit einzusetzen, mit Bretstücken oder dergleichen festzuschlagen und je nach der Witterung zu benetzen.

Die Böschungen lassen sich ferner

3. durch Bepflanzen befestigen, wozu in erster Linie die Akazie, dann Hainbuche, Hasel, Weißdorn, Hartriegel und ähnliches Strauchwerk, Weide (Einlegen als Stecklinge) und Weiserle, im Gebirge Fichte und Tanne dienlich ist — entweder zaunartig oder in regelmäßigem Verband, in letzterem Fall in engerem (bis höchstens 1^m); keinerlei Pflanzung darf jedoch hochstämmig werden.
4. Durch f. g. Verahwehrung, nämlich Einlegen von frischen schlanken Weidenruthen mit dem dicken Ende in einen am Böschungsfuße vorgerichteten etwa 0,3^m tiefen Graben abc (Fig. 210), festes

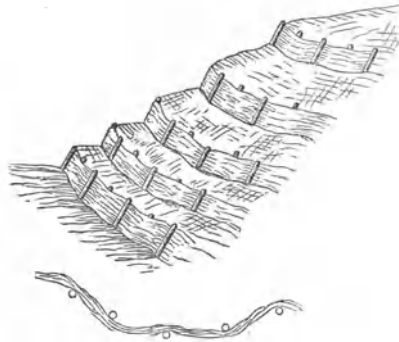
Fig. 210.



Einstampfen derselben, Aufbiegen über die Böschungfläche und Festhalten mit quergelegten, zusammengedrehten, dünnen Weidenbündeln (f. g. Würsten), welche mit $\frac{3}{4}$ ^m langen Pfählen festgenagelt werden, worauf der Böschungsfuß mit einem Gürtel aufgehäuften groben Gesteins aus Gestein oder Wacken belegt oder abgeplastert wird (aus diesen Rauhmehren erwächst durch Ausschlagen des Gehölzes, wenn der Boden frisch und nur wenig bindig, rasch eine starke schützende Bekleidung).

5. Durch Terrassenbau mit Flechtwerk und zwar entweder so, daß (Fig. 210^a)
 - a. etwas der Böschung zugeneigt starke, zugespitzte Pfähle in kurzen Abständen (0,3 bis 0,5^m) längs des Böschungsfußes in den Boden eingetrieben und zwischen sie lange Ruthen von Weiden, Dornen, Haseln oder dergleichen dicht und fest eingeflochten werden, worauf

Fig. 210a.



dahinter eine niedere Erdböschung aufgeschüttet, auf ihr ein zweites gleiches Flechtwerk aufgesetzt wird und dieser Wechsel mit steigenden Abständen sich bis zur Dammkrone wiederholt; — oder
 b. es wird (Fig. 210^b) in den Böschungsfuß eine Lage Faschinen, die

Fig. 210b.

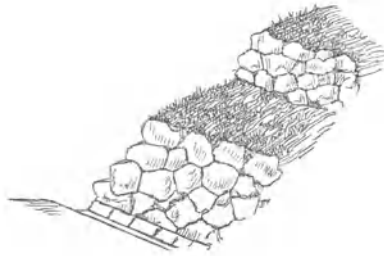


Enden gegen das Innere der Böschung gerichtet, dicht zusammengeleitet, durch lange Weiden, welche hereingesteckt, gebogen, um eingeschlagene Pfähle geschlungen und durch Antreiben der Pfahlköpfe gespannt werden, befestigt und hintergeschüttet, worauf weitere Lagen, je um 0,2 bis 0,5^m treppen- oder absatzweise nach innen gerückt, folgen.

Die erstere Art mit Zaunflechten erfordert weniger Gehölz und mehr Erde, gibt aber weniger Halt, selbst wenn das Geflechte ausschlägt oder bis zum Abdürren die Erdböschung sich begrünt. Die letztere Art ist vorzüglich für Tieflagen oder für beweglichen Boden geeignet, welcher keine massive Bauten trägt.

6. Die Abpflasterung der Böschungen (Steinböschung), solider und dauerhafter als alle vorhergehenden Befestigungsarten, ist überall

Fig. 211.



zu empfehlen, wo Gestein in hinreichender Auswahl vorhanden und ein Bewachsen der Böschungen nicht erwünscht oder entbehrlich ist.

Die Abpflasterung erlaubt etwas steileren Böschungsbau, um so steiler, in je größeren Stücken das Gestein zu bekommen ist, mit der Voraussetzung jedoch, daß jegliches Böschungspflaster zugleich und so stärker mit Gestein und durchlassender (nicht wasserfangender) Erde hinterfüllt wird, als Höhe und Ort der Aufdämmung schiebenden Druck befürchten läßt. Die Steinböschung gewährt volle Festigkeit höchstens noch, wenn sie $\frac{1}{2}$ füßig angelegt wird und die Steine wenigstens 0,3 bis 0,5^m hineingreifen. Mit flacherem Anzug wird sie widerstandsfähiger, aber für hohe Böschungen zu theuer, daher dann ihre Anwendung meist auf den Böschungsfuß beschränkt bleibt.

Gegenüber den Stützmauern brauchen die Steine des Böschungspflasters weder auf Schichtflächen noch auf rechteckige Form mit gleichen Stoffugen zugerichtet zu werden. Man gibt ihnen vielmehr eine unregelmäßige vieleckige Form der Stirnfläche und richtet die Seiten nur soweit zu, als das ineinanderfügen durchaus erheischt. Dagegen muß jedes Pflaster, dessen einzelne Steine nicht durch eigene Schwere gegen Verschiebung gesichert sind, auf das Sorgfältigste hinterfüllt und durch Hand- oder Stoßrammen festgestampft werden.

Bei jeglichen Arten der Befestigung läßt man dem Böschungsfuß die aufmerksamste Behandlung angedeihen, namentlich wo er gegen Angriffe des Wassers sicher zu stellen ist.

Ansammlungen der Niederschläge, welche an den Böschungen herabrinnein, fängt man in befestigten und gepflasterten Gräben auf und führt sie den nächsten Rinnsalen zu. Bringt der Abhang, vor welchen eine Böschung gelegt wird, in einzelnen Schichten oder Gängen selbst Wasser, so werden an den betreffenden Orten Sickerkanäle, welche nach außen in einen Graben einmünden, in die Böschung eingelegt oder, wenn an Steinen kein Mangel, die ganzen betreffenden Strecken des Böschungsfußes aus Stein vor-schüttung hergestellt und erst hierauf die Abpflasterungen oder lebendigen Befestigungen angebracht.

Längs den Bächen enger Gebirgsthäler müssen alle Böschungsstrecken, welche das Wasser ständig bespült oder auch nur das Hochwasser erreicht, entweder durch ein schmales Vorland gedeckt und befestigt oder durch massive Pflasterung und möglichst flache Neigung gegen Unterpülen und Abschwemmen gesichert werden. Bei starkem Bachgefäll müssen die am meisten ausgesetzten Strecken außerdem durch Untermauerungen und Abpflasterungen, welche in Wassermörtel verjetzt sind, verwahrt werden oder es treten an ihre Stelle wegen der Thälenge massive Futtermauern.

Achstes Kapitel.

Mauerbau und Pflasterung.

§ 104.

Bautheile, welche einen starken und dauernden oder häufigen Angriff durch Fuhrwerke oder Gewässer, außerdem einen Druck der Hinterfüllung oder darauf zu setzender Bauten zu erfahren haben, erhalten am besten ein festgefügtes Profil aus Steinlagen,

- a. in Form der Pflasterung, wenn die Angriffe vorzugsweise oder allein und direkt die Außenfläche treffen,
- b. in Form von Mauerwerk, wenn gleichzeitig dem schiebenden Druck der dahinter liegenden Erdmassen oder der Aufbauten entgegen zu wirken ist.

Pflasterungen werden in sehr verschiedener Flächenerstreckung auf Straßenbahnen (Auf- und Ueberfahrten), an Böschungen, Grabensohlen und -Wänden, sowie an den Sohlen zu überbauender Wasserläufe angebracht.

Mauerungen dienen theils zur Befestigung von Böschungen bei mangelndem Raume, theils als wesentliche Grundlagen von Dohlen, Brücken und Stegen oder unserer wenigen Hochbauten.

Beides ist entweder nur Steinbau — s. g. Trockenwerk, oder Steinbau mit Speis als künstlichem Bindemittel — Speiswerk.

a. Die Pflasterung.

§ 105.

Die theure Anlage guter Pflasterbahnen läßt von ihrer ausgedehnten Anwendung im Walde absehen und die Pflasterung in der Weise, wie sie in den Wohnorten üblich, auf einzelne Wegflächen beschränken, deren Sicherung vor Angriffen zur Erhaltung der Bauten dient. Dann muß auch wirklich das Pflaster widerstandsfähig in Bezug auf

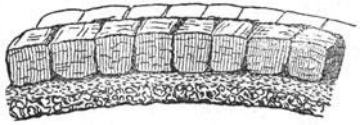
- α. seine Unterlage,
- β. sein Material und
- γ. sein eigenes Gefüge

sein.

- α. Damit das Pflaster sich gleichmäßig, aber wenig setze, wird die Unterlage in Form des Pflasterprofils verebnet und mit einer wasserdurchlassenden tragfähigen Schichte von weichem Schotter, Kies oder Sand etwa 0,2^m hoch überdeckt. Ist die Unterlage nachgiebig z. B. durch Aufschüttung entstanden, so muß die Einbettung des Pflasters eine sorgfältigere sein, etwa eine Schotter- oder Kieslage von 0,15 bis 0,20^m und darüber eine Sandschichte von ungefähr gleicher Tiefe, beides wo möglich festgerammt oder angewalzt (bei Mangel an Sand 0,3^m weicher Schotter und eine dünnere Sandschichte).
- β. Gutes Gestein zu Pflasterungen geben alle harten quarzreichen Sandsteine, feste Kalksteine, Grünsteine, feinkörnige, quarzreiche Porphyre und Granite, Kiefelschiefer, Basalte. (Die letzteren nutzen sich am langsamsten ab, machen aber sehr glatte schlüpfrige Bahnen!) Mischungen von mehreren Gesteinsarten keine, weil die ungleiche

Abnutzung bald große Unebenheiten herbeiführt. Wegen der großen Kosten begnügt man sich häufig mit Flußgeschleiben oder Bruchsteinen. Man richtet die einzelnen Steine am besten würfelförmig zu oder parallel-epipedisch, schwach keilförmig nur für gewölbte Bahnen, weil sonst die Steine durch den Stoß der Räder sich ungleich senken und nicht genug Verspannung erhalten. Sie sollen eine möglichst ebene Kopffläche, nicht über 4, nicht unter 2 ^{dm} , eine Höhe von 0,14 bis 0,18^m und möglichst ebene Seitenflächen bekommen, damit sie in innigstem Schluß einen gleichmäßigen Druck auf die Unterlage üben. Bei schieferiger Struktur richtet und versetzt man die Pflastersteine so, daß die Schichtung nicht senkrecht zur Bahn steht, sondern parallel mit ihr läuft (Fig. 212^a). Am besten werden die Steine

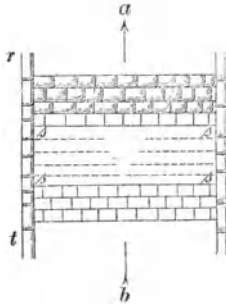
Fig. 212a.



in Bezug auf Form und Größe (Grundfläche und Höhe) möglichst gleich gemacht, damit sie ebenso beim nachherigen Feststrammen wie durch den Druck der Räder und den Tritt der Zugthiere nicht ungleich in die Einbettung sinken.

γ. Während eine Steinböschung in beliebigen Vielecken sich in einander fügt, wird das eigentliche Pflaster reihen- oder schichtenweise zwischen 2 Reihen Bordsteine (rt) gesetzt und zwar entweder so, daß die Stoßfugen ss winkelrecht zur Straßenachse ab stehen (Fig.

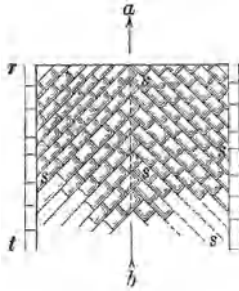
Fig. 212b.



212^b) oder so, daß sie einen Winkel von 45° mit der Achse ab bilden und in der Mitte sich kreuzen (Fig. 212^c).

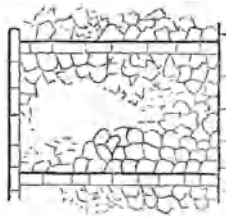
Im ersten Falle müssen die Steine je einer Schichte oder Reihe, im zweiten Falle in je zwei sich treffenden Schichten gleiche Breite erhalten; in beiden Fällen aber sollen keine Quersfugen durch mehrere Schichten durchziehen und alle Steine senkrecht zur Straßenebene mit der Langseite in der Richtung der Stoßfuge (also quer oder schief über die Straßenachse) gestellt werden. Die Pflasterung der zweiten Art (s. g. Schwalbenschwanzpflaster)

Fig. 212c.



macht in der Zurichtung mehr Mühe wegen des Anschlusses mit dreiseitigen Steinen an die Bordlinien, ohne in der Dauer und Fahrbarkeit mehr zu leisten. Werthvoll für jene Gegenden, wo das verfügbare Gestein sich schwer in gleich großen starken Stücken richten läßt (z. B. Flußgeschiebe), ist das f. g. Rippenpflaster (Fig. 212^a): alle größeren Stücke in Reihen parallel

Fig. 212d.



und winkelrecht zur Straßenachse geordnet, in voller Höhe mit der künftigen Bahn; dazwischen überhöht die kleineren auf einer genügend hohen Sandlage als eigentliches Pflaster, welches nach dem Fertigsetzen mit der Klamme bis auf gleiche Höhe mit der Kopffläche der Reihen festgeteilt und alsdann noch etwas übersandet wird. Gegen allgemeinere Anwendung bestehen gerechte Bedenken.

Das Festrammen der Pflasterbahnen mit der Stoßramme (Fig. 213),

Fig. 213.



von schwerem Holz, mit Eisenringen, 2 oder 4 Griffen, ist eine unentbehrliche Maßregel; ebenso das schließliche etwa 1^{zm} hohe Uebersanden — damit das Pflaster fest zusammensitzt, sich gegenseitig trägt und ein regelmäßiges Bahnprofil gibt. Letzteres wird am besten zu einem flachen Kreisbogen ge-

staltet — so auch bei Straßenrinnen, ob quer über die Bahn oder längs derselben laufend — mit $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ m Pfeilhöhe auf 1 m Sehnenlänge. Stärker gewölbte Profile sind bei Glatteis schwer fahrbar.

Bei Erneuerung eines Pflasters werden die noch brauchbaren Steine so weit nöthig frisch zugerichtet und, weil von den neuen verschieden in Form und Haltbarkeit, auf passende Stellen zusammengerrückt.

In Norddeutschland treten öfter an die Stelle des Steinpflasters die f. g. Klinkerbahnen, aus sehr hartgebrannten Backsteinen (Klinkern) hergestellt, wobei die Backsteinbreite (= 0,10 bis 0,12 m) die Pflastertiefe gibt. Die Unterlage wird aus wasserdurchlassendem Material hergestellt und durch Rammen oder Walzen dicht gemacht, worauf die Klinker in den Reihen in Verband rechtwinklig zur Straßenachse gestellt, ihre Fugen mit angenehmtem Sand ausgestrichen werden und schließlich eine Sandschicht aufgelagert wird; — für steinarne Gegenden ein nachahmenswerthes Verfahren.

In holzreicher Gegend könnte vielleicht auch Holzpflasterung Platz greifen. Die Holzstücke, aus hartem oder kienigem trockenem imprägnirtem Holze, müßten in völlig gleicher Form und Länge (von etwa 0,2 m) so geschnitten werden, daß die Längsfaser senkrecht zur Bahnoberfläche stünde. Die großen Kosten ließen jedoch eine ausgedehntere Anwendung als zu Wegübergängen und an Brücken selten zu.

b. Mauerbau.

§ 106.

Wo die örtlichen Verhältnisse zur Wahl größerer Böschungswinkel zwingen, als die in Behandlung befindlichen Erdmassen für sich gestatten, bietet der Aufbau verfügbarer Steinmassen zu Mauerwerk den wirksamsten Schutz gegen das Bestreben des lockeren beweglichen Erdkörpers, vermöge der eigenen Schwere sich nach unten und seitlich zu verschieben.

Man nennt jene Arten von Mauerwerk, welche zur Befestigung von Böschungen beim größten Böschungswinkel dienen, Stütz- oder Futtermauern*) und wendet sie nur an, wenn die Nothwendigkeit oder Rücksicht auf Kostenersparniß es gebietet. Es müssen gewichtige Gründe für ihre Anlage schon deswegen sprechen, weil sie großen Aufwand erheischen, desto größer, je weniger Bausteine zu haben, je weiter sie beizuschaffen, je schwerer sie zu bearbeiten sind und je höher das Mauerwerk werden muß.

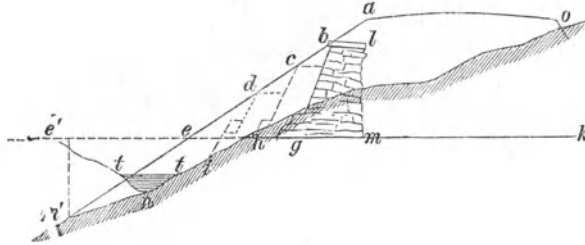
Beim Waldwegbau sprechen für ihre Errichtung folgende Hauptgründe:

1. Bodenhindernisse, welche die natürliche Abböschung verbieten (beweglicher Boden, Felsen);
2. Hindernisse der Lage (enge Thalsohle, steile Abhänge, nicht erwerbbares Nachbargelände, anstoßende Bauten);
3. Rücksichten der Sicherheit (Abrutschung an steilen Hängen, Fortspülung längs fließenden Gewässern);
4. Kostenersparnisse (volle Abböschungen erfordern mehr Bodenfläche, mehr Erdmassenbeförderung, große Unterhaltungskosten).

*) Streng genommen sind Futtermauern ein Mauerwerk mit fester Vorder- und Hinterwand, dazwischen mit eingeschütteter Masse ausgefüllt; jedoch werden meistens beide Ausdrücke als gleichbedeutend angenommen.

Wo jedoch Kosten gespart werden, ob bei dem Mauerbau oder bei voller Abböschung? entscheidet oft erst ein umfanglicher und sorgfältiger Kostenanschlag. In Fig. 214 wäre ae die Erdbböschung mit größtmög-

Fig. 214.

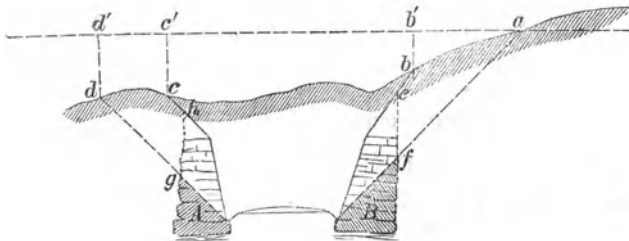


lichem Anzug ai auf wagrechter Geländelinie ek ; durch das Mauerprofil bg würde der Aufragsquerschnitt um die Fläche bge und die Bauflächenbreite um ge vermindert — eine Ersparnis, welche vielleicht durch die starke Stützmauer mit dem Querprofil $bgml$ sehr in Frage käme. Vielleicht würde dagegen die Stützmauer mit der Anzugslinie di nur wenig Mauerung kosten, aber auch Baufläche und Anschüttung nur um geringen Betrag ermäßigen und schließlich Profil ch die Extreme vermitteln. Wenn dagegen der Bau auf dem Geländeprofil no zu errichten wäre, so ergäbe sich mit Stützmauer $bgml$ eine Ersparnis um ge_1 an Flächenbreite und um hgn_1 an Anschüttung, bedeutend genug, um den sicheren Mauerbau zu lohnen, zumal wenn der Böschungsfuß in das Bachbett tt fiel.

Als allgemeine Richtschnur kann gelten, daß eine s. g. halbe Futtermauer (auf halbe Höhe der Böschung) am billigsten ausfällt. Sicher geht man bei Berechnung der Kosten für den ganzen Erdbau, halbe und ganze Futtermauer.

Bei den oberen oder Einschnittsböschungen ist Mauerwerk seltener Bedürfnis und wegen der Holzbeibringung weniger erwünscht; wichtiger ist es bei Dammböschungen, von deren Befestigung die Sicherheit der Wegbauten mehr abhängt und bei welchen die Gründe zur Anwendung häufiger ob-

Fig. 215.



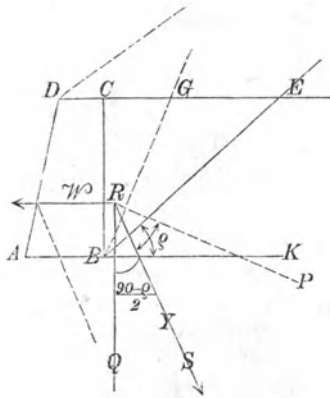
walken. Bei sehr tiefen Einschnitten (Fig. 215) kann indeß ebenfalls an bedeutender Abgrabungsarbeit z. B. im Betrag der Querschnitte $abef$

+ cdgh — (A + B) und an Bauflächen in der Breite $ab' + c'd'$ gewonnen werden.

Nicht unwesentlich ist dabei, ob Trockenmauern aus lagerhaften Steinen genügen oder Speisemauern mit gewöhnlichem oder besonders zubereitetem Mörtel ihrer größeren Widerstandsfähigkeit wegen nöthig werden.

Von der Erdmasse, welche hinter einer Mauer liegt, kann auf sie allein der außerhalb der natürlichen Böschung liegende Theil einen Druck ausüben, also wenn der natürliche Böschungswinkel = ρ° , nur jenes Prisma, dessen Grundfläche vom Fußpunkt der senkrechten Mauerwand BC mit dem Winkel $(90 - \rho)^\circ$ sich erhebt, demnach, wenn in Figur 216 ABCD den

Fig. 216.



Querschnitt der Mauer bildet, ΔCBE . Von dem Prisma der Quersfläche CBE wird jedoch ein Theil verhindert, auf die Mauer zu drücken wegen der Reibung aus dem Eigendruck des Prismas auf die natürliche Böschungsfäche BE. Nur der übrige Theil eigentlich strebt, von der dahinter befindlichen Erdmasse sich abzulösen und drückt auf das Mauerwerk. Mathematische Untersuchungen haben ergeben, daß die Grundfläche des Prismas, welches den größten Erddruck ausübt, durch Halbierung des Winkels zwischen der inneren Mauerfläche und der Erdböschung BE sich ergibt. Um die Größe des Drucks zu ermitteln, muß man also $\sphericalangle CBE = 90^\circ - \rho$ (Ergänzungswinkel zum „Winkel der Ruhe“) durch die Linie BG halbiren und alsdann Kubinhalt und Gewicht des aus Grundfläche CBG und der Mauerlänge konstruirten Prismas berechnen. Dies Gewicht wirkt in zweifacher Richtung, nämlich wagrecht, also senkrecht auf die vertikale Innenfläche der Mauer als Druck sowie rückwärts gegen unten im Sinne der Reibung unter dem Winkel $QRS = \frac{90^\circ - \rho}{2}$, welchen man erhält, wenn auf BG die Senkrechte PR gefällt und um den Reibungs- (oder Böschungswinkel ρ gegen die Senkrechte QR gerückt wird (Fig. 216).

$$(\sphericalangle GBK = PRQ = \sphericalangle \rho + \frac{90^\circ - \rho}{2} = \frac{90 + \rho}{2},$$

$$\sphericalangle QRS = \sphericalangle PRQ - \rho).$$

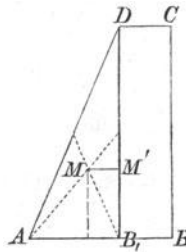
Um die Wirkung des Drucks auf die Mauer kennen zu lernen, ist nur die senkrecht auf sie einwirkende, ihre Verschiebung oder Umstürzung anstrebende Kraft W zu ermitteln. (Die zweite Kraft Y , von der Erdmasse unter der Halbirungslinie BG aufgenommen, preßt diese auf ihre Grundlage BE .)

Eigentlich muß noch dabei der natürliche Zusammenhang der Erdmasse berücksichtigt werden. Bei manchen Erdarten ist dieser bekanntlich so groß, daß sie beinahe senkrecht abzugraben sind, ohne einzustürzen. Aber Feuchtigkeit, Frost und dergleichen ändern oft den natürlichen Zusammenhang; läßt man ihn deswegen außer Anschlag, so erhält man zwar etwas zu große Mauerstärken, aber volle Sicherheit.

Der Druck der oberhalb der Horizontalen DE befindlichen Erdmasse kommt weniger in Anschlag, theils weil sie die Reibung auf der Ablöfungsfläche (Richtung BG) mehrt, theils weil oben die schiebende Wirkung sehr klein ist und die Wasserableitung gefördert wird.

Der Druck des Erdprismas auf die innere Mauerfläche nimmt gegen unten mit der Entfernung von der Oberfläche des Erdkörpers zu, ähnlich wie wenn eine Wassersäule auf die einschließenden Wände drückt. Man muß demnach den mittleren Druck für die Berechnung suchen. Der Punkt, wo er stattfindet, ermittelt sich (Fig. 217), wenn aus der Außen-

Fig. 217.



wand AD , ihrer Senkrechten DB' und der Grundlinie AB' ein Dreieck gebildet wird, in seinem Schwerpunkt M nach Halbiren von 2 Seiten — er liegt gerade in $\frac{1}{3}$ der Dreieckshöhe $B'D$ d. h. $M'B' = \frac{1}{3}DB'$.

Dem Erddruck W , welcher fortschiebend oder umstürzend auf die Mauer wirkt, wird durch ihr Gewicht G sowie durch die Reibung und:

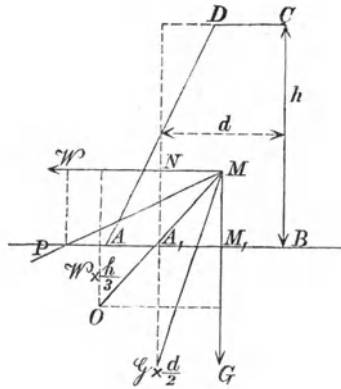
durch das Bindemittel bei Speisemauern,
 " die Verspannung (Verkeilung) bei Trockenmauern

Widerstand entgegengesetzt.

Aus dem Gewicht G der Mauer, dessen Wirkung in senkrechter Richtung vom Schwerpunkt abwärts fällt, und dem Erddruck W läßt sich die Mittelkraft bilden. Nach der Lehre von der Stabilität muß die daraus konstruirte Diagonale innerhalb der Basis AB der Mauern durchziehen (Fig. 218), sonst würde die Mauer umgestürzt. Es muß also z. B. G so groß sein, daß nicht die Diagonale MP , sondern MO entsteht.

Wird der Mauer ein gehöriger Anzug AD gegeben, anstatt sie außen senkrecht aufzubauen, so kann dadurch bei gleichem oder sogar kleinerem

Fig. 218.



Mauerkörper bewirkt werden, daß die Mittelkraft innerhalb der Basis bleibt. Ein Gleiches wird durch Strebepfeiler erreicht.

Bezeichnet man die mittlere Mauerdicke mit d , die Mauerhöhe mit h , so wäre

$$A'M' = \frac{d}{2} \text{ und } NA' = MM_1 = \frac{h}{3}$$

und nach der Lehre vom Hebel in Bezug auf die Drehung um die vordere Mauerfante (überstürzender Druck) für das Gleichgewicht nötig, daß

$$W \frac{h}{3} = G \frac{d}{2}$$

folglich, weil das Gewicht G der Mauer für 1^m Länge $= 1 \cdot d \cdot h \cdot g$ (wenn $g =$ Gewicht der Kubikeinheit z. B. $\frac{k}{m^3}$), $W \frac{h}{3} = \frac{d^2}{2} \cdot h \cdot g$, woraus

$$\frac{2}{3} \frac{W}{g} = d^2 \text{ und}$$

$$\text{Mauerdicke } d = \sqrt{\frac{2}{3} \frac{W}{g}} \quad \text{I.}$$

Die Größe W wird, nach Ermittlung des natürlichen Böschungswinkels der Bodenart, durch Konstruktion des Querschnitts, Berechnung des Kubikinhalt jenes Prismas von 1^m Länge, welches den Erddruck ausübt und Multiplikation mit dem spezifischen oder Einheitsgewicht q ermittelt, indem in

$$Q = \frac{1}{2} h^2 \operatorname{tg} \frac{90^\circ - \alpha}{2} \cdot q$$

das ganze Gewicht des Prismas sich ergibt.

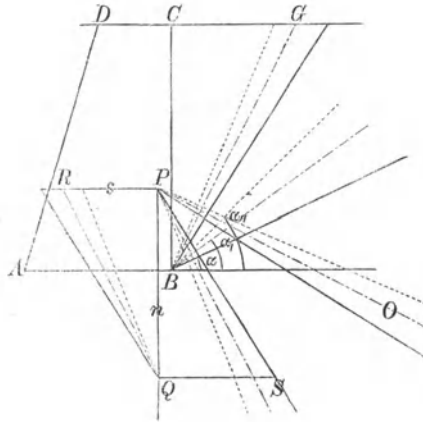
Von dem vertikalen Erddruck Q kommt jedoch als Mauer Schub nur ein Theil in dem Verhältniß

$$PR : PQ = s : n = \operatorname{tg} \frac{90^\circ - \alpha}{2}$$

zur Wirkung, daher

Waldbwegbau.

Fig. 219.



$$W = Q \cdot \operatorname{tg} \frac{90^\circ - \alpha}{2}$$

$$= \frac{1}{2} h^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{90^\circ - \alpha}{2} \cdot q \quad \text{II.}$$

Ist der gefundene Werth von W in Formel I. eingesetzt, so liefert der Werth α erst das Minimum für den Gleichgewichtszustand. Zur Sicherheit wird der Erddruck $= 2W$ oder wegen Vernachlässigung der Kohäsion der Erdmassen $= 1,5W$ genommen, woraus sich ergäbe

$$d = \sqrt{W : g} = h \operatorname{tg} \frac{90^\circ - \alpha}{2} \sqrt{\frac{q}{2g}} \quad \text{III.}$$

Diese Entwicklungen bezwecken nur einen Nachweis, daß und wie etwa auf dem einfachsten theoretischen Wege die Stärke der Futtermauern zu ermitteln sei. Begnügt man sich mit durchschnittlichen Annahmen für das Einheitsgewicht der Aufschüttungen und des Mauerwerks, so ergeben sich bei Anwendung von Formel II. und III. z. B. folgende mittlere Mauerstärken, $1^{k/m}$ Mauerwerk zu 2000^k :

- a. Kalkboden mit 27° Böschungswinkel und 1,8 spezifischem Gewicht
- b. Quarzsandboden mit 30° Böschungswinkel und 2,5 spezifischem Gewicht auf eine Mauerhöhe von:

	2	3	4	5	6 ^m
	in Metern				
a.	0,82	1,24	1,64	2,05	2,47
	durchschnittlich auf 1 ^m um 0,41 ^m steigend				
b.	0,91	1,37	1,83	2,28	2,74
	durchschnittlich auf 1 ^m um 0,46 ^m steigend.				

Wird in Formel III. für g das geringere Gewicht des Trockenmauerwerks eingesetzt, so muß auch eine entsprechende Mauerverstärkung sich ergeben.

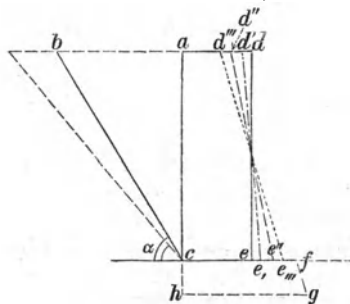
Um zu weiteren ähnlichen Zahlenreihen zu gelangen, müßte man von den herrschenden Erdarten der Baugegend ebenso den Böschungswinkel der Aufschüttungen wie das Gewicht der Kubikeinheit Erde im trocknen und nassen Zustand erheben und allenfalls die Widerstandskraft verschieden starker Mauerwerke erproben. Dann bleibt dennoch zu bedenken:

1. Es besteht ein namhafter Unterschied zwischen einzelнем und zusammenhängendem, zwischen Speis- und Trockenmauerwerk und der Festigkeit der Bauart.
2. Längs den Berghängen haben die Mauern ungleiche Höhen; in Folge dessen ergäben sich in Einer Wagrechten ungleiche Mauerstärken, was unthunlich, außer wenn man absatzweise bauen wollte.
3. Das Erdreich hinter dem Mauerwerk hat ungleichen Zusammenhalt und Feuchtigkeitsgrad, ruht auf verschiedenartigen Unterlagen, setzt und befestigt sich in den oberen Schichten nie gleichmäßig.
4. Wo vorzugsweise ein stärkerer Druck zu befürchten, lassen sich Verstärkungen anbringen.

Keinesfalls soll man, wie auch die Berechnungen ausfallen, die obere oder Kronendicke der Mauern schwächer als $0,6-0,7^m$ nehmen, soll aufwärts vom Fuß die Mauerstärke sich verjüngen lassen, bei Trockenmauern mehr als bei Speismauern, bei Erdbauwerken mehr als bei freistehenden Mauern; zuweilen so, daß sowohl die Innen- als die Außenfläche Anzug erhält.

Geht man, mit Rücksicht auf den Böschungswinkel α der Erdart, zuerst auf Ermittlung der Kronenstärke einer Mauer aus, so kann diese nach folgenden Erfahrungssätzen bestimmt werden, die Bergseite der Mauer als Lothfläche unterstellt:

Fig. 220.



Wenn Mauerhöhe $ac = h$, Mauerkronenstärke $ad = d$ und Böschungswand (aus α) $= cb = b$, so ist d anzunehmen

1. bei lothrechter Innen- und Außenfläche des Mauerwerks $= \frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{5} b$,
2. bei einem Anzug der Außenfläche $d'e'$ von $\frac{1}{12} h = \frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{6} b$,

3. bei einem Anzug $d'' e''$ von $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{8} h = \frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{7} b$,
 4. bei einem Anzug $d''' e'''$ von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{6} h = \frac{1}{9}$ bis $\frac{1}{8} b$,
- u. f. w.

Als praktische Regel gab Morin für die gewöhnlichen Fälle zur Ermittlung der mittleren Mauerstärke δ , wenn die Hinterfläche senkrecht und der Vorderfläche das Anzugsverhältniß m (z. B. $\frac{1}{5}$) zu geben ist, daß bei Speisemauern

$$\delta = h \sqrt{0,285^2 + \frac{1}{3} m^2}$$

gesetzt und bei Trockenmauern hiervon das $\frac{3}{4}$ fache genommen werden solle und wenn $m = 0$, $\delta = 0,356 h$.

Jede Futtermauer muß einen starken Fuß (Fundament) haben, so tief, daß

- a. kein Frost darunter eindringen und die Erde lockern kann (0,6 bis 0,9^m),
- b. die Mauer nicht weichen kann,
- c. daß der Fuß auf festem Untergrund steht —

und so breit, daß der Druck des Eigengewichts und der einwirkenden Kräfte sich vertheilen kann (die Diagonale der Mittelkraft in das mittlere Drittel der Basis fällt). Letzteres ist leicht zu erreichen z. B. durch die Fußgestalt $efgh$. Beim Mangel festen Untergrunds muß dem Mauerbau das Legen eines f. g. Kofstes oder Betonirung vorausgehen.

Gewässer, welches sich hinter einer Mauer sammeln könnte, muß durch Sickerkanäle oder mindestens in Durchlaßöffnungen abfließen können.

§ 107.

Bau von Trockenmauern.

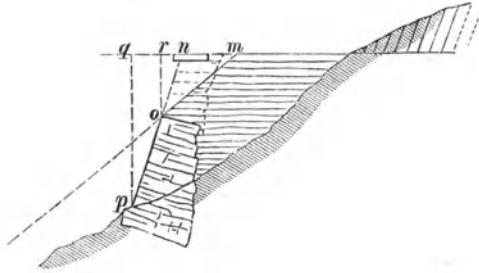
Trockenmauern bieten folgende Vortheile:

- a. sie lassen sich ohne geübte Bauhandwerker,
- b. zu jeder Jahreszeit und an jedem Orte, wo Steine in Auswahl vorhanden, herstellen;
- c. Befuhr und Zubereitung von Mörtel entfällt;
- d. sie hemmen den natürlichen Wasserabfluß nicht, selbst ohne die rathsame Vorsicht, in kurzen Abständen Durchlaßöffnungen anzubringen.

Diese Vortheile sind gewichtig genug, um Trockenmauerwerk als Regel gelten zu lassen. Des geringeren Zusammenhangs wegen muß dasselbe allerdings stärker angelegt werden als Speisemauerwerk, mindestens um $\frac{1}{5}$; auch erfordert es für gleichen Raum mehr und schwerere Mauersteine.

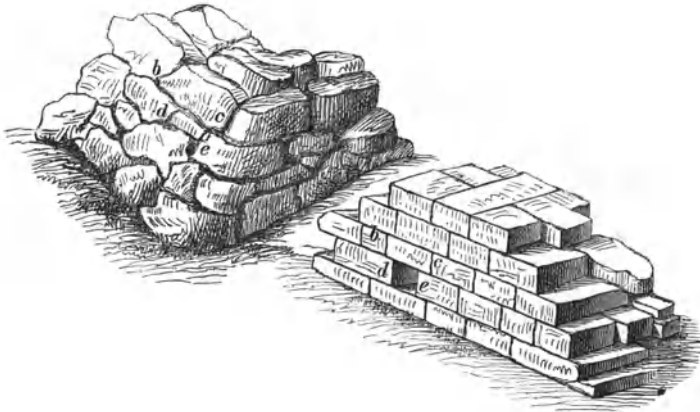
Das Fundament wird entweder wagrecht oder geneigt gegen Berg, etwa senkrecht zur Anzugslinie np der Mauerstirne (Fig. 221) ausgegraben, ein weitschichtiger, etwas vorstehender Fuß angelegt, bei felsigem Boden in Stufen ausgesprengt, bei nachgiebigem dagegen zweckmäßig mit groben Bodenplatten ausgelegt. Alle Steine müssen zum schichtenweisen Aufbau oben und unten ein gutes Lager und beiderseits ebene Stoßfugen haben sowie, wo die Stirne der Mauer eine gleichmäßige Ebene (bez. cylindrische oder konische Fläche) darstellen soll, ein sauber gearbeitetes Haupt (Stirnfläche), wozu die geeignetste Fläche des Steins auszuersuchen ist. Die Regel, auch die Steine normal zur Mauerstirne parallel zu schichten, erleichtert die Zurichtung der Haupt- und Lagerflächen. Man

Fig. 221.



verwendet die stärksten und lagerhaftesten Steine in die untere Mauer und auf den oberen Abschluß (Deckung), baut entweder in beiläufig wagrechten Lagen geschichtet oder ungeschichtet (welches letztere zwar weniger schön und fest, aber billiger ist und weniger Steine kostet). Bei beiden Bauverfahren soll immer die Stoßfuge je zweier Steine durch einen aufliegenden

Fig. 222.



dritten Stein gedeckt sein — *bc* über *d* und *e* (Fig. 222), so daß keine Fuge hindurchzieht.

Außerdem legt man wechselweise einen Theil der Steine mit der größten Länge in die Mauerstirne, s. g. Läufer, und die kleinere Zahl quer durch die Mauer, Binder (Durchbinder, wenn die Länge der Mauerdicke gleichkommt oder noch in die Hinterfüllung greift).

Aufstellen der Steine auf die kleinste Seitenfläche („Schwäbischmauern“) ist grober Verstoß gegen die Bauregeln.

Damit Trockenmauerwerk dauerhaft werde, müssen alle Steine im Lager und in den Stoßfugen so mit Steinplittern unterlegt und verkeilt sein, daß sie in Spannung versetzt sich gegenseitig festhalten und die Verbindung nicht durch Herausfallen gelöst werde. Hierin liegt neben der eigenen Schwere die Widerstandskraft gegen schiebenden Druck.

Das f. g. Ausfüllern mit Moos beim Aufmauern halten wir nicht für durchaus rätlich. Es verdeckt mangelhafte und betrügerische Arbeit, ist sorgfältiger Verspannung hinderlich und vertheuert die Arbeit. Dadurch herangezogene Holzgewächse wirken eher sprengend als verbindend. Als zulässig mag es bei Mauerwerk aus schweren Quadern gelten.

Fortschreitend mit dem Aufbau soll die Hinterseite der Trockenmauern reichlich und fest durch Steine und Steinsplitter (f. g. Schrotten) hinterfüllt und die zum Auffüllen nöthige Erde (kein Lehm oder dergleichen, weil undurchlassend) eingestampft werden, um die Verbindung mit der rückliegenden Bergwand zu fördern und Nachrutschungen aus Masse zu verhüten.

Hinlänglich große Steine (nicht unter $0,05 \text{ k/m}^2$) sollen in gehöriger Zahl zur Auswahl bereit liegen, damit die Maurer die Lager und Fugen zusammenspassen und einen geschlossenen Mauerkörper herstellen können. Kleine unlagerhafte Steine taugen zu Trockenmauern nicht, mit ihnen ist eher eine Steinböschung mit flacherem Anzug, ein gepflasterter Böschungsfuß oder, wenn eine Stützmauer unentbehrlich, eine Speisemauer herzustellen.

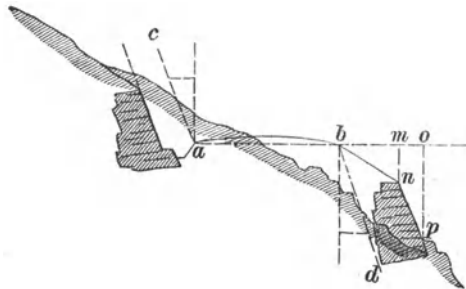
Wird eine Mauer aus großen Felsstücken aufgeführt, die natürliche rauhe Oberfläche derselben an der Stirnseite belassen und nur Lager und Stoffuge eben hergerichtet (Cyklopenmauer), so gewinnt der billigere Bau ein zur Waldumgebung stimmendes natürliches Aussehen. Bei Wegbauten in Felsalden läßt sich davon häufig Gebrauch machen.

Des Aufwandes wegen darf kein Mauerwerk höher aufgebaut werden als für die Festigkeit und Dauerhaftigkeit des Erdbörpers geboten ist. Gewöhnlich wird noch eine Erdböschung darauf gesetzt, so daß das Profil des Wegkörpers zu $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{4}$ der Höhe pq aus Mauerwerk und im Uebrigen aus Erdbau besteht (Fig. 221). Nach Feststellung des zulässigen Böschungsverhältnisses für ganzen Erdbau entscheidet hierüber in jedem Einzelfall

- a. das Gewicht aller Gründe, welche überhaupt zum Mauerbau bestimmen,
- b. die Menge verfügbarer Bausteine und Erde,
- c. die Rücksicht auf Ausgleichung von Ab- und Auftrag.

Die Profile von Stützmauer und Erdböschung werden am besten auf den Zeichnungen der Querprofile konstruirt und dann beim Lattengestellbau

Fig. 223.



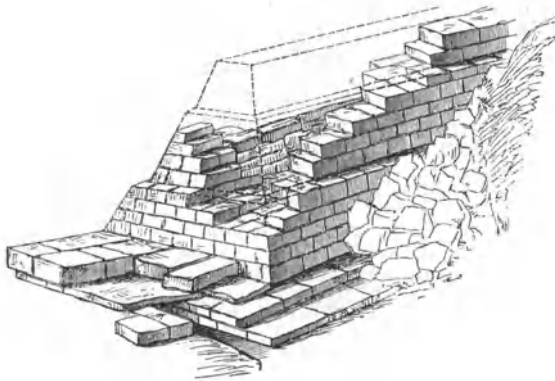
sogleich mit aufgerichtet. Ist die Straßenkante a oder b (Fig. 223) bestimmt, so wird von ihr mit der Anzugsklinie ac bez. bd parallel bis zu

dem Punkte hinausgerückt, wo der Fußpunkt der Mauer auf dem Gelände aufstehen oder die Erdböschung der Mauerkrone berühren soll. Die mit dem Zirkel abgegriffenen Größen hm und mn oder bo und op werden alsdann für die Errichtung des Lattengerüsts benützt. Sind einige Hauptpunkte für eine gewisse Mauerstrecke festgestellt, so ergeben sich alle Zwischen- und Außenpunkte hieraus und aus der Zuglinie der Straße. Durchschnittliche Höhe und Stärke des Mauerwerks, sein Kubikinhalt und das Erforderniß an Bausteinen richtet sich jedoch nach den örtlichen Anforderungen und Uebungen und nach dem verfügbaren Gestein.

Häufig gilt als Regel, wenn h = Mauerhöhe, der Grundfläche eine Dicke von $0,4$ bis $0,5 h$, mindestens aber von 1^m zu geben und diese Dicke gegen die Krone bis auf $0,75^m$ abnehmen zu lassen, mit einem Anzug von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{5}$.

Die Widerstandsfähigkeit wird verstärkt durch stufen- oder absatzweisen Aufbau der Innenfläche, bei hohen Bauten aus schwächeren Steinen gleich-

Fig. 224.



zeitig mit ähnlichem Aufbau nach außen. Höhe und Breite der Absätze drängen sich um so enger zusammen, je kleiner die verwendeten Bausteine sind — $0,10$ bis $0,30^m$ Breite auf 1 bis 2^m Höhe.

Namhafter Halt wird leichterem Trockengemäuer durch außen angefügte Strebpfeiler ertheilt, wenn die einzelnen Steine der letzteren gehörig in die Mauer eingreifen und die Entfernung und Höhe der Pfeiler nicht zu sparsam bemessen wird. Sie brauchen nur bis zu $\frac{2}{3}h$ geführt und am Fuße 1 — $1,5^m$ breit, $0,8$ — 1^m dick gemacht zu werden, mit solchem Anzug, daß sie gegen oben mit abgeschrägter Fläche endigen oder in die Mauer verlaufen. Die Form ihrer Grundfläche ist entweder ein Rechteck oder Trapez (Fig. 225 a. und b.)

Zur größeren Sicherheit glaubt man zuweilen Mauern als f. g. halbe Trockenmauern d. h. mit Verfestigung der Außenschichte in Mörtel ausführen zu sollen. Für Mauerwerk im Walde glauben wir dieß nur für die

Fig. 225a.

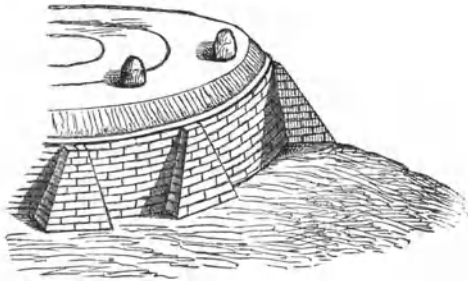
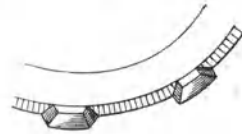


Fig. 225b.



Pfeiler und die dem Angriff des Wassers ausgesetzten Theile billigen zu sollen und zwar für letztere Fälle unter Anwendung von Wassermörtel; sonst gehen die Vortheile des Trockenmauerns wieder größtentheils verloren und ist ein ungleiches Setzen des Mauerwerks zu befürchten.

Trockenmauern enthalten im Vergleich mit den Speisemauern immerhin 5 und mehr Prozent Zwischenraum, ihr Gewicht (also auch ihre Widerstandskraft) ist demzufolge kleiner, nämlich je nach dem Gestein, z. B. $1^{k/m}$ in Kilogrammen: aus Kalkstein 1800—2000, Sandstein trocken 2100 (frisch 4—5 % mehr), Thonschiefer 2400—2500, Granit 2500—2600, Basalt bis 2700.

Trockenmauern über 8—10^m Höhe verschlingen wegen der nöthigen Verstärkung zu viel Gestein und bieten dennoch keine genügende Sicherheit mehr.

§ 108.

Speisemauern.

Speis- oder Mörtelmauern d. h. Mauerwerke, deren Fugen mit einem rasch verhärtenden Bindemittel durchzogen werden, kommen zur Anwendung:

- a. wenn kein oder nur sehr wenig Anzug gegeben werden kann (Durchlässe, Gewölbe, Hochbauten);
- b. wenn die Mauerhöhe 8—10^m (je nach dem Erddruck und dem Mauer-
gewicht) überschreitet;
- c. wenn nur kleine Bruchsteine oder nur Backsteine zur Verfügung stehen;
- d. wenn das Mauerwerk dem Angriffe des Wassers ausgesetzt ist.

Die Fälle a und d sind die häufigsten für uns und meistens gleichzeitige.

Der Widerstand der Speisemauer ist größer als jener der Trockenmauer sowohl wegen des festeren Zusammenhalts und des völligen Abschlusses gegen sprengende Wurzeln und Eismassen, als wegen des größeren specifischen Gewichts. Es beträgt das Gewicht von $1^{k/m}$

Kalk, frisch gebrannt	815 ^k ,
„ gelöscht, steif	1350 ^k ,
Kalkmörtel	1755 ^k ,
Speisemauer aus Sandstein	2100—2200 ^k ,
„ „ anderem Gestein	bis 2800 ^k .

Für die „Zurichtung der Steine und ihr bindiges Einsetzen u. f. w. gilt

(Knollen oder s. g. „Krebsen“); der Sand soll möglichst rein-quarzig, etwas scharffantig, von mittlerem Korn und frei von thonigen und humosen Beimengungen sein, welche die rasche und völlige Verkieselung und Verhärtung, sowie die innige Verbindung von Speis und Mauersteinen aufhalten oder verhindern. Von der Güte der Sandart überzeugt die Schlämprobe: Schütteln einer kleinen Probemenge in einem Glaszylinder mit Wasser und Stehenlassen; ist die obenauf sich lagernde Schlammschicht nicht ganz dünn, so kittet der Speis aus solchem Sand schlecht, verhärtet langsam und unvollkommen.*)

Der Luftmörtel, als gewöhnliches Bindemittel für Mauerwerk, ist ein mechanisches Gemenge von Quarzsand mit gebranntem kohlen-saurem Kalk, nachdem durch dessen „Ablöschchen“ Kalkhydrat hergestellt worden. Ein guter Kalk soll sich bald löschchen, zu gleichförmigem Pulver zerfallen, gehörig „gedeihen“ d. h. sein Volumen von 1 auf 2,5 bis 3 vermehren und nach Aufnahme vielen Wassers zu einem steifen speckigen Brei werden. Einen solchen von Thon, Eisenoxyd u. s. w. möglichst freien Kalk pflegt man „Fettkalk“ zu nennen, im Gegensatz zum „mageren“ Kalk, welcher ent-weder in Folge seiner Beimengungen (schon 10% Bittererde) oder zu schwachen oder heftigen Brennens (Todbrennen) sich langsam löschet, wenig erhitzt und zu einem sandigen, wenig Wasser aufnehmenden Pulver zerfällt.

Die kittende (bindende) Eigenschaft des Luftmörtels erklärt sich aus der Adhäsionskraft des Kalkhydrats, mit welcher es an den Mauersteinen und dem beigemengten Sand anhaftet, eine Wirkung, welche durch Eingehen einer kiesel-sauren Verbindung und Aufnahme von Kohlen-säure aus der Luft verstärkt wird.

Die Mörtelversteinung beruht zuerst auf dem mechanischen Vorgange der Verhärtung an der Luft, dann auf dem chemischen Proceß der Kohlen-säuerung, welchem im Lauf der Zeit der Proceß der Verkieselung ergänzend beitrifft. Bei der Bereitung ist auf die Bildung eines Mörtels mit Thon-kiesel-Kalkbindemitteln hinzuwirken, da ein solcher allein als normal gelten kann.

Beim hydraulischen oder Wassermörtel macht man in der Zubereitung eine ausge-dehntere Anwendung von der chemischen Anziehungskraft zwischen Kalk und Kiesel-säurehydrat. Entweder werden erdige kimssteinartige Stoffe, vulkanische Asche und dergleichen (z. B. Traß) mit Salzsäure behandelt, um dadurch eine Ausscheidung von Kiesel-säurehydrat zu bewirken, und dann mit gewöhnlichem Fettkalk gemengt, welches Gemenge unter Wasser gebracht, erhärtet und zu einem für Wasserbauten vorzüglichem Bindemittel wird. Oder man mengt gebrannten Thon, mit Salzsäure behandelte Schlacken oder dergleichen mit Kalkbrei — oder wählt natürlich vorkommende Gesteine und Erdarten, welche neben kohlen-saurem Kalk gewisse Thonmengen enthalten (hydraulische Kalksteine, Mergel- oder Bittererdekalke). Mäßig gebrannt, gepulvert und mit Wasser zu einem Brei bereitet, geben auch sie einen guten Wassermörtel. Durch das Brennen geht der Kalk unter Ausscheiden von Kohlen-säure in Aegkalk über und die kiesel-sauren Thonverbindungen verändern sich derart, daß ein Theil der Kiesel-säure sich mit dem

*) Von 6 angestellten Schlämmpben ergaben z. B. 2 Sorten übereinstimmend 11,1%, 1 Sorte 13,3%, 2 Sorten je 8,6 und 9,1%, die als gut bewährte sechste Sorte nur 3,1% schlamm-bare Theile, dem Volumen nach.

Kalk verbinden kann. In der Bildung von Thonerde-Kalksilikaten liegt die Ursache der Verhärtung unter Wasser.

Die hydraulischen (thonhaltigen) Kalksteine und Mergel geben durch vorsichtiges Brennen eine Masse von geringer und langsamer Lösbarkeit und anfänglich geringem Zusammenhalt (magerer Kalk). Es liegt nahe, daß durch Brennen einer künstlichen Mischung von reinem Kalkstein mit Thon zc. die hydraulische Eigenschaft vermittelt und durch sachverständige Stoffwahl ein Produkt von mehr gleichmäßiger Güte erzielt werden kann. Ein guter Wasserkalk soll über 20 Prozent Thon- und Kieselerde enthalten; besser wird er bei 40—50 Prozent (Kalkcement). Der gewöhnliche Wasserkalk wird erst nach 1 bis 2 Tagen hart gegen schwachen Druck, nach 4 bis 6 Wochen steinhart. Der Kalkcement, nur in Pulverform abzulösen, verhärtet unmittelbar nach der Benetzung mit Wasser. Die beste künstliche Mischung von hydraulischem Kalk (55—60 Prozent Kalk mit 30—35 Prozent kieselhaltiger Thonerde, Eisenoxyd zc. als zufällige Beimengung ist der s. g. „Portland-Cement“.*)

Gegenüber dem Luftmörtel, welcher einige Zeit vor der Verwendung sich bereiten läßt, zur Bereitung des Kalkbreies sogar einer gewissen Zeit bedarf (Reifwerden), darf der Wassermörtel erst unmittelbar vor Gebrauch hergestellt und muß der Cement vorher sorgfältig im Trocknen aufbewahrt werden. Beide aber, Luft- und Wassermörtel, erleiden durch Frost eine Veränderung, welche ihre Bindkraft sehr beeinträchtigt, ja ganz zerstört, daher im Winter keine Ausführung von Speisemauern rathsam ist. Ein Frost von niederem Kältegrad schadet jedoch 6 bis 8 Tage nach der Verwendung des Mörtels nicht mehr.

Bei jeder Speisemauer müssen alle Fugen und Zwischenräume völlig gespeißt sein, soweit nicht eine Ausfüllung mit den s. g. Schrotten thunlich ist. Jede aufgesetzte Steinschichte wird überspeißt und dann die neue Schichte fest aufgedrückt mit einigen Hammerschlägen. Zuletzt werden die Fugenlücken der Mauersteine noch ausgestrichen und in die etwaigen Gerüstöffnungen Steine eingepreßt.

§ 109.

Künstliche Mauergründungen.

In jenen beschränkten Fällen, wo Mauerwerk auf nachgiebigem, unsicherem Untergrund aufgebaut werden muß — und dieß dürfte bei Brückenbauten auf angeschwemmtem Boden am häufigsten eintreten — schügt weder ein tieferer Mauerfuß noch das Einlegen von Bodenplatten gegen Weichen und ungleiches Senken (Mauerrisse und Einstürze).

Es muß dem Bauwerk eine festere weitschichtige Unterlage werden, welche die Belastung auf eine größere Fläche vertheilt, auf den Untergrund gleichmäßig drückt oder durch seine Verdichtung den Druck auf die tieferen Schichten überträgt.

Man bedient sich dazu der künstlichen Gründungen, nämlich

- a. der Betonirung,
- b. des Holzkrostwerks.

*) Der Name rührt aus England her, von der Ähnlichkeit mit dem dort beliebten „Portlandstein“.

Zuerst wird für die Gründung, unter Beseitigung des weichen (moorigen oder schlammigen) Bodens, etwa 1—2^m tiefer und breiter als die Grundfläche des Fundaments, eine Baugrube ausgehoben und mit zer Schlagenen Steinen, Kies oder Sand gefüllt. Gegen Gewässer errichtet man, entweder ringsum oder auf der bedrohten Seite, die Flügelenden an das höhere Gelände anlehnen, eine Spundwand, deren Pfähle möglichst tief in die Sohle eingetrieben und dann in gleicher Höhe abgeschnitten werden.

- a. Die Betonirung besteht darin, daß man eine Mischung von Steinen und einem rasch verhärtenden Wassermörtel bereitet (den „Beton“) und den Untergrund mit einer hinlänglich breiten und starken Schichte dieser Masse, welche den Bau zu tragen hat, gleichmäßig überdeckt.

Zur Betonmasse wählt man mehrerlei Mischungen und Mischungsverhältnisse. Bewährt sind die Mischungen aus Sandsteinen, welche zu eckigem Schotter zerkleinert sind (auch Ziegel- oder Backstein-Bruchstücken), mit Quarzsand, welchem man zuweilen Traß beimengt, und hydraulischem Kalk. Das Volumen der Mischung ist kleiner, als jenes der Summe der Gemengtheile, weil wie beim Mörtel alle Zwischenräume sich ausfüllen und der verhärtende Kalk schwindet. Beispielsweise geben dem Volumen nach etwa

Gemeng-Theile in %				Beton	
Steine	Sand	hydraul. Kalk	Traß	frisch	verhärtet
A. 45	35	20	—	55—60	45—50
	(9 : 7 : 4)				
B. 48	36	12	4	65—70	55—60
	(12 : 9 : 3 : 1)				

Zu 100 Theilen harter Betonmasse bedarf es somit bei der Mischung A. 200—220, bei B. 166—180, im Mittel gegen 200 Gemengtheile. Bleibt der Beton nicht sogleich ständig unter Wasser (oder häufiger Masse ausgefetzt), so muß er zur Erhärtung öfter begossen werden. Eine Betonschichte von 0,5 bis 0,6^m genügt für gewöhnliche Gründungen; mehr als 1 bis 1,2^m würden nur zu ausnahmsweise massiven Bauten erfordert.

Zur Betongründung trifft man geeignete Vorbereitung, daß die in einem Speisbehälter zubereitete Masse sofort auf der Gründungsfläche in gleicher Höhe sich ausbreiten und verebnen läßt; am besten geschieht dieß mittelst einer schief angelegten Pressscheibe, von welcher 1 Arbeiter die aufgeschüttete Betonmasse in die Baugrube mit hölzerner Krücke einschiebt, mit der Pressscheibe allmählig zurückweichend, während 1 oder 2 andere Arbeiter den Beton ausstheilen, ebenstreichen und etwaige Lücken durch Nachschütten aus kleinen Speiströgen nachfüllen.

Nach der Fertigstellung des Betons gießt man Wasser darüber (bez. läßt solches zufließen), wo möglich so viel, daß der Wasserstand innerhalb der Baugrube (bez. der hinlänglich hohen Spundwände) höher als außerhalb wird, damit nicht durch Druck von unten die Betonlage gehoben oder gesprengt wird. Nach 2 bis 3 Wochen ist der Beton verhärtet genug, um das Wasser ausschöpfen und mit dem Mauerbau beginnen zu können. Völlige Erhärtung muß vor letzterem eingetreten sein.

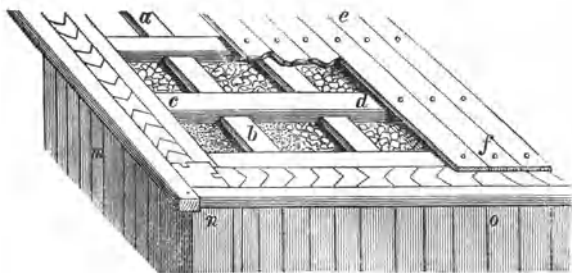
Ist der Baugrund sehr unzuverlässig und bespült fließendes Gewässer, welches seine Sohle verändert, die Baustelle, so muß zu der kostspieligeren Gründung mittelst Holzrostes gegriffen werden, da der Beton, durch Unterspülung hohl gelegt, leicht zusammenbricht.

b. Das Krostwerk ist entweder liegender oder Pfahlrost.

Der liegende und der stehende Krost gewähren den Vortheil, selbst über sehr ungleich dichter Unterlage den Druck des Bauwerks gleichmäßig aufzunehmen und zu tragen und eine dennoch eintretende Senkung nur allmählig und mit Erhaltung des Gleichgewichts zu vermitteln. Die Krostfläche muß, wenn das Fundament m^m lang und n^m breit werden soll, an Fläche $= (m + x)(n + x)^m$ werden, um überall um x (mindestens $= 0,3^m$) vorzugreifen. Damit die Krosthölzer sich lange erhalten, soll der Krost wo möglich unter den niedrigsten Wasserstand zu liegen kommen.

Der liegende Krost (Fig. 226) besteht aus hölzernen Schwellen-

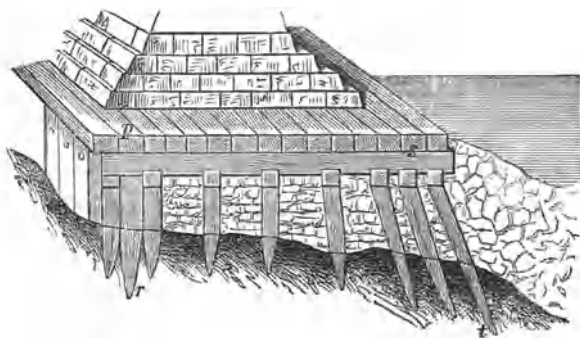
Fig. 226.



Bohlenstücken und der Einfassung der Baugrube durch die f. g. Spundwand mno , welche das Auseinanderweichen nachgiebigen Bodens zu verhindern hat.

Die Schwellenhölzer, $0,2$ bis $0,3^m$ stark, werden mit einem Abstand der Ranten von je $0,7-1^m$ wagrecht auf den Boden aufgelegt oder etwas eingelassen (Querschwellen ab) und durch quer übergelegte eingefalzte Schwellen zusammengehalten (Längsschwellen cd). Wenn bis zur Höhe der letzteren mit gestampftem Lehm oder Thon, Sand, Steinen oder Beton aufgefüllt und verebnet ist, werden die 10 bis 12^{cm} starken Bohlen ef mit hölzernen Nägeln darüber befestigt. Damit eine etwaige Senkung gleichmäßig erfolgt, muß der Krost zwischen der Spundwand frei liegen. Ganz

Fig. 227.



unter Wasser sind die meisten Hölzer, besonders Erlen, verwendbar, sonst Eichen- oder kieferreiche Kiefern- oder Lerchenhölzer nöthig.

Beim Pfahlrost (Fig. 227) werden zuerst zugespitzte starke Krost- oder Grundpfähle pr, st, am besten von gutem trockenem Eichenholz, in 0,8 bis 1^m Abstand auf der ganzen Fläche in den Boden eingerammt, möglichst bis zur Tiefe der nächsten festen Grundschichte, entweder sämmtlich lothrecht oder bei einseitigem Erddruck theilweise schräge, in der Richtung des herrschenden Druckes, namentlich bei Mauerwerk mit starkem Stirnanzug, zum Schutz gegen Verbiegung und Schub. Es läßt sich dabei Krost und Spundwand verbinden, indem man die Pfähle der Spundwand als Krostpfähle behandelt. Auf dieses Pfahlgestell wird der liegende Krost in zweckmäßiger Verbindung aufgesetzt oder nur eine Betonschichte aufgetragen.

Neuntes Kapitel.

Bauten für den Wasserabzug.

§ 110.

Die Niederschläge aus der Luft, Quellen und stehende oder fließende Gewässer können den fertigen Bauten Schaden durch Aufweichen, Lockern und Auswaschen, Unterwühlen und Wegschwemmen, woraus Störung und Hemmung des Verkehrs folgt. Jeder Ueberschuß über eine mäßige Bodenfeuchtigkeit ist deswegen abzuhalten oder doch auf kürzestem Wege fortzuleiten. Als Anstalten dafür dienen:

- A. die Seiten- und Entwässerungsgräben,
- B. die Querrinnen,
- C. die Sickerdohlen,
- D. die Durchlässe und Einfälle,

balb mit der Bestimmung, das Wasser längs des Weges weiter, bald es quer über die Wegoberfläche oder unter ihr hindurch abfließen zu lassen.

Allgemein richten sich die Maaße und Bauformen dieser Anstalten nach der höchsten Wassermenge, welche örtlich herandrängen kann, und die Bauart nach der Gewalt des Andrangs und nach der Widerstandsfähigkeit des Geländes und der Baustoffe.

§ 111.

A. Die Seiten- und Straßengräben.

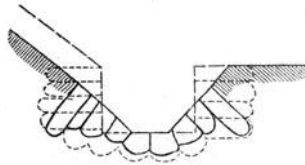
Die Straßengräben, nach ihren Maaßverhältnissen beim Lattengestellbau aus den Querprofilen auf das Gelände übertragen, werden zugleich mit den Abböschungen oder nach Herstellung der Fahrbahn mit Hilfe der Grabenschablone und der Visirkreuze, meist in gleichem Gefäll mit der Straße, ausgehoben. Zuerst wird nach streckenweise gespannter Schnur eine steilwandige Rinne mit Schaufel oder Spaten ausgehoben, bis die Grabensohle in gleichmäßigem Gefäll erreicht ist, dann beiderseits vollends abgebösch.

Meist genügt eine Sohlenbreite von 0,2 bis 0,3^m und eine Tiefe der Sohle unter der Wegkante von 0,3 bis 0,5^m, außer in nassen Tieflagen, wo indessen die Seitengräben zweckmäßig mit den Entwässerungsanlagen

kombinirt werden. Etwas Gefälle soll überall vorhanden sein, mindestens 1:500. Bezüglich der Grabenwände gelten die allgemeinen Abböschungsgesetze, jedoch mit dem Zusatz, daß trockene Schutzgräben so steile Böschungen, als die Bodenart irgend zuläßt, haben können, während Wassergräben mit starkem Gefälle, um gegen Angriffe zu bestehen, möglichst flach (1:1½ bis 1:2) abzuböschten sind.

Bei unzuverlässigem lockerem Boden, Straßengefälle über 5 bis 7%, häufigem und starkem Wasserzulauf, möglicher Beschädigung durch Holzaufbereitung und Abfuhr läßt man Grabensohle und Wände herafen oder abpflastern, letzteres in Absicht zu sparen wenigstens im tieferen Theil des Profils (Fig. 228).

Fig. 228.



Ist das Gefälle sehr stark, 10% und mehr, Mangel an Platz, Vorrath an Bausteinen, so läßt man die Gräben ganz oder streckenweise in Mauerwerk legen und die Grabensohle mit entsprechenden Absätzen bauen. Diese Arbeit muß der Herstellung der Fahrbahn und Böschungen vorausgehen, auf Grund genauer Auspählung. Bauten mit Flechtwerk oder überhaupt mit Holz taugen bei Grabenanlagen wenig.

§ 112.

B. Die Querrinnen.

Damit die Abwasser sich nicht ansammeln, sollen sie von Strecke zu Strecke aus dem Straßenbereich von der Berg- gegen die Thalseite entweder über die Wegoberfläche hinweg oder unter ihr hindurch fortgeleitet werden. Die einfacheren und billigeren Vorkehrungen sind die oberflächlich ziehenden sogenannten Querrinnen (= Mulden, = Randlein). Außer der Billigkeit gewähren sie den Vortheil rascher und leichter Anlage, Vermehrung, Reinigung und Instandhaltung, dagegen die empfindlichen Nachteile, daß sie sich bald abnutzen, leicht überlaufen und Eisplatten bilden, die Fuhrwerke erschüttern und den Zugthieren schaden können. Sie sind auch allein zulässig, um die zeitweisen Tagwasser oder höchstens noch schwächere Quellwasser abfließen zu lassen, bei ausnahmsweise starkem Gefälle sogar mitunter unerlässlich, um das in den Geleisen fortziehende Regen- und Schneewasser in kurzen Abständen aufzufangen und seitwärts zu leiten.

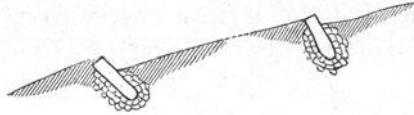
Zu letzterem Zwecke genügen auch bei gewölbter Bahn s. g. Schließgräbchen, welche beiderseits vom Straßengraben gegen die Bahnmitte sich aufwärts kehrend verschmälern und zuspitzen, in die Straßenbahn eingegraben, nach Erforderniß vermehrt oder wieder zugeworfen werden.

Bei Erdwegen mit starkem Gefäll legt man, weil sie häufiger Erneuerung bedürfen, s. g. Quersulste (Rehren) an, welche eine damm- oder

wulstartige Erderhöhung schief über die Bahn oder in aufwärts gerichtetem Bogen bilden.

Wegen des häufigen Durchfahrens und Verschwemmens sind sie an manchen Orten durch steinerne Querschwellen, „Abdeiche“ oder treffend „Schlagen“ genannt, ersetzt: schief in den steilen Fahrweg eingelegte grobe,

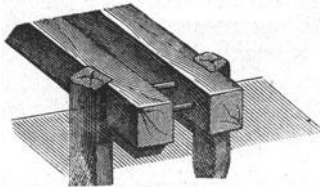
Fig. 229.



etwa $0,4^m$ breite und $0,1^m$ dicke Platten oder Quadern, zu deren beiden Seiten die Fahrbahn mit Steinen oder Kies so befestigt wird, daß sie festen Halt haben und das Fuhrwerk nicht hart aufstößt. Ihre Haltbarkeit ist dennoch keine große und ihr Ersatz, weil die Bahn aufgerissen werden muß, umständlich und für den Verkehr unbequem.

Kein größeres Lob verdienen nach unserer Erfahrung die hölzernen Querrinnen oder s. g. „Wasserfallen“, aus Gestänge oder leicht behauenen Stämmchen hergerichtete Schwellen, welche schief über die Bahn paarweise

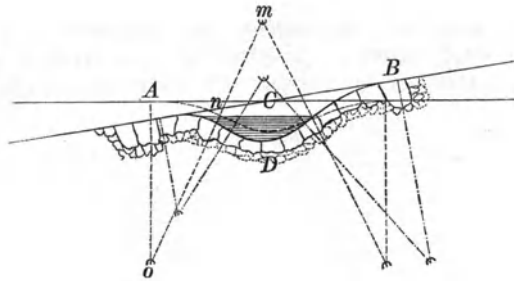
Fig. 230.



eingelegt, an eingerammte Pflöcke befestigt und durch 2 oder 3 Querhölzer auseinander gehalten werden. Da sie nur wenig Wasser fassen, dürfen ihre Abstände nicht groß sein. Ist die Breite der so hergestellten Wasserrinnen gering, so verstopfen sie sich leicht und laufen über; breitere Rinnen aber sind für das Fuhrwerk sehr störend und für die Zugthiere nicht ungefährlich. Sie bedürfen, weil das Holz nur 5—7 Jahre hält und schwache Befestigung hat, häufigen Ersatzes, was Arbeitskosten und Verkehrsstörung bringt.

Die besten unter allen offenen Wasserabzügen sind die Pflasterinnen, welche flach muldenartig (daher die Benennung „Quermulden“) $0,10$ bis $0,15^m$ tief und 5 bis 7mal so breit, mit den stärksten Steinen auf der unteren Seite, angelegt werden, viel Wasser fassen, das Fuhrwerk leicht übergleiten lassen und sich meist selber rein halten. Zur vollkommenen Erfüllung ihres Zweckes bildet man den Querschnitt aus 3 Bogenstücken, einem mittleren, nach oben offenen mit kürzerem Halbmesser $mn = r$ und 2 kleineren umgekehrten Stücken, welche beiderseits etwa aus dem Halbmesser $no = 1,5$ bis $2r$ entspringen z. B. Fig. 231 ganze Rinnenbreite AB

Fig. 231.

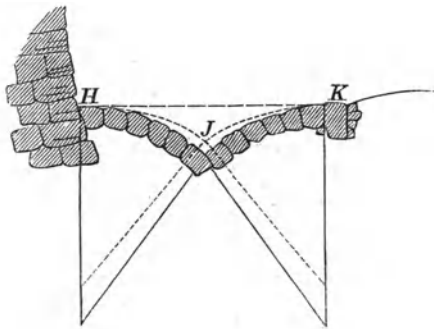


= 1,2^m, Tiefe CD = 0,15^m, Halbmesser mn = 0,5 und on = 0,75^m (mit Abänderung nach dem Gefäll).

Man führt die Pflasterrinnen nicht völlig quer (etwas stumpf) zur Straßenachse, damit ein Rad nach dem andern darüber geht und weil sonst das Wasser, bei schroffer Ablenkung, überschießen würde — am besten in jener Richtung, wie das Wasser am raschesten abläuft und die Rinne zugleich abspült. Die Anlage des Pflasters geschieht zweckmäßig mit einer Schablone, aus einem Brettstück geschnitten. Die beiderseitigen Ränder werden mit eingelassenen groben Steinschwellen oder festgestampftem Gestück befestigt. Für Wege mit starkem Gefälle eignen sich Pflasterrinnen nicht, weil sie entweder kein Wasser fassen oder zu tief werden.

Anstatt der Seitengräben legt man auch ähnliche Rinnen parallel mit der Straßenachse an, um den Wegkörper oder die Böschungs- und Mauerfundamente vor Unterwühlung zu schützen und breitere Wegbahn zu gewinnen. Dann gibt man aber winkligen Querschnitt HJK, auch etwas größere Tiefe, damit die Rinnen die Wassermenge fassen, etwa wie in Fig. 232, sowie gleiches Gefäll mit dem Fahrweg. Die stärksten Steine

Fig. 232.

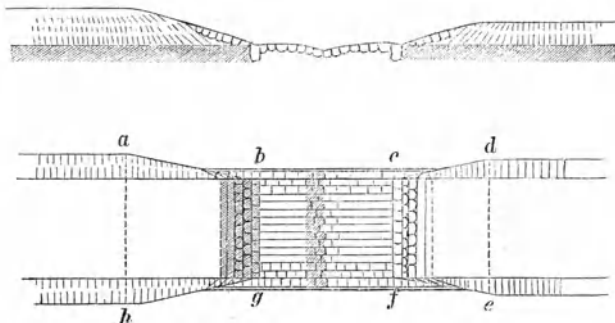


werden an beide Ränder verwendet oder längs derselben Fassungen mit f. g. Liniensteinen hergerichtet.

Eine besondere Anwendung finden die Quermulden als f. g. Ueberfälle bei der Ueberschreitung von Thattrinnen oder Niederungen, welche
Waldbwegbau.

nur zeitweise durch Rückstauungen oder plötzlichen Andrang von Wildwassern überfluthet werden, wenn die Wegfrone nur wenig die Thalsohle überragt und ein Durchlaß wegen zu tiefer Lage, Verschüttung oder zu großer Kosten nicht anwendbar wäre. Auf gleicher Höhe mit der Thalsohle wird dann die wagrecht gelegte Wegstrecke *bc* (Fig. 233) entweder in ganzer Breite

Fig. 233.



bg ausgepflastert oder doch mit fester Steinbahn auf der Bergseite versehen. Von dieser Pflasterrinne *befg* läßt man den Wegzug nach beiden Thäländern schwach ansteigen. Sind durch starke Strömungen Angriffe auf den Wegkörper zu fürchten, so dehnt sich die Befestigung der Fahrbahn und ihrer Böschungen gegen *ah* und *de* hin aus. Den Ueberfall *befg* pflegt man als flache Mulde so anzulegen, daß derselbe in der Thälrichtung rechtwinklig zur Fahrbahn etwas ($\frac{1}{30}$ — $\frac{1}{30}$ der Wegbreite) abfällt.

§ 113.

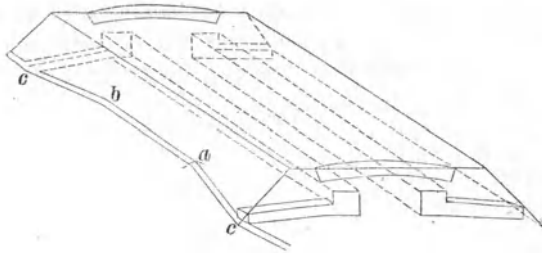
C. Die Sickerdohlen

oder Schüttstollen (auch einfach „Sicherungen“ geheißen) sind besondere Vorrichtungen, um bei wasserhaltigem Boden oder in einer Gegend, wo versteckte Quellen häufig auftreten, das Wasser des Straßenkörpers den nächsten Seitengräben oder Kanälen zuzuführen und dadurch rascher als sonst abzutrocknen. Sie empfehlen sich also zu örtlicher Verwendung. Ihre Anlage ist einfach und billig, wenn es an Steinen nicht mangelt.

Sie bestehen aus 0,3 bis 0,5^m breiten und tiefen Gräben mit senkrechten Wänden, an welche bei sehr lockerer Erde leichtes Trockengemäuer aufgeschichtet wird, erhalten eine Füllung mit grobem quer und möglichst lose eingelegtem Gestein und eine Decke von kleinem Gestein (Kies), Reisig, Moos, Rasen oder dergleichen, damit keine Verschlammlung eintritt; sie werden auch deswegen zuletzt vorsichtig mit Erde überschüttet. Ihre Sohle soll thunlichst tiefer zu liegen kommen als der Grundbau des Weges und ihre Seitenableitung noch etwas über der Sohle des Seitengrabens liegen, damit das Wasser ungehindert in letzteren abzieht.

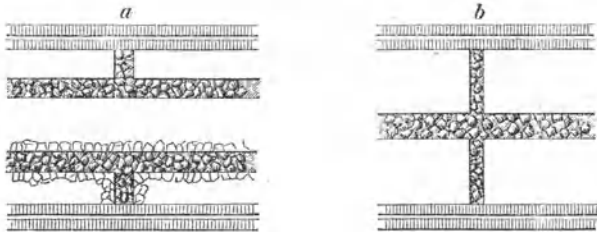
Wo die Fahrwege wenig oder kein Gefälle haben, müssen die Seitengräben je von 2 höheren Punkten *a* und *b* ihrer Sohle in einen tieferen Punkt *c* abfallen, wo der Abzug aus den Sickerdohlen seitwärts erfolgen kann.

Fig. 234.



Die Hauptdohlen ziehen in der Richtung der Straßenachse, entweder zwei parallel, den Seitengräben nahe, oder einer in der Mitte. Alle 4 bis

Fig. 235.



6^m (auch etwas entfernter) vermittelt ein schmaler Seiten- oder Schlitzdohlen den Wasserablauf.

Die Sickerdohlen heißen ein schwaches Gefälle; deswegen und weil ihre Abflussspunkte mit den Sohlen der Seitengräben korrespondiren müssen, ist ein vorgängiges genaues Nivellement der ganzen Einrichtung für Wasserableitung eine wesentliche Vorbedingung des Erfolgs.

Zur Vermeidung doppelter Grabarbeit ist ihr Bau mit den Erdarbeiten zu verbinden, muß also mit der Herstellung des Wegkörpers und vor dem Einlegen des Gestrücks vollendet sein.

Zuweilen treten für die Sickerdohlen irdene Drainröhren in Verwendung. Sie haben den Vorzug rascher Durchführbarkeit und Verminderung der Arbeit, werden auch, wo Steine mangeln, nicht theurer zu stehen kommen.

§ 114.

D. Die Durchlässe oder Dohlen.

Ungeachtet mancher Richtseiten offener Abzugsrinnen haben doch die verdeckten oder s. g. Durchlässe (Abzugsdohlen); welche unter der Wegoberfläche hindurchziehen, entschiedene Vorzüge.

Zwar können die Durchlässe, wenn zu enge, durch schuttführendes Wasser sich leicht verstopfen, sind theurer in der ersten Anlage, schwerer zu beaufsichtigen und auszubessern; dagegen belästigen sie weder, noch beschädigen sie

die Fuhrwerke durch Stoßen und Aufhalten, veranlassen keine Eisplatten, erleiden bei richtiger Anlage wenig Beschädigung und Abnutzung und gewähren die längste Dauer. Nur in Einschnitten sind sie unzulässig.

Die Durchlässe haben alles auf der oberen Begrenzung niederströmende Wasser aus den Seiten- und Abzugsgräben aufzunehmen und quer unter der Fahrbahn durchzuleiten d. h. entweder winkelmäßig zur Straßenachse oder unter so stumpfem Winkel, als die Verhältnisse der Vertikalität irgend erlauben, um ihnen die geringste Längenerstreckung zu geben.

In der Regel kommen die Durchlässe an die tiefsten Geländepunkte, um vollständig und rasch das Wasser abzuführen, obgleich sie dann, der höheren Böschungen wegen, am längsten und stärksten werden müssen.

Bei der Wahl ihrer Bauart ist stets die einfachste zu wählen, welche den örtlichen Ansprüchen noch genügt.

Sie können sein: a) Röhren-, b) Deckel-, c) Gewölbdohlen.

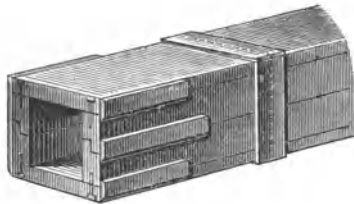
a. Röhrendohlen.*)

§ 115.

Durchflußöffnungen von geringerer Weite (etwa bis 0,4^m im Lichten) werden mit geringen Kosten und in kürzester Zeit aus Röhren hergestellt, welche sich ineinander stoßen und an ihren Anschlüssen wasserdicht verbinden lassen. Sie müssen jedoch mindestens 0,5^m unter die Wegoberfläche zu liegen kommen, um vom Druck der Fuhrwerke unerreicht zu bleiben.

Hölzerne Röhren (Deichel) legt man nur in nasse, besonders Moorböden entweder in einfachem oder doppeltem Strange und verbindet sie durch Anschmieden eiserner Ringe. Wo Eichenholz leicht zu beschaffen und billig ist, ersetzt man die Röhren auch durch Kanäle aus dicken Bohlen, welche in rechteckigem Querschnitt zusammengesetzt und von außen mit Leisten verstärkt werden (Fig. 236).

Fig. 236.

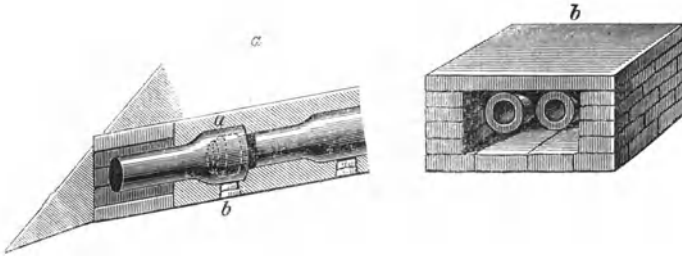


In trockenem Boden ist die Erneuerung jeder Art von Holzkanälen theuer und verkehrstörend. Hier haben irdene, Steingut- oder Cementröhren vielfache Anwendbarkeit, soweit ihr Bezug die Anlage steinerner Durchlässe an Billigkeit übertrifft. Sie erhalten eine Unterlage und Decke von geschlemmtem Lehm oder werden ganz in Beton verfest, wobei durch Unterlegen der Verbindungsstellen mit Stücken von Backsteinen oder Steinplättchen ihre Lage befestigt und ihre gleichmäßige Fallrichtung gesichert wird.

*) Siehe hierüber auch Monatschrift für Forst- und Jagdwesen von 1863, S. 27.

An den „Stößen“ ab (Fig. 237^a) wird der Verschuß durch einen Wulst-
ring von weicher Masse (z. B. Kautschuk) bewerkstelligt, mit welchem das
dünne Einlaßende der einen Röhre in die weite Mündung der anderen ein-

Fig. 237.



geschoben wird. Die Fortschritte und Ausdehnung der Cementfabrikation
machen auch dem Forstwirthe die Cementröhren zugänglicher, deren große
Stärke, Weite und Haltbarkeit sicherlich zur häufigeren Anwendung führen
wird.

Ein Röhrendohlen läßt sich in 2 Strängen nebeneinander (Fig. 237^b)
sowie mit einem zweiten Röhrenpaar darüber durchführen. Am Ein- und
Auslauf wird mit einer kleinen Ummauerung Abschluß hergestellt, zur Sicher-
heit gegen Unterspülung, Verschüttung, Verrückung und Zertrümmerung.

b. Deckeldohlen.

§ 116.

Für größere Lichtweiten, sowie überhaupt wo die nöthigen Bausteine
nicht fehlen, leisten die besten Dienste die haltbareren Deckeldohlen d. h.
solche Wasserdurchlässe, welche entweder ganz aus dicken Steinplatten zu-
sammengesetzt oder aus Gemäuer aufgeführt und mit Steinplatten gedeckt
werden.

Ganze Kanäle aus Steinplatten setzen großen Vorrath an solchen,
sauberes Gefüge durch Steinhauerarbeit voraus und bedürfen zudem noch
der Hintermauerung, was uns im Walde gewöhnlich auf sie verzichten läßt.

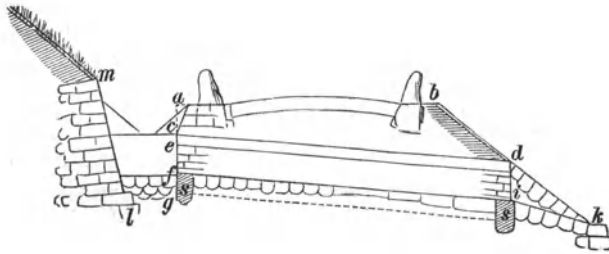
Die Deckeldohlen entsprechen auch unseren Zwecken bis zu jener Licht-
weite, wo die Deckel zu groß und massiv werden müßten, vollkommen und
sind die weitaus üblichste, weil im Durchschnitt billigste, dauerhafteste und
jederzeit anwendbare Durchlaßform. Sie bestehen aus

1. den Seiten- oder Widerlagsmauern,
2. dem Kollpflaster mit den Schwellen,
3. den Flügelmauern und dem Einfallstrichter,
4. den Deckelplatten,
5. der Eindeckung (Ueberfahrt) mit den Abweisern.

Die allgemeine Form und ihre Herstellung ist die folgende:

Man ermittelt für die Ausgrabung des Dohlenbettes als Vorarbeit die
Tiefe der Bausohle auf jener Wegseite, von wo der Dohlen behufs des
Wasserablaufs seinen Abfall gegen die Ausmündung haben muß, nämlich
(Fig. 238):

Fig. 238.

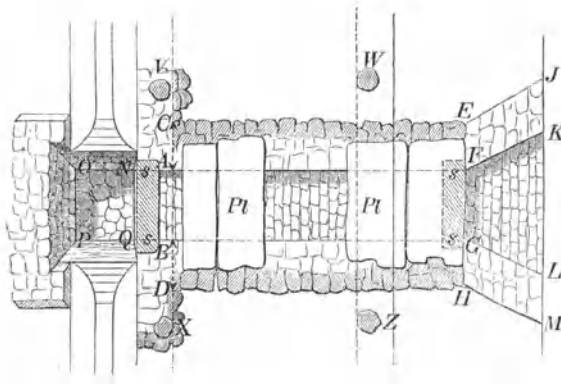


- ac = Höhe der Wegkrone über der Deckplatte,
 $+ ce$ = Dicke der letzteren,
 $+ ef$ = Höhe des Dohlens „im Lichten“,
 $+ fg$ = Tiefe der Widerlager unter der Sohle.

Zu dieser Tiefe wird auf der äußeren Wegseite für den Dohlenausgang jener Betrag zugeschlagen, um welchen das Rollpflaster für den Wasserablauf fallen muß.

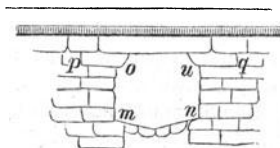
Ferner ergibt sich die Breite des Dohlenbettes aus der Lichtweite des Dohlens AB (Fig. 239) und der Breite der Widerlager $AC + BD$, gewöhnlich $= 3 AB$.

Fig. 239.



Nach Aushebung des Bettes, welches bis auf festen Baugrund („gewachsenen Boden“) hinabgehen oder künstlich befestigt werden muß (mit

Fig. 240.



leichtem Koft oder Betonlage), beginnt die Bauarbeit mit der Errichtung der Widerlager (ACEF und BDHG). Sie werden als gewöhnliche Trockenmauern mit guter Fügung lothrecht gebaut nach darüber gespannten Schnüren, von welchen man herabsenkelt, und ziehen von der einen Straßenseite zur anderen oder bis zu den beiderseitigen Böschungswänden (ac und bd) (Fig. 238).

Am Dohleneinlaß endigen ihre Köpfe rechtwinklig, am Auslaß laufen sie meist schiefwinklig in die Flügelmauern aus. Wo sie zu Tage treten, läßt man sie sauber behauen, zu gleichmäßigen Schichtungen und scharfen Ranten.

Abstand und Höhe über dem Kollpflaster richtet sich nach dem Lichtmaaß des Dohlens (d. h. nach der aufzunehmenden größten Wassermenge) und hiervon hängt auch ihre Dicke ab, in der Regel, da sie wegen des lothrechten Aufbaues und des Drucks schwerer Fuhrwerke mehr Schub als Futtermauern auszuhalten haben,

bei 0,5 bis 1^m Höhe = 0,4 bis 0,6^m,

„ 1 „ 1,5^m „ = 0,6 „ 0,7^m,

„ 1,5 „ 2 „ = 0,7 „ 0,8^m,

während die Flügelmauern schwächer bleiben können.

Die Lichtweite der gewöhnlichen Dohlen steigt von 0,5 bis 0,8^m, größere Weiten verlangen große und starke Deckelplatten (z. B. auf 1,5^m Lichtweite 0,25^m starke).

Die Lichthöhe wählt man im Allgemeinen ebenfalls nach der größten Wassermenge; bei kleineren Dohlen genug, daß ein Mann mit den Reinigungsgeräthen zukommen kann. Ein allzu reichliches Bemessen bedingt vielen und massiven Mauerbau.

Zur Lichthöhe der Widerlager kommt noch ein Fundament von 0,3 bis 0,6^m je nach dem Baugrund. Zugleich mit dessen Aufbau sind am Aus- und Einlaß die Schwellen ss herzurichten, entweder je ein ganzes Stück Stein, welches in beide Widerlager noch eingreift, oder eine mit letzterem verbundene kleine Quermauer („Herdmauer“), zum Schutz gegen Unterspülungen bestimmt.

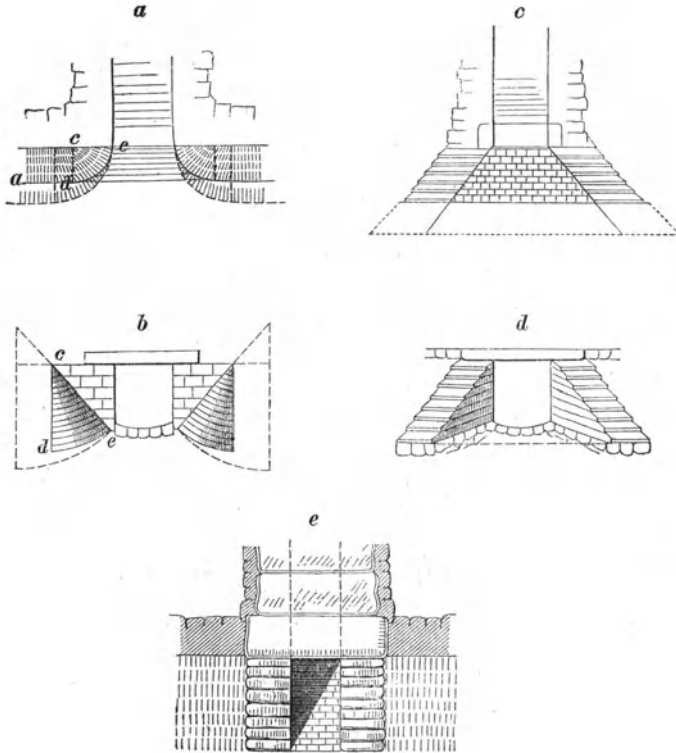
Von der einen Schwelle zur anderen wird die Sohle des Dohlens mit einem gut vertheilten Kollpflaster von 0,2 bis 0,3^m Stärke besetzt, damit das durchfließende Wasser die Widerlager nicht angreift und selbst den Dohlen rein hält. In gleicher Absicht der Sicherung wird das Kollpflaster jenseits der Auslaßstelle bis zu einem Punkte außerhalb fortgeführt, wo es festen Halt findet (ik), und in Absicht der Frei- und Reinhaltung des Dohleninnern gibt man dem Sohlenpflaster mindestens das Gefälle der Gräben vor dem Eingange, besser aber ein noch größeres.

An Stelle des Pflasters tritt auch das Auslegen der Sohle mit Steinplatten, wenn deren reichlich zur Verfügung. Zugleich gibt man ihm gerne die Form einer Rinne (mn in Fig. 240), etwa um 5^{cm} konkav oder winklig vertieft.

Die Flügelmauern schließen sich recht- oder stumpfwinklig an die Widerlager an; der stärkere Erdschub des ersteten Falls bedingt auch gleiche Stärke mit den Widerlagern. Sie decken die letzteren gegen Hinterwaschungen und weisen die Gewässer in den Dohlen hinein. Von der Höhe der Widerlager senken sie sich zum Böschungsfuß hinab, bilden so Streben für dieselben und die Einfassung der außerhalb fortgesetzten Auslaßpflasterung.

Wo sie mit der Dammböschung laufen, werden ihre Steine mit den Stoßfugen senkrecht zur Böschungslinie gestellt (dk in Fig. 239). Rechtwinklige Flügelmauern (Fig. 241a und b) erhalten Dammananschluß durch Erdkegel,

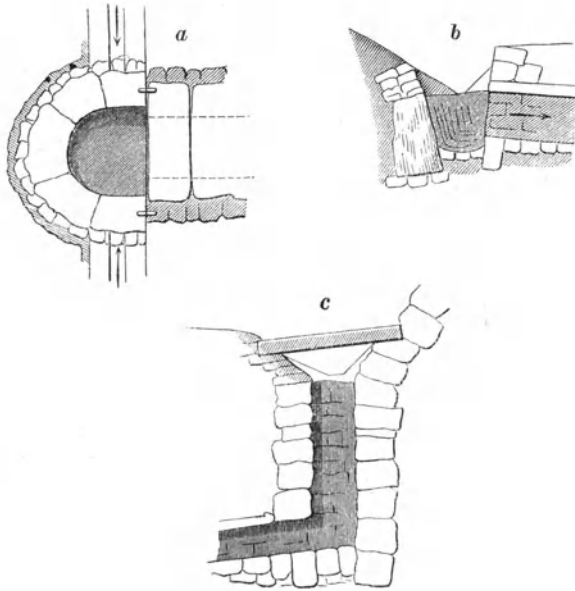
Fig. 241.



deren Höhe und Halbmesser mit der Dammhöhe wächst, *cde* für Damm *adc* — und welche sich mit dem Damme abböschten. Schiefwinklige Flügel (die bessere Anordnung) böschten sich mit dem beiderseitigen Damm in gleicher Ebene ab (Fig. 241c und d) oder, falls nicht der Wassermenge ein größeres Bett zur Verlangsamung geboten werden muß, böschte man die Widerlagsmauern geradezu mit der Dammböschung ab (Fig. e).

Bei kleineren Dohlen bleiben die oberen Flügelmauern weg; über die Straßenante hinaus schließen sich jene Bautheile an, welche die Verbindung der Zuleitungsgräben mit dem Sohlenpflaster vermitteln: die s. g. Einlässe (Einfälle, Einläufe). Sie bilden schacht- oder trichterförmige (drei- oder fünffseitig), senkrecht oder mit schwachem Anzug aufgemauerte Kanäle (Fig. 242, a Grundriß, b Aufriß), die Sohle in gleicher Höhe mit der Einlassschwelle oder etwas tiefer, damit das vom Wasser mitgeführte Gemenge von Laub, Heißig, Schlamm *z.* vor dem Dohlen sich ablagern und zeitweise leicht beseitigt werden könne; ihre Mauerwände reichen bis

Fig. 242.



zur Sohle der Zuleitungsgräben herauf, auf der Bergseite soweit als die Sicherung gegen Abrutschen der Böschung und Verschütten es gebietet. Sehr haltbar sind die aus massiven Platten oder Steinquadern zusammengefügte Einfallsstrichter, welche man oben mit einem beliebig hohen Steinpflaster, einem Mäuerchen oder nur mit Kafen umkränzt; tiefere Einfallsstrichter deckt man zuweilen mit Platten, um Verstopfung durch Erde, Steine, Laub *z.* zu verhüten (Fig. 242^c).

Die Sohlenweite der Einlässe, von der einströmenden Wassermenge abhängig, ist gewöhnlich 0,4 bis 0,5^m im Gebiert und überschreitet 0,6^m nur bei größeren Bauten.

Nach Beendigung des Mauerwerks und gehöriger Ausgleichung der Widerlagsmauern auf gleiche Ebene werden die Deckplatten (Dohlendeckel) Pl (Fig. 239) in der ganzen Länge des Dohlens (cd, Fig. 238) satt aufgelegt, ausgefugt und mit Steinen hinterfüllt, so daß sie querüber die beiden Widerlager mindestens auf $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ der Dicke ohne die Möglichkeit einer Verschiebung zusammenschließen und von oben keine Erde in den Dohlenraum gelangen lassen. Deswegen, sowie zum Schutz gegen Druck und Beschädigung von oben überdeckt man, bevor die Ueberfahrt aufgetragen und die Fahrbahn hergestellt wird, die befestigten Platten mit einer 7—10^{cm} dicken Schichte bindiger Erde (Lehm, Letten *z.*). Die Deckplatten sind das teuerste, am schwierigsten zu beschaffende Baumaterial eines Dohlens. Sie sollen gleich dick, weder uneben, noch rissig, noch zur Verwitterung geneigt und durchschnittlich $\frac{1}{6}$ so dick als lang sein, also nach der Festigkeit des Gesteins und nach der Lichtweite 10—20^{cm}. Um die Kostenansprüche zu

mäßigen, da der Preis sowohl im Verhältniß der Dicke als der Flächen-
größe des Stückes steigt und größere Stücke bei gewissen Gesteinen über-
haupt schwer zu bekommen und theuer beizubringen sind, schränkt man die
Richtweite wo möglich zu Gunsten der Righthöhe ein, wählt für größere
Wasserzuflüsse stärkeres Gefäll, was aber solide Anlage bedingt, läßt
die letzten Schichten der Widerlager über die Mauerstirne hervortreten (op
und uq in Fig. 240), um schwächeren oder kürzeren Platten mehr Halt
zu geben, legt Doppeldohlen an oder endlich — man greift zu Gemölb-
dohlen.

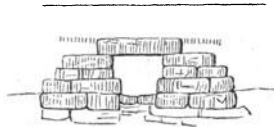
Die Steine zum Dohlungemäuer und Kollpflaster sind, an Masse gering,
im Walde selbst oder aus der Nähe leicht zu beschaffen. Saubere Stirn-
flächen und gute Verbindung des Mauerwerks werden am besten mit ge-
schichteten Mauern aus lagerhaften, mit dem Hammer richtbaren Steinen
erreicht. Die Schlußdeckelplatten (über dem Einlaß und Auslaß) läßt man
kantig behauen. Ebenso die Platten, mit welchen die Flügelmauern zuweilen
eingedeckt werden.

Zum stetigen Fortgang der Bauten und gleichzeitiger Auffüllungsarbeit
läßt man die Dohlen zeitig in Angriff nehmen und ihre Hinterfüllung und
die Ueberfahrt nebst Steinbahn gleichzeitig mit den übrigen Bahnkörpern
vollenden. Die Ueberfahrt bildet über der Lehm- oder Lettendeckung der
Deckplatten eine gleichmäßige reine Erdauffschüttung, auf welcher die Stein-
bahn, rück- oder vorwärts anschließend, ruht. Beiderseits werden schließlich
zum Schutze der Bahn- und Dohlenränder, in V, W, X und Z 4 Ab-
weiskeine (behauen oder rauh) 0,3 bis 0,5^m tief eingesetzt.

Man bringt Dohlen überall an, wo natürliche Rinnsale oder tiefe Ein-
senkungen die Zuglinie kreuzen und wenn zu weit von einander, dazwischen
noch alle 100—200^m, je nach den örtlich möglichen Wasseransammlungen.
Die Formen und Maaße der Dohlen wechseln dabei so vielfach, daß kaum
Ein Dohlen einem zweiten völlig gleicht. Dennoch konstruirt man nur die
wichtigen besonders, steckt aber vor dem Bauen sämtliche genau ab und
besucht während desselben fleißig die Baustellen, weil Einsicht des fertigen
Baues nicht gegen Fehler vollkommen sicher stellt.

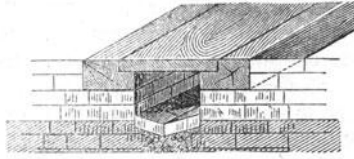
Vom einfachsten kleinen Dohlen aus Trockengemäuer, welcher (Fig. 243)

Fig. 243.



mit 0,3 bis 0,4^m Richtweite und Höhe durch einen niedrigen Erddamm
hindurchzieht und nur aus Widerlager, Deckel und Kollpflaster besteht,
gegen jene Wänderung in Fig. 244, wo wegen Mangels an Steinplatten
oder zu geringer Dammhöhe, um eine schützende Decke über den Stein-
platten anzubringen, eine hölzerne oder eiserne Plattenüberdeckung 0,5 bis
0,8^m weit in gleicher Höhe der Straßenbahn in eine beiderseitige steinerne
oder eichene Schwelle eingelassen ist und letztere beiderseits auf einfachen
Wangenmauern aus Feld- oder Bruchsteinen ruht — bis zu den Dohlen

Fig. 244.



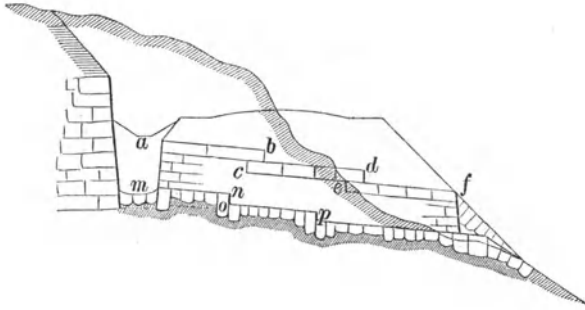
mit Einfallstrichter und Flügelmauern ergäben sich zahlreiche Formen, unter welchen wir noch zweier zu gedenken haben:

α. des Stufendohleus und

β. des Doppeldohleus.

Zu α. Hat das Gelände an der Baustelle eine sehr starke Neigung (steile Bergwand), so müßte entweder ein sehr tiefer Einfallstrichter gebaut werden, in welchen die Gewässer mit baugesährdender Gewalt niederstürzen würden — oder der untere Theil des Dohleus müßte zu hoch außer Gelände aufgebaut und am Auslauf stark befestigt werden. Zur Vermeidung dessen baut man entweder den Deckeldohlen in 2 oder 3 (selten mehr) Absätzen, deren Deckelabschlüsse a b, c d, ... sich übereinander schieben und deren Kollpflasterstufen m n, o p, ... durch starke tiefgreifende Schwellen oder Herdmauern verwahrt werden (Fig. 245); oder man legt einen tiefen Einfall-

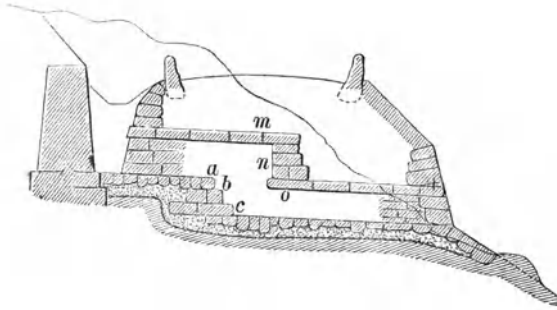
Fig. 245.



schacht m n o in halber Dohlenlänge mit kleineren Fallstufen a, b, c an, welche sorgfältig gefugt und fundamentirt sein, nöthigenfalls auf lockerem Boden auf einer Beton-Unterlage ruhen müssen (Fig. 246). Trockengemäuer empfiehlt sich hier, besonders von unten herauf, weniger und Wassermörtel hat den Vorzug der Verwendung.

Zu β. Die Doppeldohlen (Koppeldurchlässe) sind vorzüglich am Plaze, wo für die größere Lichtweite eines Durchlasses die Tragfähigkeit der verfügbaren Deckelplatten nicht ausreicht, während die Raumhöhe zwischen Wegkrone und Bachsohle für ein Gewölbe zu nieder ist. Doch zieht man sie, weil ohne Gerüste, mit lauter Trockengemäuer herstellbar, überall, wo genügende Deckelplatten sich darbieten, im Waldwegbau den Gewölbdohlen vor. Die Lichtöffnung eines Doppellkanals steigt nöthigenfalls auf 2 bis 3 m^2 , was sehr großen Wassermengen Abfluß erlaubt.

Fig. 246.



Der Doppeldohlen erhält außer den beiden etwas stärkeren Widerlagern in seiner Längsachse (Fig. 247a und b) eine Trennungswand BE aus trocken gefügten Felsblöcken auf solidem Fundamentmauerwerk iklm

Fig. 247a.

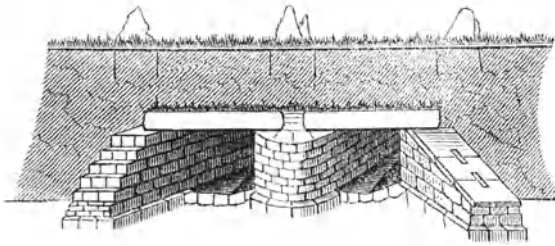
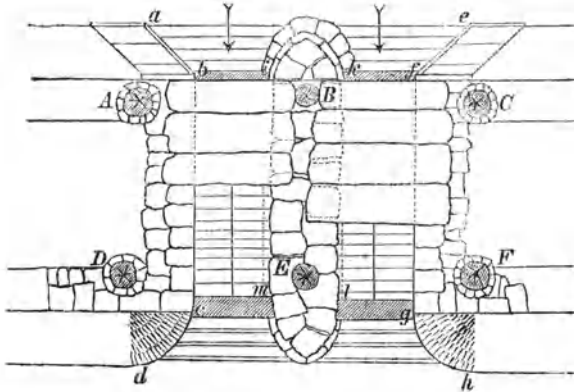


Fig. 247b.



oder ganz aus entsprechend starker, gutgefügter Speisemauer, auf welche von beiden Widerlagenseiten bc und fg die Deckplatten sich auflegen. Der „Tragpfeiler“ iklm muß mindestens eine Dicke von 0,4 bis 0,5^m und

eine Länge haben, welche um seine beiden Endspitzen von gerader oder wölblicher Dreiecksform über die Straßenkanten *bf* und *eg* hinausragt. Gegen Verschiebungen der Widerlager und Deckelplatten sichern gute Fundamente, Flügelmauern *ab*, *cd* . . . , in Blei gesetzte eiserne Dollen und Klammern und starke Hinterfüllungen mit grobem Gestein. Auf den Doppeltunnel kommen nach der Eindeckung und zugleich mit der Herrichtung der Ueberfahrt beiderseits 3 Abweissteine $\left. \begin{matrix} A, B, C \\ D, E, F \end{matrix} \right\}$ oder die zu einem Geländer nöthigen Pfosten.

Im Ganzen ist der Bau der Doppeldohlen stets massiver als bei den einfachen.

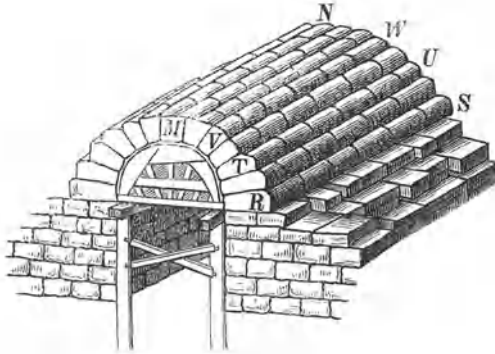
c. Gewölbdohlen.

§ 117.

Auch für kleine Durchlässe mit hinlänglicher Höhe der Wegkrone über dem Baugrund kann, wenn die Lichtweite $1,2^m$ nicht übersteigt, den Abschluß mit Deckelplatten ein kleines Gewölbe aus Trockengemäuer ersetzen.

Man behandelt den Gewölbebau ganz nach den gleichen Grundsätzen und Regeln wie bei der Ueberbauung stärkerer Wasserläufe (siehe die folgenden Paragraphen), aber man begnügt sich, für das Gewölbe passende Steine rauh nach dessen Radius (keilförmig) herzurichten, sie von beiden

Fig. 248.



Widerlagern her trocken reihenweise *RS*, *TU*, *VW* . . . aufzuschichten und schließlich durch Eintreiben der Schlüsselsteine *MN* die Verspannung zu bewirken, welche das Gewölbe tragfähig macht.

Nach Einsetzen der Schlüsselsteine wird das Gerüste vorsichtig weggenommen und das Gewölbe auf seine Festigkeit und Tragfähigkeit (z. B. durch Belastung) geprüft, wenn kein Senken oder Weichen bemerkbar, mit feuchtem Moos von oben her ausgefittert und mit Lehm oder sonstiger bindiger Erde etwa 10^m hoch überdeckt, worauf vollends die Ueberfahrt hergestellt wird.

Zehntes Kapitel.

Ueberbauung stärkeker Wasserläufe.

§ 118.

Kann die Verkehrserschließung nur in solcher Richtung geschehen, daß ein sie kreuzender Wasserlauf überschritten werden muß, oder ist diese Richtung dessenungeachtet die wohlfeilste und zweckentsprechendste, so sind für die Ueberbrückung des Gewässers die günstigsten Bedingungen aufzusuchen, was eine Reihe vorgängiger Untersuchungen und Erwägungen auferlegt:

1. An der Baustelle soll das Bach- (Fluß-) Bett seine mittlere (normale) Breite haben oder leicht erhalten können.
2. Der Baugrund soll von Natur sicher oder doch leicht künstlich zu befestigen sein.
3. Die Bauichtung (Längsachse) soll möglichst eine rechtwinklige zum Wasserlauf und eine gerade oder nur schwach gekrümmte sein (der Kürze und Leichtigkeit des Baues wegen) und
4. die Mittellinie (Sohlenrinne) mit der mittleren Richtung der Wasser- rinne (des Flußbettes, der Bachsohle) zusammenfallen, bezieh. letztere darauf hergerichtet werden können.
5. Die Lichthöhe und Weite der Brückenöffnung muß dem höchsten Wasserstand Rechnung tragen und etwaigen Stauungen durch Tief- lage der Brückensohle und sonstige Vorkehrungen vorgebeugt werden.
6. Die Normalbreite des Gewässers darf durch die Brückenanlage nicht verringert, am wenigsten bei starkem Gefäll die Mitte der Wasserrinne durch Pfeiler oder Joche verbaut werden.
7. Ueber die ganze Bauanlage soll die Fahrbahn ganz oder nahezu wagrecht ziehen und zu beiden Seiten ebenfalls das Gefäll eine Strecke weit das mäßigste sein.
8. Die Bauformen sollen dem übrigen Wegbau und der Umgebung entsprechen, Einfachheit und Regelmäßigkeit mit hinlänglicher Stärke vereinigen, die Dimensionen der Größe des Verkehrs und leichter Fahrbarkeit vollauf genügen.
9. Die Baustoffe sollen, soweit die nächste Umgebung sie in der erforderlichen Güte und Menge zu liefern vermag, ihr entnommen und die Bauart soll darnach eingerichtet werden.
10. Gegendübliche Regeln in Bezug auf Baugrundsätze, Bauarten, Baustoffe und Arbeitsweise sollen, wenn bewährt, angenommen, bezieh. beibehalten werden.

Für Waldwege empfiehlt sich aus vielfachen Gründen der reine Steinbau als Regel oder doch ein steinerner Unter- mit hölzernem, bezieh. eisernem Oberbau, weil die Dauer am größten ist, Erneuerungen oder Ausbesserungen nur in sehr großen Zeiträumen wiederkehren, der Steinbau den Beschädigungen durch schwere Lastfahren am wenigsten ausgesetzt, die Gefahr für die Fuhrwerke die kleinste, die Aussicht die leichteste ist.

Steinbauten mit eisernem Oberbau verdienen für gewisse Fälle eine Inbetrachtung, haben aber noch keine Erfahrung bezüglich ihrer Sicherheit und leichten Reparaturfähigkeit für sich.

Der reine Holzbau empfiehlt sich, wo die Holzpreise einigermaßen

hoch sind, beinahe nur noch für aushilfsweise Anlagen z. B. wenn die Geldmittel zur Durchführung der Steinbauten fehlen; wenn das Wegnetz noch mangelt; wenn die Thalrinne erst zu regeln ist; wenn mit Nachbarn noch Vereinbarungen zu treffen sind u. s. w. -- Nebstidem bleibt der Holzbau unentbehrlich auf beweglichem, für Steinbau unmöglichem Gelände. Der Holzbau mit steinernem Unterbau eignet sich für weniger gebrauchte Seitenwege und die kleineren Verbindungswege des inneren Verkehrs oder für leichten Bau auf große Spannweiten.

In allen Fällen sind stets die einfachsten Bauarten auszuwählen.

Daß und inwieweit die Steinbauten, obgleich in der ersten Anlage theurer, dennoch einen geringeren Aufwand im Ganzen verursachen, weist ein einfacher Kostenuberschlag nach. Wenn ein Holzbau das Kapital 100 jetzt und alle 20 Jahre erfordert (ungerechnet die häufigen Flickarbeiten!), so ist bei 4% der Jetztwerth des Gesamtaufwands ebenso groß, als wenn ein Steinbau in der Neuanlage das 1,75-Fache kostet und 80 Jahre hält, und als wenn beim Steinbau dem 1,9fachen ersten Aufwand eine 200jahrige Dauer zur Seite steht. Die eigene Erfahrung belehrt uns, daß öfter ein einfacher Steinbau nicht oder ganz unerheblich mehr als ein solider Holzbau kostet.

Bei jeder Ueberbrückung sind in Betracht zu nehmen

1. der Entwurf des Bauplans,
2. die Aussteckung der Baulinien,
3. die Bauarbeiten.

A. Die Steinbauten.

 119.

Entwurf des Bauplans.

Für den massivsten Bau einer Brücke aus Stein ist es unumgänglich nöthig,

1. die Geländeformen der Baustelle durch genauere Messung eines oder mehrerer Profile in der Richtung des Wasserlaufs und in der Querrichtung des Thales aufzunehmen und
2. den Baugrund zu untersuchen;
3. sich über den höchsten und niedersten Wasserstand zu verlässigen.

Alle drei Ergebnisse, zusammengehalten mit dem Niveau, der Richtung und Breite der künftigen Wegbahn, bestimmen die Grenzen, innerhalb welcher der Bauentwurf sich zu bewegen hat.

Das Eigengewicht des Baues und das Gewicht der Lastfuhren üben einen hohen Druck auf die Bodenunterlage, welche zugleich je nach ihrer Festigkeit, nach den Wasserständen und der Stärke der Strömung einem verschieden großen Angriff des Wassers ausgesetzt ist. Seinerseits übt wieder der Boden und der Wasserlauf einen schiebenden Druck auf das Mauerwerk und die übrigen Bautheile.

Die Unterlage oder der Baugrund ist trag- und widerstandsfähig, wenn er aus festem Felsen oder doch vorwiegend aus Gesteinstrümmern besteht, welche unter sich oder mit der Erdbeimischung fest genug verpannt sind, um nicht oder wenig aus der Lage zu weichen. Auch Kies und grober

Sand geben starkem Druck wenig nach, erheischen aber Sicherung gegen die Angriffe des fließenden Wassers.

Gleiche Sicherung bedürfen leichtverwitternde Gesteine, sonst feste Thon-, Letten-, Mergelböden, welche bei einiger Mächtigkeit für unsere kleineren Bauten einen völlig sicheren Baugrund darbieten.

Der angeschwemmte Boden, s. g. Auboden, Schlamm-, Flugsand-, Torf- und Moorboden sind stufenweise weniger tauglich und letztere, wenn tief hinabreichend, für Steinbauten unzugänglich.

Nachgrabungen müssen ergeben, wie tief hinabzugehen sei, bis guter Baugrund gefunden wird, oder ob und in welchem Umfang künstliche Gründung nöthig sei.

Bei weniger festem Boden genügt häufig für die Gründung eine wagrechte Einlage derber Bodenplatten, auf welche das Mauerwerk unmittelbar gesetzt wird. In anderen Fällen reicht zur Sicherung eine leichte Betonirung aus, seltener, bei beweglichen Böden, bedarf es der Gründung durch Kostwerk.

Der Bauplan erhält als Grundlagen die Straßenachse, die Mittellinie des Wasserlaufs und die Höhe der Fahrbahn an dem Kreuzungspunkt dieser Linien über dem Geländeprofil. Von ihnen aus trägt man beim Entwurf des Bauplans die Maaße der einzelnen Bautheile auf, welche die gleichen sind wie bei den Durchlässen, nur daß an Stelle der Deckelplatten das Gewölbe kommt und vor demselben häufig noch Strebe Pfeiler, über ihm Stirnmauern, Traggurten und Brustwehren (Brüstungen) hinzutreten.

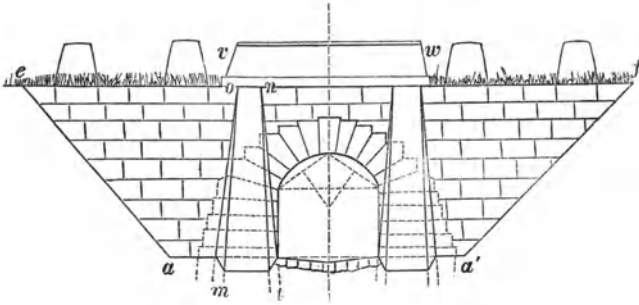
Ein ausführlicher Bauplan besteht aus

- a. dem Grundriß,
- b. den Aufrißen (des Einlaufs und Auslaufs oder oberem und unterem),
- c. dem Längs- und
- d. dem Querschnitt.

Je umfangreicher und theurer (überhaupt wichtiger) eine Bauanlage, in desto größerem Maaßstabe und mit mehr Eingehen in die Einzelheiten werden die Baupläne gezeichnet, z. B. für eine Brücke in Grund-, Aufriß zc. im Maaßstab von 1:50 bis 1:100, im Grundriß allein in Verbindung mit der nächsten Umgebung im Maaßstab von 1:200 bis 300, für einzelne Bautheile 1:10 bis 25. Ihre Einzelmaaße liefern dann die Anhaltspunkte einerseits für die Aussteckung der Baulinien, anderseits für die Kostenberechnung, den Bezug der Baustoffe und die Arbeitsbegebung. Absteckung, Berechnung und Leitung werden erleichtert durch Einschreibung der Einzelmaaße in den Werkplan, welcher zum Gebrauch des Bauführers und des Uebernehmers angefertigt wird.

a. Grundriß. Wenn in Fig. 249^a die Linie AB die Mittellinie des Wasserlaufs, CDE die Straßenachse, so sind zuerst die Straßenkanten JF und GH, sodann von AB aus die Baulinien der Widerlager a b und a' b' (aa' = Lichtweite des Dohlens) zu ziehen. Von beiden Straßenkanten entfernen sich die Fußlinien der Stützmauern oder Erdböschungen ea, a'f, gb und b'h um so weiter, je größer ihre Höhe und ihr Anzug ist; die Größe ai und bn zc. wird vom Längsschnitt (Fig. 249^b) abgegriffen und übertragen und mit Hülfe der Querprofilaufnahme Punkt e und f (Fig. 249^c), wo die Mauern und Böschungen nach oben auslaufen, be-

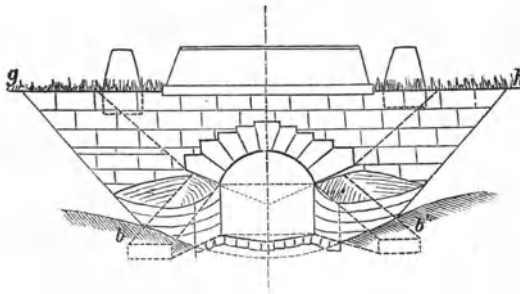
Fig. 249c.



eaaf und gbb'h nebst der Niveau- bezieh. Gefälllinie der Straße ef und gh gezeichnet sind, zusammengetragen und nach Bedarf ergänzt.

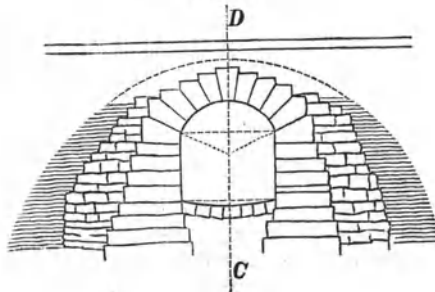
c. Der Längsschnitt. Ueber dem Längsprofil der Thalrinne AB (Fig. 249^b) werden zuerst die mittlere Höhe CD der Straßenbahn und deren

Fig. 249d.



Niveaulinie MN aufgetragen, von D aus die beiderseitige Straßenkante a und b und, gemäß dem gewählten Anzug, die Profillinien der Stirnmauern ao und bp, der Strebpfiler oder Flügelmauern am und rs und des Rollpflasters, welches entweder als gestreckte Gefälllinie xy in das schutt-

Fig. 249e.



befreite Geländeprofil hineingelegt wird oder zur Gefällminderung sich ober- und unterhalb (zuweilen auch inmitten) des Dohlens abtufft. Von den Punkten a und b abwärts werden sodann noch die lothrechten Abstände des Gewölbscheitels ic und nd, die Gewölbsstärke ce und df, Gewölbshöhe eg und fh aufgetragen und die Verbindungslinien gezogen, worauf sich schließlich die Höhe der Widerlager über dem Kollpflaster von selbst ergibt und nach örtlichem Befund die Tiefe der Fundamente.

d. Querschnitt. Bei größeren Bauanlagen wird der Bauplan noch durch die Darstellung eines Querschnitts in halber Gewölblänge (Vertikalebene durch CD des Längsschnittes, normal zur Linie AB des Grundrisses) ergänzt. Der Querschnitt zeigt das innere Baugesfüge, insbesondere (Fig. 249^a) die Höhe der Aufschüttung (nebst Versteinung der Fahrbahn) und der Gewölbeindeckung, mittlere Stärke des Gewölbes und der Widerlager, Lichtweite, Pfeilhöhe u. s. w.

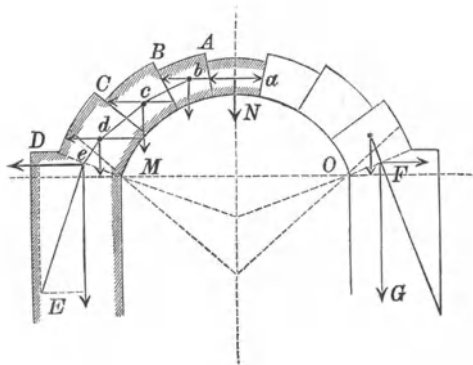
§ 120.

Baugrundfäße.

Das Wesentlichste bei den Bauanordnungen ist der Gewölbebau.

Der Gewölbebogen bildet eine Verbindung von Gesteinstücken mit senkrecht zur Bogenlinie d. h. radial zugerichteten Fugen. Jeder Stein muß, weil ohne wagrechte Unterlage, eine solche Lage annehmen, daß zur Erhaltung des Gleichgewichts der von seinem Eigengewicht und seiner Belastung geübte Schub vom nächsten Gewölbstein und ebenso der summirte schiebende Druck beider Steine vom nächstfolgenden Stein aufgenommen und ertragen wird, ohne daß eine Veränderung in seiner Lage und seinem inneren Zusammenhalt erfolgt. Eigengewicht und Belastung pflanzen sich als wagrechte und lothrechte Kraft fort und beide Kräfte setzen sich zu einer

Fig. 250.



Mittelkraft zusammen; fällt die Richtung derselben innerhalb der Berührungsfläche des nächsten Steins und wird von diesem in gleicher Weise dem nächsten mitgetheilt (Richtung bc gegen Fuge B, cd gegen Fuge C in Fig. 250), bis endlich die wirksamen Kräfte auf die Fugenfläche einer wider-

standsfähigen starken Unterlage DE treffen, so bleibt die ganze Verbindung im Gleichgewicht. Diesen Anforderungen wird im Gewölbebogen dadurch entsprochen, daß die Fugen senkrecht zur Bogenlinie gebildet sind, die Gewölbsteine vom Scheitel gegen die beiden Widerlager an Stärke zunehmen und der schiebende Druck als Bogenlinie gleichmäßig nach beiden Seiten wirkt; dabei ist der wagrechte Schub in allen Punkten der Verbindung gleich groß und der lothrechte Druck, dem Gewichte der ganzen an zwei Punkten getragenen Bogenverbindung gleich, ist vermöge des Baugesfüges im Gleichgewichte, weil (bezieh. wenn) die beiden äußersten Gewölbsteine mit rechtwinklig auf die Richtung der Mittelkraft zugerichteten Fugen an die Widerlager anschließen.

Würde für ein Gewölbe eine andere als die Kreisbogenlinie gewählt, so würde sich die Druck- oder Schublinie ebenfalls ändern und müßte eine entsprechende andere Fügung, Form und Größe der Gewölbsteine gewählt werden, ein Fall, dessen Eintritt bei einfachen Bauten immer vermieden werden kann.

Bei gleichheitlicher Spannung eines Gewölbes und gleichheitlicher Lastvertheilung über seinem Scheitel hat jedes der beiden Widerlager DE und FG das halbe Gewicht des Gewölbes und seiner Belastung zu tragen und einen wagrechten Schub auszuhalten, welcher von der Spannungsrichtung unten in den Widerlagern abhängt. Verbindet man die Schwerpunkte aller Gewölbsteine durch gerade Linien, so entsteht die „Drucklinie“ echa... Nach ihrer Lage ergibt sich die Standfähigkeit des Gewölbes; so lange die Drucklinie innerhalb der Gewölbstirne fällt (die Anordnung der Fugen rechtwinklig zur Drucklinie vorausgesetzt), so droht den Gewölbsteinen weder Verschiebung, noch Verdrehung, ganz abgesehen von der Reibung in den Fugen und der Mörtelverbindung. Daraus erklärt sich, warum auch kleinere Gewölbe aus Trockengemäuer haltbar sein können.

Schneidet die Drucklinie die innere Wölblinie MNO, so droht Gewölbeinsturz; stehen die Fugen nicht rechtwinklig zu echa..., so kann höchstens die Fugenreibung und die Mörtelverbindung ein Abgleiten der Steine und Einstürzen des Gewölbes verhindern. Diese günstige Wirkung darf jedoch, weil Erschütterungen durch Fuhrwerke sie aufheben können, niemals als hinlänglich sichernd gelten.

Für jede Gewölbordnung kommen vorzugsweise in Betracht

- a. die Gewölbform,
- b. die Lichthöhe und insbesondere die Pfeilhöhe,
- c. die Licht- oder Spannweite,
- d. die Gewölbstärke,
- e. die Widerlager, ihre Verstärkungen und Abflüsse,
- f. die Gewölbeindeckung und Hintermauerung, sodann
- g. die Brüstungen nebst Abweisssteinen und
- h. die Gewölbsohle.

a. Gewölbform. Ist die innere Wölblinie ein Kreisbogen — der gewöhnliche Fall —, so heißt das Gewölbe „Kreisgewölbe“; seine Fugen stehen senkrecht zur Wölblinie und die Gewölbsteine müssen, aus schon erwähnten Gründen, gegen die Widerlager hin an Stärke zunehmen (höher werden). Man soll diese Höhen, um das Gewölbe standfähig zu machen, dadurch ermitteln, daß man die Wölblinie MN in gleiche Theile theilt (ac, ce, eg...), die erste Fuge ab verlängert, bis sie eine Waagelinie AG

des Kreisbogens mit der den Bogenursprung bildenden Sehne zusammenfällt. Diese Bauart beansprucht jedoch den größten Abstand zwischen Wegkronen und Gewölbssohle, so daß entweder der Gewölbscheitel der Wegoberfläche zu nahe kommt und von dem Druck und der Erschütterung schwerer Fuhren nothleidet oder die Ueberfahrt zur Vermeidung dessen eine hemmende Gegensteigung erhalten muß.

Man ermäßigt deswegen den Pfeil soweit, als der Durchgangsraum unter der Straßenebene örtlich erfordert, nachdem man dem Bogenursprung MO den für den Durchfluß nöthigen Abstand von der Gewölbssohle gegeben hat; dann senkt sich der Bogenmittelpunkt P , der Halbmesser r vergrößert sich, wird $= MP_1 - MP_2 \dots$, der Bogen wird ein „gedrückter“, das Gewölbe ein „Stichbogengewölbe“.

Der kleinstzulässige Bogen für einfache Gewölbe ist $= 2r\pi : 6$, wobei die Sehne gleich einer Seite des eingeschriebenen Sechsecks, also $s = r$ wird.

Somit ist der zweckmäßigste Bogen stets zwischen den Mittelpunkten P und P_3 und den Halbmessern $MP = PN$ und $MP_3 = N_3P_3$ zu wählen.

Als passendes Verhältniß zwischen der Lichtweite s und der ganzen Lichthöhe h (Pfeilhöhe p + Widerlagerhöhe w über der Sohle) wird für Halbkreisbögen angegeben: $p + w = s + 1$, woraus auch $w = \frac{1}{2}s + 1$.

Den gedrückten Bogen und den zugehörigen Halbmesser findet man, wenn s und p gegeben, z. B. nach Halbiren von MN_1 und N_1O und Ziehen der Linien SP_1 und TP_1 aus der Entfernung des Schnittpunktes P_1 von M .

Auf dem Rechnungswege ergibt sich

$$\text{I. aus } r^2 = (r - p)^2 + (s : 2)^2$$

$$r = \frac{p^2 + (s : 2)^2}{2p} = MN_1^2 : 2p.$$

II. Wenn Centriwinkel MP_1O bekannt ($= \beta$), ist $r = p : (1 - \cos \frac{1}{2}\beta)$.

Umgekehrt ergibt sich für einen gewählten Halbmesser

$$\text{III. } p(N_w) = s^2 : 8r.$$

Wenn $p =$	wird $r =$
$s : 2$	$\frac{p}{2}$
$s : 4$	$0,625 s$
$3s : 8$	$0,521 s$

u. f. w.

Beim Bogen mit größter Drückung (kleinste Wölblinie) wird $\beta = 60^\circ$ und für $r = 1$

$$\left. \begin{array}{l} p = 0,134 \\ \frac{s}{2} = 0,500 \end{array} \right\} \text{ somit } p = 0,134s.$$

Das Maaß der Verdrückung eines Gewölbes wird gegeben durch den Bruch $p : s$; es ist also beim Halbkreisgewölbe (Maximum) 0,50, beim flachsten Stichbogen (Minimum) = 0,134 oder zwischen $\frac{1}{7}$ und $\frac{1}{8}$ der Spannweite.

Trocken gemauerte Gewölbe müssen dem Halbkreis am nächsten kommen,

um die nöthige Spannung zu erreichen, und gegen Schub durch gleichmäßige Verteilung und beiderseitige gute Verbindung mit den Widerlagern gesichert sein.

c. Die Licht- oder Spannweite ist nach der Wassermenge zu bestimmen, welche der gewölbte Durchlaß ohne Stauung zur Zeit der höchsten Wasserstände aufnehmen und weitergeben muß. Ein zu kleines Durchlaßprofil veranlaßt Wasseransammlungen oberhalb des Durchlasses, welche entweder über die Ufer treten oder, wenn die Ufer hoch, die Geschwindigkeit des Wasserlaufs und den Druck auf den Bau derart vermehren, daß das Bauwerk durch Unterwühlungen, Auswaschungen und Verschiebungen in Gefahr kommt. Wählt man dagegen ein zu großes Profil, so verringert der Wasserlauf seine Geschwindigkeit vor und unter dem Bau und bildet Ablagerungen, welche, wenn auch zeitweise weggeräumt, doch zu Angriffen der nächsten Uferstellen und der Fundamente des Baues führen können.

Bevor man den Bauplan feststellt, wird deswegen am besten durch einige Messungen die mittlere Größe des Wasserbettes und sein mittleres Gefälle auf eine größere Strecke hin festgestellt und dann dem Bauentwurf eine Spannweite und Lichthöhe zu Grund gelegt, welche den höchsten Wasserständen genügt, zugleich aber ein Gefälle der Brückensohle angeordnet, welches das mittlere Gefälle der nächsten oberen Thalstrecke etwas übersteigt, und zugleich an Orten mit starken Strömungen dem Unterbau eine sichernde Verstärkung in allen Theilen gegeben. Bei regelmäßigen Wasserläufen ist die Normalbreite für die meist kleinen Gewölbebauten der Waldwege unschwer festzustellen.

d. Für die geeignete Gewölbstärke kommt zunächst die Scheitelstärke in Frage, für welche durch verschiedene empirische Formeln aus Spannweite, Pfeilhöhe, der vermuthlichen größten Belastung und dem Eigengewicht Ableitungen versucht wurden. Wie in allen ähnlichen Fällen, müssen dabei Einflüsse von bald bedeutender, bald geringer Wichtigkeit außer Ansatz bleiben.

Unter den Erfahrungsregeln hat jene des französischen Ingenieurs Perronet vielfache Geltung erhalten, nämlich wenn die Spannweite = S, soll die Scheitelstärke d des Gewölbes sein

$$= \frac{5S + 46,78}{144} = (0,035S + 0,33) \text{ Meter}$$

z. B. für $S = 1^m$, $d = 0,37^m$,
 „ $S = 2^m$, $d = 0,40^m$.

Gegen die Widerlager hin soll die Gewölbstärke D nahezu = 2d werden.

Eine ähnliche Formel für die mittlere Dicke δ des Gewölbes gibt Ed. Schmitt*) mit Berücksichtigung der Erdüberschüttungshöhe h über dem Gewölbe, nämlich

$$\delta = (0,40 + 0,05S)(1 + 0,04h).$$

Wenn $h < 2^m$, so kann hier der zweite Factor unbeachtet bleiben. Der Werth δ aber kann für das ganze Gewölbe konstant bleiben oder es kann die Scheitelstärke $d = 0,85\delta$ und die „Kämpferstärke“ $D = 1,15\delta$ angenommen werden.

*) Ed. Schmitt „Der Erdkunstbau“, I. Theil, Leipzig 1871, Seite 58.

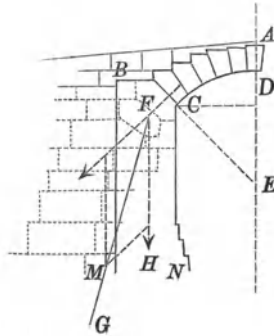
Für Stichtbögen soll sein, wenn Pfeilhöhe = p ,

$$\delta = \left(0,40 + 0,025 \frac{S^2}{p} \right) \text{ Meter.}$$

e. Die Widerlager bilden bei Gewölben, wie aus den obigen Darlegungen ersichtlich, einen viel wichtigeren Bauteil, als bei den Deckeldohlen, denn sie haben das Gewölbe nebst seiner ständigen und Fuhrenlast zu tragen, dem Seitenschub der Hinterfüllung und den Angriffen der Gewässer zu widerstehen, also durch ihre eigene Standfähigkeit die Verbindung zwischen beiden Ufern zu vermitteln.

Ihre Stärke ist, um sie standfähig zu machen, in Bezug auf den Druck festzustellen, welchen die Gewölbhälfte ABCD mit ihrer Belastung senkrecht gegen die Widerlagerfläche BC ausübt und welcher mit dem im Schwerpunkt F des Widerlagers lothrecht wirksamen Gewichte zu einer Mittelkraft

Fig. 253.



zusammenzusetzen ist. Fällt die Richtung der Mittleren FG innerhalb der Grundfläche MN des Gewölbtürrägers und ist zugleich α FGH klein genug (kleiner als der Reibungswinkel, siehe § 106), so ist weder ein Umwerfen des Widerlagers um den Drehpunkt M, noch ein Verschieben zu befürchten: das Widerlager ist standfähig. Dabei ist noch zu beachten, daß die Hinterfüllung einen Gegendruck ausübt, welcher den Gewölbeschub theilweise aufhebt. Dennoch muß den Widerlagern alle Aufmerksamkeit bezüglich der Auswahl fester Baustoffe, Verwendung guten Mörtels und sorgfamer Schichtung und Fügung gewidmet werden.

Da die Widerlagerstärke k sich nach dem Gewölbedruck richten muß und die Gewölbestärke im Wesentlichen aus der Spannweite S bestimmt wird, so lassen sich aus letzterer ebenfalls Regeln für die Größe k ableiten. E. Schmitt gibt a. a. O. die Formel für die Kämpferstärke bei Halbkreisgewölben

$$k = (0,65 + 0,03S + 0,07h) (1 + 0,06h') \text{ Meter}$$

worin h = ganze Lichthöhe und h' = Höhe der Uberschüttung und der zweite Factor wiederum, wenn $h' < 2^m$, vernachlässigt werden kann.

Ferner für Stichtbogengewölbe

$$k = (0,65 + 0,03 \frac{S^2}{p} + 0,07h) \text{ Meter.}$$

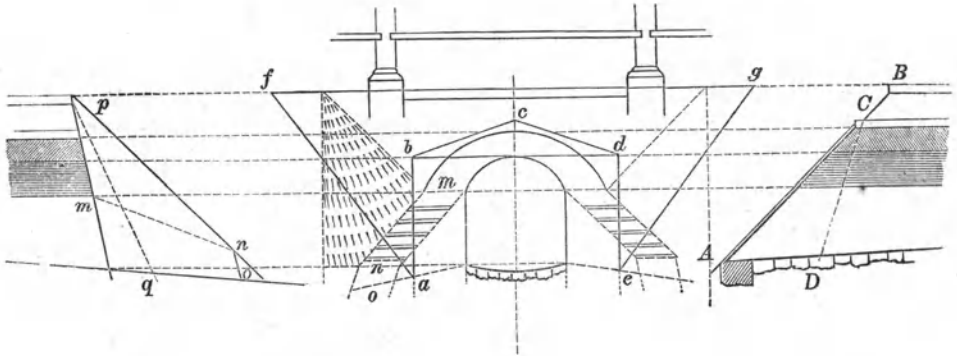
Vielfach gilt die praktische Regel, für größere Brückengewölbe,
 wenn halbkreisförmig oder wenig gedrückt, $k = 0,28$
 " stärker gedrückt, $k = 0,25$ bis $0,38$
 zu nehmen.

Wie bei den Deckeldohlen bedürfen auch hier die Widerlager der Verstärkungen und Abschlässe durch Flügelmauern, nur ist der Bedürfnisgrad ein höherer und müssen wegen des meist höheren Aufbaues diese Anlagen größere Maße annehmen und sorgfältiger hergestellt werden, um jegliche Unterspülungen und Hinterwaschungen, namentlich durch Wildwasser, abzuweisen und die Standfähigkeit der Widerlager zu erhöhen.

Beim einfachsten Bau wird die Gewölbstirne am Ein- und Ausgang entweder in der Weise zum Abschluß gebracht,

α. daß sie, durch schmale Stirnmauern *abcde* (Fig. 254) umrahmt, im Anzug *AB* der beiderseits anschließenden Dammböschung liegt oder

Fig. 254.



β. daß sie, mit steilem Anzug *CD* gegen die Straßenkante aufsteigend bis zur Höhe der letzteren zu einer Stirnmauer *afge* sich beiderseits verbreitert, an welche sich die Dammböschung *af* und *ge* in zwei Erdregeln anschließt.

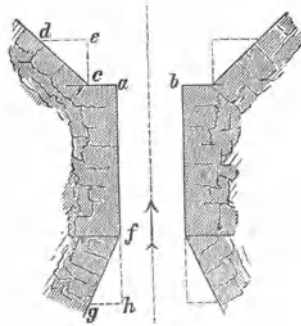
Bedarf dagegen das Gewölbe einer Sicherung gegen Erdschub und Wasserangriffe (hohe Gewölbe, wilde Gewässer), so laufen die Widerlager entweder

γ. in niedere Flügelmauern *mno* aus Trockengemäuer aus, an welche wiederum die Erdböschung (bezieh. die beiderseitige Thalwand) sich anlehnt, oder

δ. die Gewölbstirne und die darüber bis gegen die Straßenkante aufgebaute Mauerstirne *afge* erhalten die größere Verstärkung durch Strebpfiler *pq*, so namentlich an dem höheren und größerer Belastung ausgesetzten Dohlenausgange. Beide letztere Fälle sind angedeutet in Fig. 249, *a* bis *d*.

Die Flügelmauern decken entweder die Widerlager vollständig, Profil *gf* (Fig. 255), oder sie sitzen, z. B. um *ac*, seitwärts, ersteres beim Einlauf immer, letzteres zuweilen beim Auslauf. Ihre Höhe kann bis auf

Fig. 255.

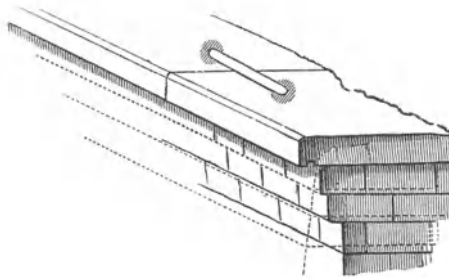


0,5^m herabsinken, ihre Richtung ist gewöhnlich so, daß $de = ec$, wenn nicht bestimmte Gründe (Thalenge etc.) zum Verhaltui $gh : fg$ zwingen.

Den Strebpfeilern gibt man gewöhnlich den 2 bis 2 $\frac{1}{2}$ fachen Anzug der Stirnmauer.

Die beiderseitigen Stirnmauern, welche bei geringerer Höhe immer Trockenmauern sein können, pflegt man mit den f. g. Gurten (Deck- oder Tragsteine) zu decken, sauber behauene Platten von mindestens

Fig. 256.



40^{cm} Breite und 7^{cm} Dicke, nach oben abgekantet („abgefaßt“), nach unten mit der f. g. „Wassernase“, damit das Wasser frei abtropft. Durch eingeleitete eiserne Klammern verbunden, halten sie die letzte Mauerfachichte, schließen den Bau nach oben ab und geben ein gefälliges Aussehen.

f. Um das Gewölbe gegen den schiebenden Druck der Aufschüttung und der Lastfuhrwerke vollständig zu schützen und die Tagwasser, welche durch die Fahrbahn und Gewolbuberschuttung auf das Gewölbe gelangen könnten, abzuleiten, muß

1. das Gewölbe beiderseits so weit hintermauert werden, daß die Mauerung bis zur Wagrechten bd (Fig. 254) mit der Rückkante b und d reicht und gegen den Gewolbscheitel c ausläuft, sodann
2. mit einer mindestens 10^{cm} dicken Lehm- oder besser einer Cementfachichte überdeckt werden, welche festgestampft und darauf mit kleingeschlagenen Steinen oder Gerölle (Kies) überführt wird.

ihr aus bemisst sich weiterhin die Höhle der Widerlager u. s. w. In den Linien HK und JL werden Schnüre gespannt, von welchen herabgesenkt wird, um die Fundamentlinien der Widerlager zu finden.

Die Ausstreckung erfolgt unmittelbar mit dem Baubeginn.

§ 122.

Bauausführung.

Nach Ausheben des Baugrundes in Fundamentbreite in den Hauptrichtungen MHKN und OJLP hat man sich vollends über dessen genügende Tragfähigkeit verlassigt und stark nachgiebigen Boden durch die s. g. Gründung (§ 109) befestigt.

Kann als Bauzeit nicht jene des niedrigsten Wasserstandes gewählt werden, so trifft man Vorkehrungen, um den Wasserlauf einstweilen um die Baustelle herumzuleiten oder auf die eine Seite zu drängen, bis das Widerlager anderseits fertig gestellt ist.

Zum Aufbau der Widerlager verwendet man lauter feste Bausteine, lässt die Mauerkanten, weil der Strömung am meisten ausgesetzt, aus den schwersten und haltbarsten Steinen herstellen und für die Stirnseite der Widerlager den Steinen besseres Haupt und schärfere Stoßfugen geben. Regelmäßige Schichtung des Mauerwerks aus Quadrern hat den Vorzug. Nur wenn Gefüge und Härte der Steine die Zurichtung zu sehr vertheuert, steht man davon ab (krystallinisch-körnige, Quarzgesteine zc.). Speisemauerwerk mit Wassermörtel ist Regel und um so weniger entbehrlich, je unregelmäßiger und geringer die Bausteine sind.

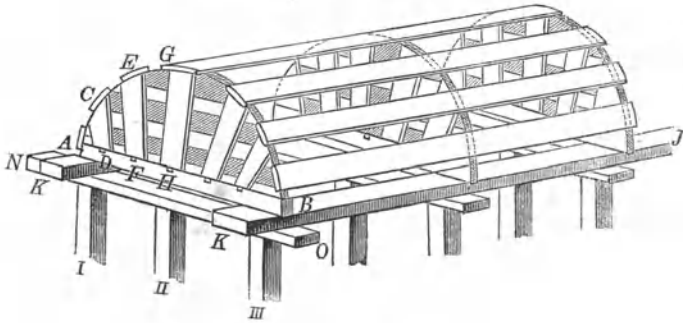
Die Widerlager werden lothrecht aufgebaut, können jedoch nach oben in ihrer Stärke bis auf 0,75^m abnehmen. Man nimmt ihre Maaße um so stärker, je weniger zuverlässig die verfügbaren Baustoffe und Bindemittel und — die Bauarbeiter sind.

Gleichzeitig mit den Widerlagern baut man die Strebepfeiler, Flügel- und Stirnmauern auf. Ihr Anzug und ihre Stärke richten sich nach den allgemeinen Regeln des Stutzmauerbaues (Trodden- oder Speisemauer), jedoch mit der leitenden Absicht, dem Gewölbe volle Standfähigkeit zu verleihen und sie selbst gegen Angriffe des Wassers und Erdschub sicher zu stellen — also reichliche Maaße (gar an Floßbächen)! —

Nach Herstellung der Widerlager ist das Ausschlagen der Lehrgerüste ein Gegenstand von der Wichtigkeit, da der Gewolbbebau mit ihrer Hilfe und Stütze und nach ihrer äußeren Formung stattfinden muß. Sie müssen demnach selbst von so genauer Formung und Stärke und so fest und zweckmäßig verbunden sein, daß sie ohne Biegung oder Verschiebung und gegen Beschädigung während des Gewolbbebaues sicher die Stütze und die Seele des Gewölbes bilden, bis das letztere nach Einsetzen der Schlußsteine in sich selbst tragfähig ist; alsdann aber müssen sie sich, bei der s. g. Ausrüstung, leicht und gefahrlos entfernen lassen.

Das Lehrgerüste (die Einschalung) wird wie folgt angefertigt (Fig. 258): In ein Balkenstück AB, dessen Länge der Spannweite des Gewölbes gleich, sind 5 (oder mehr) hölzerner Streben CD, EF, GH... von 10—20^{cm} Stärke fächerartig eingezapft und hierauf Brettstucke quer aufgenagelt, welche vor oder nach der Befestigung in der Bogenform des herzustellen den Gewölbes ausgeschnitten werden. Mindestens drei solche

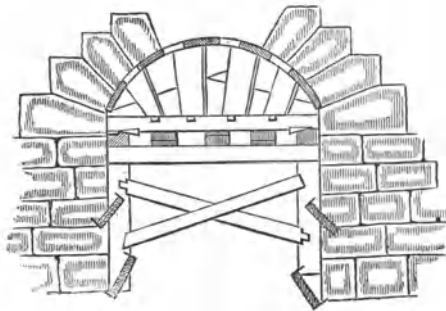
Fig. 258.



„Lehrbogen“ (Rüßbogen), deren Abstände nicht über 1,5^m betragen sollen und welche durch horizontale Zangenhölzer verbunden werden, bilden das „Lehrgebiege“. Zu ihrer senkrechten Aufrichtung wird zwischen den aufgemauerten Widerlagern ein stehendes oder hängendes Balkengerüste hergestellt. Stehend heißt es, wenn unter jedem Lehrbogen in der Querrichtung der Widerlager 3 starke Pfosten (I, II, III) in die Bausohle gestellt, in Widerlagerhöhe mit einem wagrechten Querbalken NO verbunden und von einem derartigen Gestell zum anderen längs den Widerlagern die beiden Balken KJ gelegt und an die Gestelle geklammert werden. Die hierauf gestellten Lehrbögen werden ebenfalls mit dem Gebälke und die Gestelle mit den Widerlagern durch eiserne Klammern verbunden — nicht durch Verzapfungen oder dergleichen, damit das Lehrgerüste stückweise leicht aus dem fertigen Gewölbe abzunehmen ist.

Hängende Lehrgerüste werden gewählt, wenn die Widerlager sehr hoch sind, die Bausohle zur Aufnahme des Gerüstes sich nicht eignet oder ein stehendes Gerüste durch Hochwasser, Floßhölzer oder sonstwie während des Baues bedroht wäre. Beim Hängengerüste entfällt der Mittelpfosten und

Fig. 259.



werden die beiden äußeren Pfosten an beiden Widerlagern mit Klammern schwebend befestigt und durch Streben und Querbölzer tragfähig verspannt, ohne auf der Bausohle zu stehen (Fig. 259).

In beiden Fällen werden die aufgerichteten Lehrbögen schließlich durch

parallel aufgelegte Bretter oder starke 5—7^{zm} breite Latten verfertigt, welche jedoch, weil sie nur durch die Beschwerung der Gewölbschichten festgehalten werden sollen, erst mit dem Fortgang des Gewölbebaues in schmalen Abständen an einander gereiht werden. Bretterverschalung hat den Nachtheil, daß während der Arbeit die Stoßfugen der einzelnen Gewölbschichten sich nicht einsehen lassen. Dagegen sind Latten bei größeren Gewölben der Verbiegung ausgesetzt, wenn nicht die Lehrbögen sehr nahe zusammengedrückt werden. Man ersetzt sie dann lieber durch 12—15^{zm} starke Rahmenhölzer.

Sofort beginnt über dem Lehrgerüste das Aufmauern des Gewölbes von beiden Widerlagern gegen den Scheitel, in gleichmäßig durchziehenden Längsschichten, deren Lagerfugen einen geradlinigen Radialschnitt darstellen sollen. Da (namentlich bei Trockengewölben) die Tragfähigkeit des Gewölbes durch die Spannung der Gewölbssteine, nicht durch ihr Bindemittel erreicht werden soll, so müssen die Steine richtig d. h. genau nach dem Halbmesser des Gewölbebogens bearbeitet sein, bevor man sie einlegt. Der Mörtel dient nur zur Ausfüllung der unvermeidlichen Unebenheiten, zur besseren und dichteren Verbindung; zu gleichem Zweck und zur Ergänzung der Spannung dient das Auskeilen aller Fugen mit harten Steinplütern.

Die „Stirnsteine“ verlangen die sauberste Bearbeitung; es werden dazu die schönsten Steine ausgewählt und mit flachem oder erhabenem Haupte versehen. Damit ihre Fugen genau passen, werden den Aufrissen die nöthigen Maße des Gewölbes entnommen und in natürlicher Größe auf eine zusammengefügte ebene Dielentafel aufgetragen oder für jede Schichte Schablonen ausgeschnitten, nach welchen die Steine gerichtet werden.

Zuletzt sind genau im Scheitel des Gewölbes die Schlusssteine einzusetzen und mit kräftigen Schlägen einzutreiben. Sie müssen vollkommen passen, richtig und fest sitzen, damit nach Wegnahme der Verschalung das Gewölbe sich weder senke, noch seitwärts verschiebe. Eine kleine Senkung pflegt indessen in dem Scheitel jedes Gewölbes von einiger Spannweite zum Theil schon während der Arbeit einzutreten und darf z. B. auf 3^m Weite noch 3^{zm} betragen (auf 4^m Spannweite 3,5^{zm} u. s. w.), worauf wegen Sicherung der Gewölbforn bei Aufstellen der Lehrbögen Bedacht zu nehmen ist.

Der allmählichen Senkung des Gerüsts nach dem Schließen des Gewölbes wirkt das Eintreiben flacher trockener Holzkeile über oder unter den Längs- oder Querbalken, unter den Gestellhölzern oder an sonstigen geeigneten Stellen des Lehrgebieges entgegen.

Zugleich mit dem Aufbau des Gewölbes schreitet jener der Stirnmauern und die Hintermauerung beiderseits fort, so daß es mit dem Gewölbschluß nur noch der letzten sorgfältigen Ueberspeisung des Gewölbes, der Auführung der Stirnmauern bis zur festgesetzten Höhe und ihrer Eindeckung mit den Tragsteinen sowie der Ueberdeckung des Gewölbes mit der schützenden Cement- oder Lehmsschichte bedarf.

Bei Trockengewölben kann nach Einsetzen der Schlusssteine die wichtige Arbeit der Ausrüstung oder Entschalung d. h. der Wegnahme der Lehrgerüste sogleich folgen, weil kein Verhärten und Abtrocknen der Bindemittel abzuwarten ist. Man beginnt das Ausrüsten unter steter Beobachtung seiner Wirkung bezüglich des etwaigen Nachgebens des Gewölbes mit aller Vorsicht, treibt allmählig und möglichst gleichzeitig unter allen Lehrbögen die hölzernen Keile aus, worauf erst die Bögen weggenommen werden.

Macht sich eine ungleiche und auffallende Senkung bemerklich, so ist das Baugesüge unrichtig und muß das Gewölbe umgebaut werden.

Bei Speisgewölben wartet man Abtrocknung und mindestens Beginn der Speisverhärtung ab, wozu je nach Dertlichkeit, Jahreszeit, Art und Größe des Baues 2 bis 4 Wochen gehören (mitunter noch mehr); doch wird von erfahrenen Bauleuten auch die Ausrüstung der Speisgewölbe unmittelbar nach Gewölbeschluß für zulässig erachtet; für das Eine wie für das Andere sprechen gute Gründe. Nach dem Ausrüsten wird die innere Gewölbedecke (zugleich damit oder vorher auch die beiderseitige Stirnmauer) in den Stosfugen ausgefeilt und mit Mörtelbewurf glatt ausgestrichen.

Hat sich das Gewölbe standfähig erwiesen, so wird, wie bei den Deckeldohlen, die Ueberfahrt durch Aufschüttung des Dammkörpers und Anlegen der Fahrbahn fertig gestellt und mit den nöthigen Schutzvorrichtungen (Geländern, Brüstungsmauern oder Abweissteinen) versehen.

In steinarmer Gegend haben auch die Backsteingewölbe noch vor Holzbauten den Vorzug (größere Dauer bei hinlänglicher Tragfähigkeit). Es empfiehlt sich jedoch,

1. die Steine in der Form des Gewölbebogens besonders brennen zu lassen und das Gewölbe mit doppelter Backsteinlage zu bauen,
2. auf gute Mörtelverbindung (Eintauchen der Backsteine in Wasser),
3. auf gute Gewölbeindeckung und hinlänglichen Abstand des Scheitels von der Fahrbahn Bedacht zu nehmen und
4. der inneren Gewölbedecke vollen Verputz mit Wassermörtel zu geben.

B. Die Holzbauten.

§ 123.

Zu festen, hölzernen Brücken bedarf es eines durchdachten Systems verschieden langer und starker Verbindungsstücke aus Holz oder (meistens) Holz und Metall, welches den dauernden und zeitweisen Belastungen einen sicheren Widerstand entgegenstellt. Das Eigenthümliche dieser Holzbauten liegt darin, daß der natürliche Zusammenhalt der Hölzer hauptsächlich in Einer Richtung benützt ist, um sie in der Länge der Brückenbahn hindurchgehen zu lassen und in bestimmten Abständen als Balken, Träger, Streben zc., welche die eigentliche Fahrbahn aufnehmen und stützen, neben- und gegeneinander zu verlegen. In ihrem künstlichen Zusammenhange bilden diese Gebälkverbindungen das Brückengerüste, welches

- a. bei den kleineren Brücken unmittelbar von Ufer zu Ufer reicht,
- b. bei den größeren noch von Zwischenpfeilern (Thal- oder Flußjochen) gestützt wird.

In beiden Fällen liegt das Gerüste auf den Uferbefestigungen auf, welche selbst entweder Holz- oder Steinbauten sind.

Die Bauaufgaben des Forstwirths beschränken sich auf kleinere Brückenbauten, welche nur bestehen aus

1. den Land- oder Uferfesten,
 - a. aus Stein (Pfeiler),
 - b. aus Holz (Joch),
2. dem Brückengerüste,
3. der Brückenbahn und dem Brückengeländer.

§ 124.

Land- oder Uferfesten.

a. Pfeiler.

Ähnlich wie bei Deckelbohlen längs der beiderseitigen Uferränder die Widerlager ziehen, können auch die Landpfeiler, welche das Brückengerüste nebst Bahn u. oder den s. g. Oberbau tragen sollen, aus verschiedenartigem Mauerwerk hergestellt werden. Wie dort bedarf es der Fundamentirung und der Sicherstellung gegen Unter- und Hinterpülungen.

Die Höhe der Landpfeiler bestimmt sich aus der Höhe der Brückenbahn über dem Wasserspiegel, ihre Länge aus der Breite der Bahn (also meistens aus der Kronenbreite der Straße) und die Länge der Flügelmauern, in welche die beiden Landpfeiler thalauf- und abwärts auslaufen müssen, sowohl gegen Hinterpülungen als behufs des Anschlusses an den Straßenkörper, bestimmt sich aus der Höhe und Steilheit der Uferwände und dem Schutzbedürfniß gegen das Gewässer. Die Flügelmauern schließen sich recht- oder stumpfwinklig an die Uferwände an und werden mit verklammerten Steinplatteln eingedeckt oder abgetrepppt.

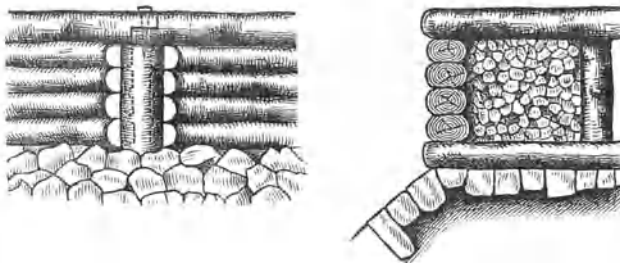
Wie bei anderen Futtermauern nimmt die Stärke der Landpfeiler mit ihrer Höhe und der Größe des hinter ihnen thätigen Erddrucks zu, mit der Güte der Baustoffe ab; jedoch verlangt die geringere Festigkeit des hölzernen Oberbaues, welcher durch das Fuhrwerk in häufige und starke Schwingungen versetzt wird, etwas massiveren Mauerbau (häufige Durchbindung in die Hinterfüllung hinein) und gegen Verschiebung sichernden oberen Abschluß.

b. Sohle.

Beim Mangel an Bausteinen, bei nachgiebigem Boden (Schlamm- und Moorboden), leichteren und Nothbauten werden die Uferwände mit Holz befestigt.

Die einfachste Befestigung ist jene durch Faschinen, in wagrechten, durch Pfähle und Flechtgeräten befestigten Lagen aus Weichholz. Ihre Bewurzelung vermag die Wände der Anschüttungen ziemlich lange zu erhalten; indessen für sich allein haben sie nur Tragfähigkeit für ganz leichte Brückenbauten (kleine Nothbrücken). Tragfähiger, aber nicht dauerhafter sind Holzwände aus Trummen roher Baumstämme, welche fachweise mit ebenen Beschlagflächen auf einander gefügt und mit ihren zugerichteten Endkanten in die Ruthen aufrecht in den Boden gerammter Rundpfosten eingelassen werden. Eine Steinschüttung schützt den Fuß der Holzwände gegen Angriffe des Gewässers (Fig. 260). (Man greift zu derartigen Anlagen, um Hiebsorte

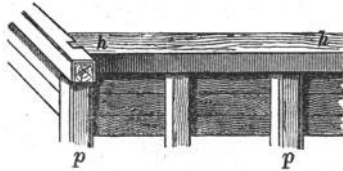
Fig. 260.



auf die Dauer ihrer Abnutzungszeit mit einer längs dem anderen Thalrand ziehenden Straße in Verbindung zu setzen, und bricht nachher gewöhnlich den ganzen Holzbau oder nur den Oberbau wieder ab.)

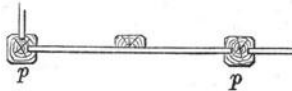
Nur Land- und Uferjoche aus Hartholz, welches durch Beschlag vom Splintholz befreit ist, erfüllen den Anspruch längerer Dauer, am ehesten die Spundwände (Verschalungen) aus Eichenkernholz. Sie bestehen aus 5 bis 8^{cm} starken Verbohlungen, welche entweder fachweise zwischen die Nuthen je zweier in den Boden gerammter kantig beschlagener Pfosten

Fig. 261a.



von etwa 15^{cm} Stärke eingelassen sind und mit stumpfen Längsfugen zusammenstoßen (Fig. 261a) oder hinter den Pfosten durchstreichen, wechselseitig über den nächsten Pfosten wegreichen und mit starken eisernen Nägeln

Fig. 261b.

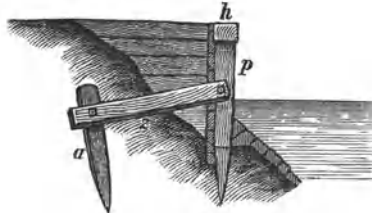


befestigt werden (Fig. 261b). Sollen die Pfosten vor dem Wasser gesichert sein, so muß außerhalb eine zweite Bohlenwand angebracht werden, auf die ganze oder einen Theil der Wandhöhe.

Von beiden Enden der Foch- oder Hauptwand streichen Flügelwände von gleich starkem Gefüge gegen die Uferwand hin, senkrecht zur ersteren, wenn die Wegkrone in Geländehöhe liegt, sonst in passenden Winkeln, wie es der gegen Hinterspülung gerichtete Zweck gebietet.

Die Pfosten (Fochpfähle) p haben von Mitte zu Mitte einen Abstand

Fig. 262.



von 1,2 bis höchstens 2^m und sind oben durch Verzapfung und eiserne Bänder oder Klammern mit darüber gelegten Fochholmen hh verbunden (Fig. 261a und 262).

Hohe Spundwände, wenn starkem Erdschub ausgesetzt, werden an die Uferwand verankert d. h. je ein Zangenholz z wird an jeden (oder den zweiten, dritten) Jochpfahl und an einen schief gegen das Ufer eingerammten Ankerpfahl a festgeschraubt.

Die Joch- und Ankerpfähle gelten erst als festgerammt, wenn sie den Stößen der Ramme wenig mehr nachgeben.

§ 125.

Das Brückengerüste.

Die örtlichen Umstände, Bestimmung, Richtung und Breite der Wege und ihrer Fahrbahn, wonach auch die Bauart der Brückenbahn sich zu richten hat, bestimmen die Anordnungsweise des Brückengerüstes.

Bei einfachen Brücken d. h. jenen ohne Zwischenpfeiler, ruht das Brückengerüste auf den Uferfesten, entweder

- a. ohne weitere Unterstützung durch Verstrebungen mit den Uferfesten:
 - einfache Balkenbrücken, oder
- b. mit Stützung von unten durch geneigte Streben von den Uferpfeilern aus:
 - Sprengwerksbrücken, oder
- c. mit Tragung von oben durch f. g. Hängsäulen, welche auf den Uferfesten ruhen:

Hängwerksbrücken.

In allen drei Fällen tragen die Brückenbalken die Bahn (Brückentafel) aus einfachem oder doppeltem Bohlenbeleg und die damit verbundenen, nur bei den einfachsten Nothbrücken fehlenden Brückengeländer.

Die einfachen Balkenbrücken erfordern nur eine geringe Höhe zwischen der Oberfläche der Brückenbahn und dem Hochwasserspiegel, einen geringen Kostenaufwand, sind den Ausbesserungsarbeiten leicht zugänglich und rasch an andere Uferstellen zu verbringen.

Die Sprengwerksbrücken setzen hohe (und steile) Ufer und normale Flußbreite voraus, so daß das Sprengwerk vom höchsten Wasserstand (und Eisgang) unerreicht bleibt.

Die Hängwerke sind am Plage, wo die Lichtweite für einfache Balkenbrücken zur Tragfähigkeit zu starkes Gebälge erheischte, Sprengwerke dagegen von der Strömung erreicht, Jochbrücken vom Eisgang zc. leiden würden.

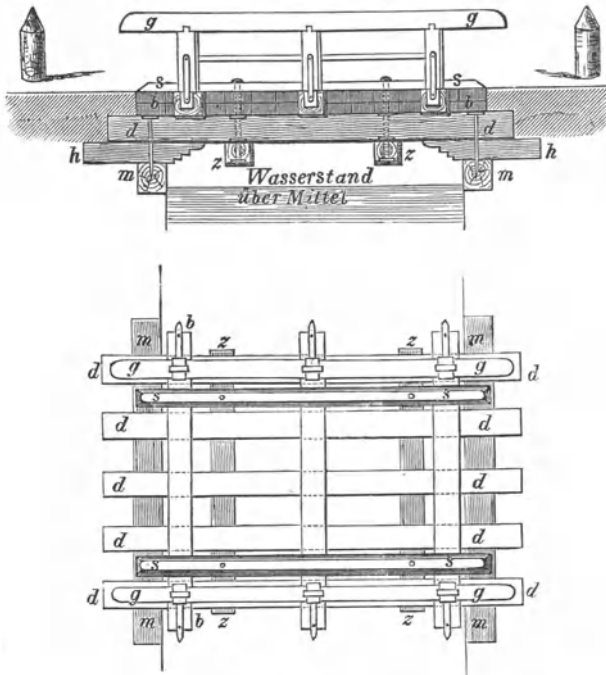
a. Einfache Balkenbrücken —

bestehen aus einer der Bahnbreite und Balkenstärke entsprechenden Anzahl von Balken, den f. g. Brücken-, Streckbalken oder Dohlbäumen, welche parallel neben einander von der einen Uferfeste zur anderen übergreifen, beiderseits auf der Mauerlatte, einem die Kante der Uferfeste bildenden Balkenstück von der Länge des Landpfeilers oder Joches, aufliegen und hier in einfachen „Verkämmungen“ verlegt sind.

Die Mauerlatten mm (Fig. 263) sind 4kantig beschlagene Balken von 25—30^{zm} Stärke, auf der Mauerkrone mit eisernen Dollen und Klammern befestigt (oder noch verankert). Bei Spundwänden werden sie durch die Jochholme vertreten.

Die Brückenbalken dd sind stärkere Balken, gewöhnlich von 30 bis 45^{zm}, meist nur an beiden Enden mit kantigem Beschlag, weil das Wasser runde Dohlbäume weniger angreift. Sie liegen in dem Winkel der

Fig. 263 (Aufriß und Grundriß).



Die Saumschwellen ss (siehe § 126) sind zur Deutlichkeit in einem kleinen Abstand von den äußeren Dohlbäumen (d d) und den Geländern (g g) gezeichnet, an welche sie hingeschoben liegen.

Straßenachse zu den Uferfesten auf den Mauerlatten und müssen dazu beiderseits um 0,7 bis 0,9^m die Spannweite überragen. Eintheeren oder Umfüttern ihrer Enden mit konservirenden Stoffen (z. B. Kohlenklein) wird empfohlen. Ein Querschnitt, dessen Breite zur Höhe = 1 : $\sqrt{2}$ (nahezu 5 : 7) oder gegen Durchbiegung noch sicherer = 1 : $\sqrt{3}$ (4 : 7) ist am besten für die Tragfähigkeit bei allen Holzarten.

Um für eine bestimmte Balkenzahl von gegebenem Querschnitt die zulässige Spannweite — oder für eine Anzahl Balken und angenommene Spannweite die Querschnittsmaasse zu bestimmen, muß man die mögliche Belastung einer Brücke kennen. Diese besteht

1. aus dem Eigengewicht (todte oder dauernde Last) von Brückengerüst, Bahn und Geländer, welches aus dem Kubikinhalt aller Bauthelle und dem Gewicht der Kubikeinheit zu ermitteln ist;
2. aus der vorübergehenden Belastung (zufällige oder bewegliche Last), welche je nach der üblichen Waldwirthschaft, der Größe der üblichen Ladungen u. s. w. bedeutend wechseln muß, jedoch für einfache Brücken, deren Spannweite ohnehin 7—8^m nicht übersteigen darf, das höchste Gesamtgewicht zweier sich begegnender Brennholzfuhrren, nämlich 2mal 4^{k/m} frisches Eichenholz oder 5^{k/m} frisches Kiefernholz einschließlich des Fuhrwerks = 9800 bis 10000^k oder:

280 bis 290^k Belastung pro □^m Brückenbahn selten erreichen wird. Die äußerste Grenze der Belastung pflegt man aber in Deutschland zu 350 bis 400^k p. □^m gehen zu lassen. Zu ausnahmsweise stärkerer Benutzung für besondere Zwecke und Fälle (Eichenholländerholz!) wäre eine entsprechende Verstärkung des Brückengerüstes vorzusehen.

Es genügt gewöhnlich zu voller Sicherheit, für Brücken mit einspuriger Bahn: 4 Streckbalken mit 1^m Abstand

mit zweispuriger Bahn: 5 Streckbalken mit 0,9—1^m Abstand

desgleichen mit beiderseitiger Fußbahn: 7 Streckbalken mit 0,8—0,9^m Abstand von Mitte zu Mitte der Balken zu nehmen und ihnen, wenn $w =$ Spannweite in Metern, eine Rundstärke

$$\begin{aligned} d &= (15 + 3^w) \text{ bei Eichenholz,} \\ &= (16 + 3,5^w) \text{ bei Kiefernholz,} \\ &= (18 + 3,6^w) \text{ bei Tannenholz und Fichten} \end{aligned}$$

in Zentimetern zu geben.

Unter den Streckbalken quer hindurch laufen die Durch- oder Unterzüge (zz), auf 18—24^{zm} vierkantig beschlagene Balken, von der Länge der Brückendeckung, welche dazu dienen, die Brücke zusammenzuhalten und ihr Schwanken zu verhindern, und deren 2 gewöhnlich genügen (bei längeren Balkenbrücken 3). Lange eiserne Schrauben, durch die Brückendeckung (nebst Saumschwelle), die Dohlbäume und Durchzüge hindurchgreifend, oben mit vielkantigem Kopf, mehreren Zwischenblechen, unten mittelst Schraubennutter fest angezogen, also in ihrer Länge der Stärke der Hölzer entsprechend und mindestens 1,5—2^{zm} stark, bilden die Befestigung.

Unter den Dohlbäumen lassen sich zur Vergrößerung der Spannweite bis auf 8—9^m, die s. g. Sattelhölzer hh anbringen, Balkenstücke von ähnlicher Stärke wie die Dohlbäume, jedoch beschlagen, an Länge = $\frac{1}{4}w$, entweder wie die Unterzüge befestigt oder mit den Dohlbäumen verzahnt und verzapft.

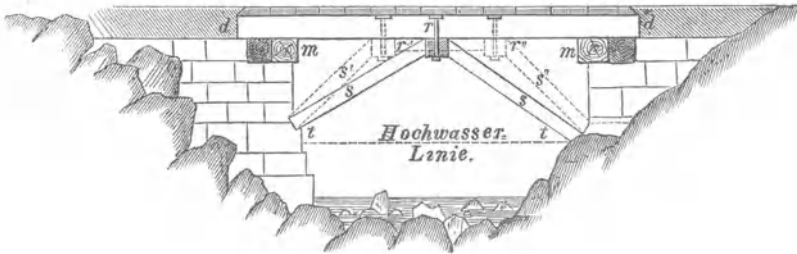
Hierzu kommt ein einfacher Bohlen- oder Bretterbeleg bb, beiderseits von der Saumschwelle ss gehalten, und ein hölzernes Geländer gg, welches an den äußeren Streckbalken befestigt werden kann.

Die Balkenbrücken haben somit einen sehr einfachen Bau, welcher ihre rasche Instandsetzung gestattet.

b. Sprengwerksbrücken.

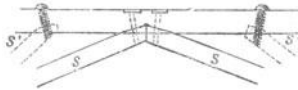
Die Sprengwerke bestehen darin, daß die Balken des Brückengerüstes durch geneigte, am untern Ende auf feste Pfeiler gestützte Hölzer, s. g. Streben (Streckbalken), in $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ der Länge getragen sind. Sie setzen also hinlänglich feste Stützpunkte in den Uferfesten voraus, welche bei dem wagrechten Schub der Streben nur durch Mauerpfeiler oder durch Felswände mit genügender Sicherheit geboten werden. Die Fügung der Sprengwerke ist eine verschiedene, je nachdem (Fig. 264)

Fig. 264.



- α) die Streckbalken dd nur in der Mitte durch die 2 Streben s zu stützen sind, welche an einem Ende in die Widerlager und deren Felsgrund eingelassen, am anderen Ende am Streckbalken mit starken Nägeln oder Bolzen befestigt werden (Fig. 264a); oder

Fig. 264a.



- β) die Unterstützung der Brückenbalken, weil die Spannweite zu groß und der α mit der Streben mit dem Horizont zu klein würde, unwirksam zu sein — an zwei Punkten r, und r,, stattfinden muß, so daß die Streben s, und s,, sich nicht berühren, ferner
- γ) je nachdem jeder einzelne Balken verstrebt wird oder aus den Streben s und einem wagrechten Querbalken, dem Spannriegel r, unter einzelnen Balken, welche zur Verstrebung geeignet liegen, Sprengwerke angeordnet werden, während die übrigen Streckbalken („Losbalken“) Unterzüge in passendem Anschluß an diese Sprengwerke stützen.

An kleineren Brücken z. B. in engen Thälern, wo die Fuhrwerke von einer nahen Steige her rasch auffahren, läßt man alle 3 oder 5 Balken verstreben und die Hirnflächen des Stoßes wegen mit Metallplatten verlegen.

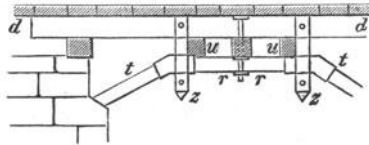
Die Anbringung von Sprengwerken, deren Einfachheit und Zugänglichkeit bei Ausbesserungen für ihre vielfache Verwendung spricht, erlaubt entweder namhafte Vergrößerung der Spannweite oder Verringerung der Balkenstärke, mindestens aber verstärkt sie in hohem Grade die Haltbarkeit des Brückengerüstes.

Damit jedoch die Sprengwerke ihren Zweck erfüllen, müssen die Streben bei mäßiger Länge (wegen der Verbindung) nahezu so stark wie die Streckbalken, mit den letzteren mindestens unter 22—24° verbunden gegen seitliche Verschiebung sicher befestigt und für ihre Aufnahme in t die Uferpfeiler sorgfältig vorgerrichtet sein. Zu letzterem Behufe werden besonders starke, behauene Steine (wie in Fig. 264 angedeutet) in die beiderseitigen

Widerlager, wenn nicht die Felswand des Ufers benutzbar, eingelassen und die Widerlager gegen unten durch absatzweisen Aufbau gehörig verstärkt.

Wird nicht jeder Balken verstrebt, so kann eine weitere Befestigung mit den Losbalken mittelst Unterzügen u

Fig. 264b.

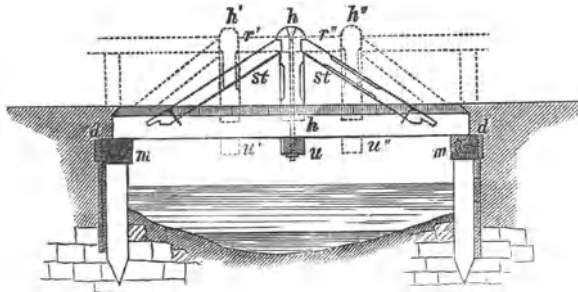


hergestellt werden, welche zwischen Spannriegel rr und Balken dd quer hindurchlaufen, während dd und rr mit Zangenhölzern zz, dagegen t und rr am Zusammenstoß mit eisernen Muffen verbunden werden.

c. Hängwerksbrücken.

Das Hängwerk besteht, gegenüber dem Sprengwerk, auf der Verstrebung von oben zwischen dem Brückenbalken dd, der Hängsäule hh und den beiderseitigen Streben st, welche in die ersteren eingelassen sind (Fig. 265).

Fig. 265.



Durch das Hängwerk können nur die 2 äußeren Streckbalken gestützt werden; es muß daher von der Hängsäule ein Unterzug u aufgenommen werden, worauf die Zwischen- oder Losbalken ruhen. Die freie Länge dieser Unterzüge hat jedoch ihre engen Grenzen, weswegen eine Breite der Brückenbahn von mehr als 4—4,5^m nicht rathsam ist. Dagegen erlaubt die Bauart Holzunterbau (Spundwände) und den geringsten Abstand der Brückenbahn vom Wasserspiegel für ein einfaches Hängwerk, dessen Tragkraft gegenüber der einfachen Balkenbrücke bei gleicher Spannweite und Balkenstärke die 4fache Belastung zuläßt.

Für geringe Spannweite spricht aber der Umstand mit, daß ebenfalls den Streben keine geringere Neigung als 22—24° gegen dd gegeben werden darf, denn diese Winkelgröße ergibt sich beiläufig wenn

$$hh : \frac{dd}{2} = 2 : 5, \text{ d. h. es müßte für eine Spannweite von}$$

5 ^m	die Höhle der Hangsfaule	=	1,0 ^m
6 ^m	" " " "	=	1,2 ^m
8 ^m	" " " "	=	1,6 ^m

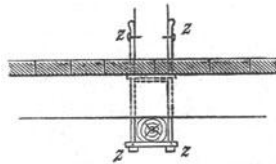
mindestens genommen werden.

Größere Spannweiten bedingen also entweder allzuhohe Säulen, welche der seitlichen Versteifung bedürfen, oder die Annahme von 2 Hangsfaulen und Unterzügen auf beiläufig $\frac{1}{3}$ dd, in beiden Fällen Vermehrung der Eigenlast, umständlichere Konstruktion, festeren Unterbau und zu alledem mehr Holzwerk, sowie mehr und stärkere Eisentheile.

Ein doppelter Mistand bei der starken Verspannung der Hangewerke ist ohnedem, daß ihr Holzwerk namentlich an den Verbindungsstellen gegen wechselnde Nässe unvollkommen zu schützen ist und bald schadhast wird.

Die Hangefaule, ein kantig beschlagenes Balkenstück von gleicher oder wenig geringerer Stärke wie der Streckbalken, ist auf diesem senkrecht eingelassen und mit ihm und dem Unterzug durch das Hangeisen, welches in ganzer Länge durchzieht und an beiden Enden mit starken Schraubenmuttern gehalten wird, oder durch eiserne Zangen zz fest verbunden, welche letztere die Hangefaule von 2 Seiten in $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ ihrer Höhle packen (Fig. 265a)

Fig. 265a.



und unterhalb der Unterzüge zusammengeschlossen sind.

Die beiden Streben st, von gleicher Form und Stärke, wie die Hangsfaule, zwischen dieser und dem Streckbalken eingelassen und mit eisernen Bolzen befestigt, gewöhnlich mit 25 (bis 30)^o geneigt, übertragen die von der Säule aufgenommene Ueberlastung gleichmäßig in entgegengesetzter Richtung auf die beiden Uferfesten. (Das nämliche Verhältniß wie bei einem stehenden Dachstuhl).

Der Unter- oder Durchzug, auf 24–30^{zm} beschlagen, wird auch an den Losbalken mit durchgreifenden eisernen Schrauben befestigt.

Bedingt eine größere Spannweite (über 9^m) auf jedem aeren Brückenbalken 2 Hangsfaulen, h' und h'' (deren Abstand = $\frac{1}{3}$ der Spannweite) so hat der Spannriegel r' r'', welcher sie auseinander hält, den von den Streben mitgetheilten Schub aufzunehmen. Ihm ist daher genuigende rückwirkende Festigkeit zu geben, wozu er je nach der Holzart beschlagen 30–35^{zm} Stärke hat.

3. Brücken von Eisen.

§ 126.

Im Vergleiche mit den hölzernen Brücken rechnet man die Bauten in Eisen zu den massiven, deren Dauer die 3 bis 4fache der ersteren ist, und

deren jährliche Unterhaltungskosten durchschnittlich halb so groß, nämlich zu 1,25 bis 1,50 % der Baukosten angenommen werden.

Indessen mangeln über die Dauer der Eisenbauten sichere Erfahrungen und müssen diese viel weiter auseinander weichen als bei Holz- und Steinbauten, weil

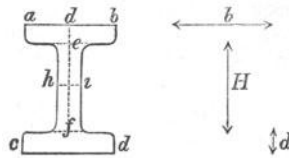
1. ein sehr erheblicher Unterschied zwischen gußeisernen und schmiedeeisernen Brücken besteht und
2. die Konstruktionsarten mannigfaltiger und eigenthümlicher in ihren Formen und ihren Ansprüchen an das Baumaterial sind.
 - a. Bei Brücken aus Gußeisen sind die Anordnungen jenen der Steinbrücken mit Holzoberbau am ähnlichsten; es ist eigentlich nur der Baustoff vertauscht und in Form und Stärke nach dem Verhältniß der Widerstandskraft verändert. Wir halten eine Form derselben im Walde für verwendbar,

Barrenbrücke genannt,

wo an die Stelle des hölzernen Brückengerüstes gußeiserne Träger von Barrenform treten, durch Zwischenverbindungen in ihrer Tragkraft verstärkt und gegen Verschiebungen gesichert.

Das Gußeisen ist bekanntlich am billigsten, liefert aber die unsichersten Eisenbauten, weil in großen Gußstücken selten fehlerlos und daher von sehr ungleichem Verhalten. Die Querschnitte müssen demzufolge, obgleich die Bruchfestigkeit durch sorgfältiges Umschmelzen auf das Doppelte sich steigern läßt, sehr stark gegriffen, für die einzelnen Gußstücke möglichst gleich genommen und auf abgerundete Formen eingerichtet werden. Als einfachste, sicherste und verbindungsfähigste Form der Brückenträger gilt das doppelt T-förmige Querprofil (Fig. 266)

Fig. 266.



mit gestrecktem Längsprofil, wobei für die Tragfähigkeit die Größe $ef=H$ des Barrens von größtem Einfluß ist, jedoch ein bestimmtes Verhältniß zur Breite der „Flanschen“ ab und $cd (= b)$ und zur Dicke $de = hi = d$ von Barren und Flanschen bestehen muß, so daß der erfahrungsmäßigen höchsten Brückenbelastung (deren Wirkung auf die Mitte der freiliegenden Brückenträger als dauernd angenommen,) ein sicherer Widerstand in der hinlänglichen Stärke der Barrenquerschnitte begegnet. Da mit der Spannweite die Tragfähigkeit abnimmt — die Weite soll bei Barrenbrücken 7^m überhaupt nicht übersteigen — so müssen für gleiche Belastung (wie übliche Lademenge für Sägelöbe) die Barrendimensionen wachsen z. B.

Dauernde Tragfähigkeit eines Barrens für verschiedene Spannweiten.

Sorte.	Dimensionen			Querschnitt. □ 8tm.	Auf Spannweite (in Metern) von					
	H	b	d		3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0
	Centimeter.				Kilogramm.			Tragkraft.		
A.	16,0	8,60	1,5	49,8	1750	1450	1250	1100	975	900
B.	21,4	12,00	1,8	81,7	4000	3300	2850	2500	2220	2000
C.	23,7	14,25	2,4	125,3	6900	5750	4950	4350	3850	3500
D.	28,2	19,00	2,4	158,9	10900	9050	7750	6800	6050	5450

Die ganze Höhe der Barren oder $H + 2d$ wäre also bei den 4 Sorten 19—25—28,5 und 33^{zm}.

Nimmt man die stärkstäbliche Ladung der Fuhrwerke zu 6 Festmeter grünen Holzes = 5500^k

das Gewicht des Fuhrwerks = 1100^k

Die „bewegliche“ Last zusammen: 6600^k

ferner die „dauernde“ Last einer Brückenbahn mit Holzbeleg, bei 5^m Breite und 5 Barrenträgern, auf den laufenden Meter zu 700^k, also für 5,5^m Spannweite = $700 \cdot 5,5 = 3850^k$, so ergeben sich als Totalbelastung 10450^k oder für 1 Barren $10450 : 5 = 2090^k$.

Hierfür wäre die Barrenstärke B gerade ausreichend, doch wäre zu größerer Sicherheit entweder

a. die stärkere Barrenträgerform C vorzuziehen, welche auch für 6^m Spannweite völlig ausreichte, oder

b. statt des gestreckten Längeprofiles ein parabolisches oder elliptisches, selbst mit mäßigster Wölbung, anzunehmen, um dadurch sich der Bauform der gewölbten Brücke zu nähern.

Eine Barrenbrücke läßt sich am einfachsten so konstruiren:

Fig. 267a. b. c.

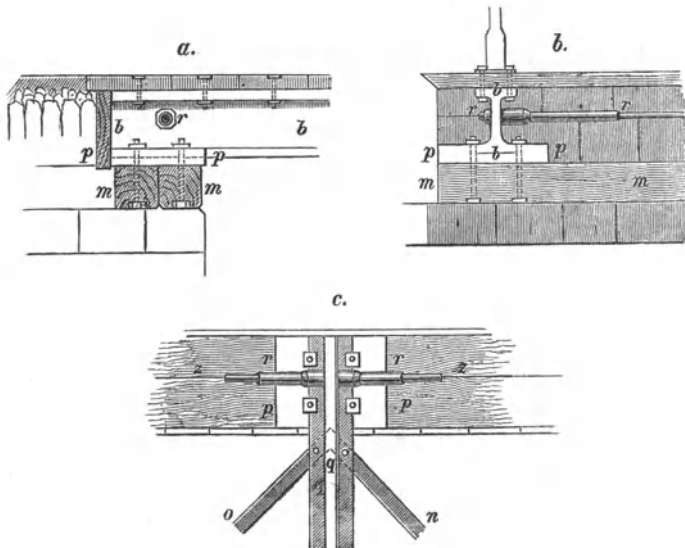
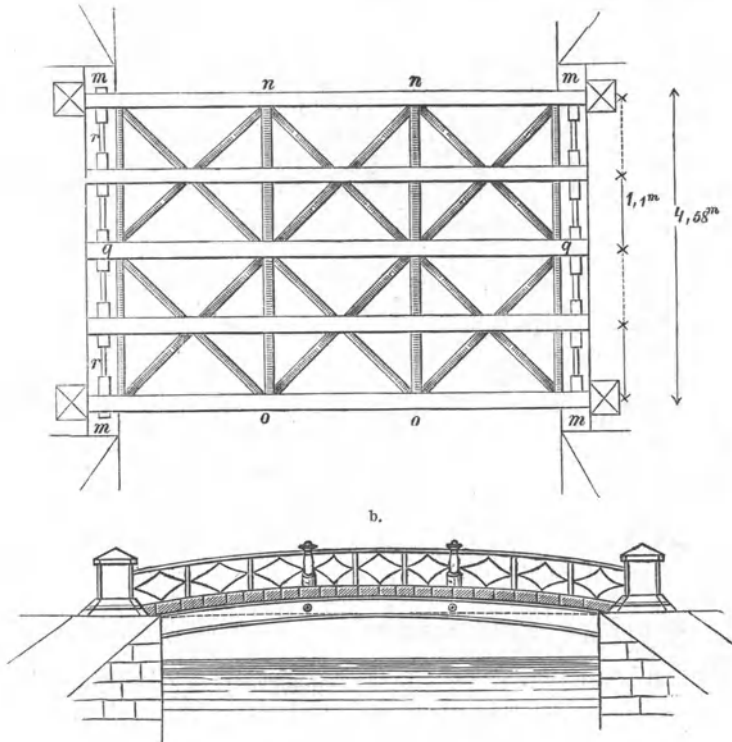


Fig. 268 a.



Auf die einfachen oder doppelten Mauerlatten *mm* der Widerlagermauern werden die Barren *bb*. in gleichen Abständen von 1,0 bis 1,2^m parallel in starken Unterlagsplatten *pp* aufgelegt und an den Flantschen durch Schraubenbolzen mit den Mauerlatten fest verbunden.

Unter sich sind die Barren weiterhin durch mitten hindurchgehende *f. g.* Stemmrohren *rr* und Zugbolzen *z* aus Schmiedeeisen parallel mit den Mauerlatten und über denselben zusammengehalten, sowie durch schmale schmiedeeiserne Flachschienen, welche zum Theil quer zur Bruckennachse, zum Theil diagonal verlaufen (*no, nq, qo . . .* wie die Abbildung des ungedeckten Brückengerüstes in Fig. 268a. im Grundriß zeigt) und an den unteren Flantschen vernietet oder verschraubt sind, gegen Verschiebungen gesichert. Zugleich wird durch die Flachschienen eine Vertheilung der Belastungen bewirkt.

Die Brückenbahn aus Eichenbohlen wird an den oberen Flantschen der äußeren Barren und des mittleren mittelst Schrauben verbunden, deren Köpfe in das Holz versenkt werden.

Wo möglich wird auch das holzernerne (oder besser schmiedeeiserne) Geländer durch die Bohlen hindurch mit den Flantschen verschraubt und zwischen Uferpfosten aus Steinquadern der Geländerholm eingelassen. —

So sehr sich ein solcher Brückenbau für einzelne Fälle empfehlen kann

und durch sein leichtes gefälliges Aussehen bestricht, so wird dennoch nicht ohne die Gewähr darnach zu greifen sein, daß ein solider Unternehmer nicht nur der Lieferung der Bauteile, sondern auch der Ausführung des Baues sich unterzieht und auf mehrere Jahre (5—7?) für die Haltbarkeit einsteht, sowie zu Ausbesserungen bald zur Stelle sein kann.

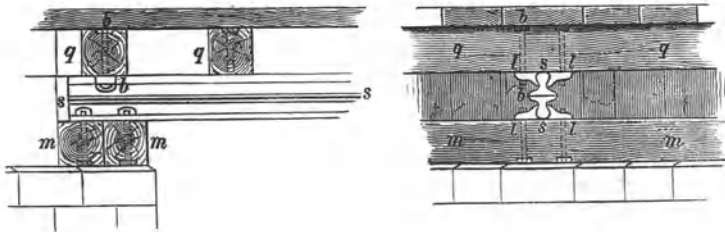
b. Brücken aus Schmiedeeisen.

Zwei Konstruktionen derselben erscheinen in ihrer Einfachheit für unsere Zwecke brauchbar:

- α. mit doppelt T-förmigen Barren als Brückenträgern, in gleicher Form und Konstruktion wie unter a.

Die Träger werden in neuerer Zeit in bestimmten Formen und Größen, mit gestrecktem Längprofil, vielfach im Handel angeboten. In anderen Formen und Dimensionen muß ihre Lieferung zeitig bestellt und genau vereinbart werden. Wie sie künstlich sind, wären sie in der Regel für die kleinen Waldbauten genügend, müßten aber durch Probelastungen auf ihre Tragfähigkeit geprüft werden. Für die Verwendung wäre also einerseits die Preisfrage entscheidend, andernteils die oben berührte Frage sicherer Ausführung und Garantieleistung. Da Schmiede- oder gewalztes Eisen bei größerer Dauerhaftigkeit doch der Verbiegung um 20% mehr unterworfen ist als Gußeisen, so müssen die Maaße entsprechend stärker gegriffen werden.

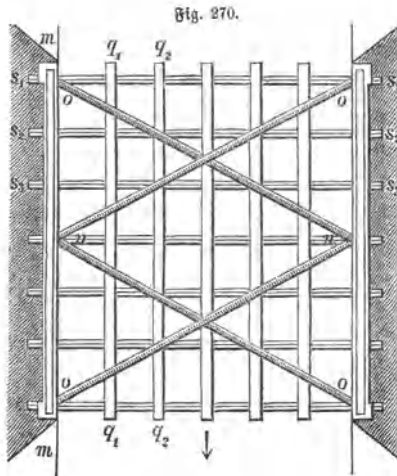
Fig. 269.



- β. mit Trägern aus paarweise zusammengenieteten Eisenbahnschienen, in entsprechender Verbindung, nach unten mit den Mauerlatten, nach oben mit Querbalken und der Brückendeckung, sowie ähnlicher Sicherung gegen Verschiebung durch Diagonalschienenstäbe wie sub a. (Fig. 269a. b. und 270.).

Die doppelten Tragschienen *ss* ruhen auf den Mauerlatten *mm* und tragen hölzerne Querbalken *qq*, welche die Brückendeckung aufnehmen. Mit beidem Gebälke (gegen oben und unten) sind die Schienen durch stark 1^{zm} starke eiserne Faschen *ll* und Schraubenbolzen *bb* verbunden. Die einfachen oder mehrfachen eisernen Diagonalfachstäbe *no* werden über den Querbalken verlegt und um ihre Stärke in das Holz versenkt.

Es ist rathsam, bei solchen Brücken die Schienen etwas enger als 1^m zu legen und sich keine „ausgeschlossene“ oder ausgenutzte Schienen aufhalsen zu lassen (falsche Sparsamkeit), und zu Spannweiten über 4^m andere Konstruktionen zu wählen.



§ 127.

Brückenbahn und Geländer.

Die Brückenbahn (Deckung) nebst Geländer wird vom Brückengerüste getragen und ist von dessen Form, Ausdehnung und Bauart mehr oder weniger abhängig. Für unsere Zwecke ist jedoch die Abweichung so geringfügig, daß es genügt, die Erfordernisse für beide Theile bei der gewöhnlichen Balkenbrücke in Betracht zu nehmen.

Bei geringem Verkehr genügt eine Eindeckung mit 6—10^{cm} dicken, beliebig breiten Bohlen (Flecklingen), von Hart-, am besten von Eichenholz, entweder von solcher Länge, daß sie das Brückengerüste über die äußeren Streckbalken hinaus zudecken, oder lang genug, um von der Mitte nach beiden Seiten auf den Brückenträgern in Wechselstößen verlegt und mit starken Nägeln befestigt zu werden.

Für stärkeren Verkehr werden die Bohlen auf 10—14^{cm} Dicke geschnitten und mit einer dünneren Bohlenlage in Fahrbahnbreite (Spurbohlen) nochmals überdeckt (Fig. 271).

Fig. 271a.

Brückenbedeckung, obere Ansicht.

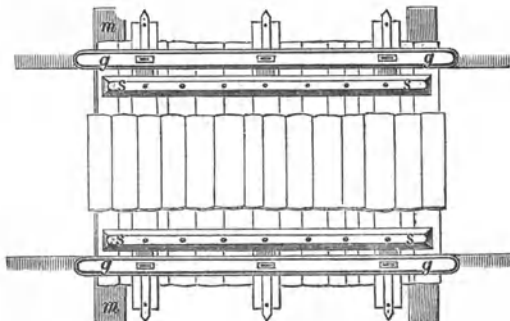


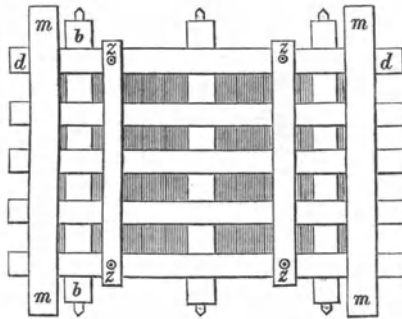
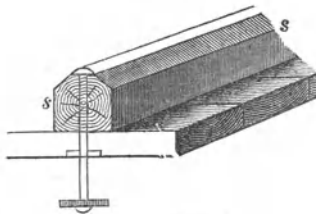
Fig. 271b.
Untere Ansicht.

Fig. 271c.



Sollen die Geländerpfosten und Büge an den unteren Bohlen befestigt werden, so müssen so viele derselben als das Geländer Pfosten erhält, beiderseits um 10–15^{zm} hervorragen.

Zur längeren Erhaltung von Brückengerüste und Deckung sucht man letzterer einige Wölbung durch stärkeren Querschnitt der Mittelbalken und ihr geringeres Einlassen in die Mauerlatte zu geben, bringt auch zum rascheren Abtrocknen auf den Balken Querleisten (mit 15^{zm} Abstand) an, so lange als die Balken breit, bevor die Deckung aufgelegt wird.

Von der Herstellung einer Schotterbahn über der Brückendeckung, zur Schonung und Erhaltung, ist man meistens wieder abgekommen, weil die Flecklinge aus Mangel an Abtrocknung faulen. Ebenso wenig haben sich Holzpflasterungen, Asphaltdecken und dergl. bewährt.

Zum Festhalten laufen über die Brückendeckung beiderseits innerhalb der Bahnflucht die Saumschwellen ss, zu 20/25^{zm} beschlagene, oben für den Wasserablauf stark abgekantete Hölzer von nahezu gleicher Länge wie die Streckbalken.

Für die Sicherheit des Verkehrs werden wenigstens die ständigen Brücken stets mit hölzernen Geländern eingefast, welche zwar hinlänglich stark und dauerhaft, aber behufs leichter Instandhaltung von einfachster Form sein sollen. Sie bestehen aus den Geländerpfosten pp, ebensoviele Bügen gg, den Riegelhölzern r und dem Holme h (Fig. 272a und b).

Fig. 272a.

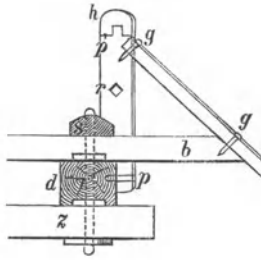
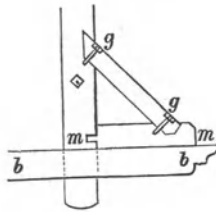


Fig. 272b.



Geländerpfosten bringt man 3—6 (je nach der Spannweite) beiderseits an: etwa 1,5^m lange, 20—25^{cm} starke Balkenstücke, welche am besten unten mit dem Streckbalken (durch die Brückendeckung durchgreifend), oben mit dem Holm verzapft werden; öfter nimmt man sie über der Brückendeckung etwas aus und läßt sie über die Saumschwellen greifen.

Zur aufrechten Befestigung derselben dienen die Büge, 1,2—1,5^m lang, 15—20^{cm} stark, mit den Pfosten und den vorragenden Bohlen (oder einem wagrecht liegenden Bugstück *mm*) verzapft und verschraubt.

Zum Geländerholm, der wagrechten Verbindung der Pfosten (über Hirn), dient am besten auf Pfostenstärke gesägtes, markfreies Holz von ganzer Brückenlänge, oben abgerundet; er wird auf den eingezapften Pfosten aufgenagelt und im Falle der Zusammensetzung an den Stoßfugen mit aufgenagelten Blechtafeln gedeckt.

Durch die Pfosten laufen in halber Höhe die Riegelhölzer *r*, rund oder 4kantig zugerichtete Stücke von 8—10^{cm} Stärke, zur Ergänzung des Geländerschutzes.

Nach Fertigstellung einer Brücke gibt man schließlich bei völlig trockenem Zustand dem ganzen Geländer einschl. Saumschwellen einen 3 maligen gutdeckenden Deckanstrich oder doch einen wiederholten Anstrich mit Holztheer. Vertiefungen, Risse und Fugen werden vorher noch ausgefittet.

Haupterforderniß zu jedem Brückenbau ist die Verwendung von reifem, gesundem und abgelagertem Holz.

Nach dem Bau folgt noch wie bei den massiven Brücken

die Anfüllung mit Steinschutt, Erde oder Kies hinter den Uferfesten und die Herrichtung der Fahrbahn auf die Höhe der Brückendeckung, sowie

die Errichtung der weiteren Schutzanstalten für Brücken und Fuhrwerke in der Richtung der Geländer. Bei Mangel an Steinen dienen dazu kurze runde oder abgekantete Stammabschnitte, welche, oben flach zugespitzt, unten etwas angebohrt, 1 bis 1,2^m tief in den Boden befestigt, noch etwa 0,6 bis 0,7^m hervorragend (Anstrich).

Fünftes Kapitel.

Die Nebenanstalten.

§ 128.

Als Anstalten, welche mehr oder weniger als eine nöthige oder erwünschte Zubehörde der Wegbauten Geltung haben, sind anzusehen:

1. Die Seitenabfahrten;
2. die Materiallager- und Polterplätze;
3. die Anlagen zur Sicherheit des Verkehrs und zum Schutz der Wege;
4. die Randpflanzungen;
5. die Anlagen zur Unterkunft, Zierde und Bequemlichkeit.

Zum Theil beanspruchen sie namhafte Mittel, welche sich bei nachträglicher Ausführung oft höher stellen, weil manche Arbeiten sich wiederholen und nochmals Baumaterialien beschafft werden müssen.

§ 129.

Die Seitenabfahrten.

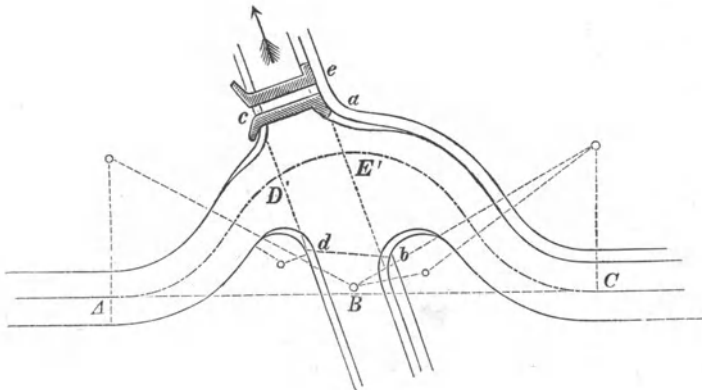
a. Bei Inangriffnahme eines Wegnetzes können die Kreuzungspunkte vorgesehen, durch gerade oder schwachgekrümmte Zuglinien, durch streckenweise Gefällermäßigungen (Ruhestellen) und flache Abhölchungen die späteren Einlenkungen vorbereitet werden. Zugleich werden die Wasserabzüge darauf eingerichtet, daß keine spätere Verlegung bez. kein Umbau nöthig fällt.

Im Zweifelsfalle behilft man sich an den fraglichen Punkten mit Nothbauten aus Holz und Erde.

b. Bei Bauten, welche schon bestehende Wege kreuzen, kann fernere Fahrbarkeit durch streckenweise Verlegung oder Gefälländerung oder beides zugleich erreicht werden.

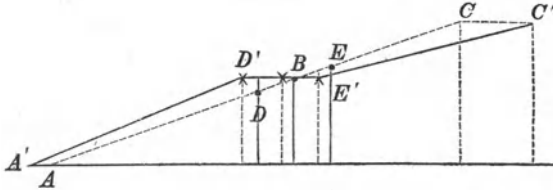
Bei geringer Neigung des Berggangs, welchen die eine Weglinie erzeugt, während die Kreuzungslinie entlang zieht, genügt wie in Fig. 273

Fig. 273a.



die Aenderung der Gefällstrecke ABC auf die Gefälllinien AD' und $E'C$, welche an die Kanten D' und E' der Querstraße anschließen. Erlaubt die Neigung des Geländes eine solche Gefälländerung nicht, bezieh. es ergäbe sich eine Ueberschreitung der zulässigen Gefällgrenze, so muß durch rampenartigen Ausbau die eine Weglinie in entsprechendem C- oder S-Bogen

Fig. 273b.



sich oberhalb um CC' , unterhalb um AA' (Fig. 273b) verlängern und nach Umständen durch Anschüttung und Böschungseinschnitt die gemeinschaftliche Wegebene $D'E'$ überschreiten. Die Kurvenhalbmesser können sehr klein gegriffen werden, außer wenn die Seitenbahnen zur Langholzabfuhr dienen. Eine Verschmälerung der einen Wegtrone durch Hereinbauen der anderen ist unstatthaft. Die Einlenkungscurven sind nach der Bodenausformung, dem Wegzug und der Weghöhe zu mannigfaltig, um eine bestimmte Regel dafür zuzulassen.

Kreuzen sich zwei Hauptwege, so gehen ihre Steinbahnen (mit den Randsteinen) in einander über. Bei der Einlenkung von Seitenbahnen (wenn Erdwege) empfiehlt sich die Fortführung der Versteinerung eine Strecke weit in sie hinein, damit die Hauptbahn durch strenges Auffahren und Rothverschleppung nicht nothleidet.

Der Wasserablauf darf durch die Wegeinlenkungen weder auf der Straßenbahn noch in den Seitengräben eine Hemmung erleiden. Entweder führt man den Ablauf in gepflasterten flachen Rinnen über die Seitenbahn oder in Durchlässen (Röhren- oder Deckeldohlen) unter ihr hindurch. Die Durchlässe der Hauptbahn sind zu verlegen, wenn ihr Ablauf die Seitenbahn angreift (z. B. ce , nicht bd in Fig. 273^a).

Führen Seitenbahnen zu ständigen Betriebsanstalten (Holz-, Kohlplätze, Steinbrüche u. s. w.), so müssen starke Ueberdohlungen der Seitengräben die Zufahrt und den Wasserabzug offen erhalten.

c. Zufahrten auf nachbarliche Grundstücke werden bei Neubauten außerhalb des Waldes gewöhnlich ausbedungen. Man legt sie so, daß je eine mehreren Grundstücken dient und auf die Hauptbahn schwach ansteigt bezieh. abfällt. Trennt ein unvermeidlicher, tiefer Straßengraben viele solche Grundstücke von der Straße, so wird die Anlage eines Parallelwegs, mit Ueberdohlung beider Enden, billiger und zweckmäßiger.

Hochliegende Wässerungseinrichtungen sind oft nur in offenen Pflasterriren oder in flachen holzgedeckten Kanälen über die Wegtrone hinüberzuleiten.

§ 130.

Die Material- und Polsterplätze.

a) Schotterplätze. Zur Wegpflege wird der jährliche Bedarf an

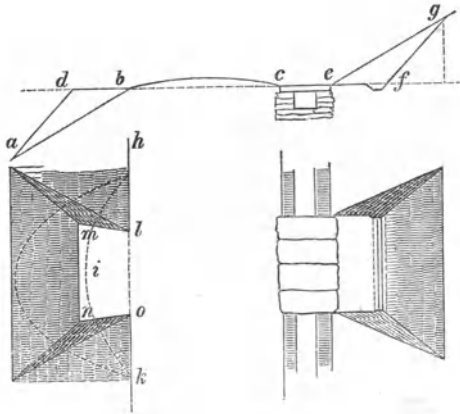
Schotter entweder schon zugerichtet aus Steinbrüchen, Kiesgruben u. s. w. von den Uebernehmern herbeigeführt oder in großen Stücken bezogen und erst längs der Straßenränder aufgeschichtet und haufenweise zerkleinert.

Zu beiden Bezugsweisen ist es zweckmäßig, Lagerplätze herzurichten, um die Fahrbahn nicht zu verschmälern und den Schotter der Verschlammung und dem Angriff der Fuhrwerke zu entziehen.

In der Ebene genügen dazu örtliche Straßenverbreiterungen, deren Größe und Abstände sich nach dem Schotterbedarf bemessen.

Im Gebirge verwendet man entweder Abtragsüberschüffe, um wie in Fig. 274 an der Dammböschung a b durch Anschüttung mit steileren Ra-

Fig. 274.



senböschungen ebene Plätze h i k oder l m n o von 3—6^m Länge und 1,5 bis 3^m Breite zu schaffen oder man überdohlt bergwärts den Abzugsgraben (c e) und fügt den Böschungseinschnitt e f g hinzu — beides in Abständen von 30—40^m, bei geringerem Schotterbedarf von 40—50^m.

b) Die Holzlager- (Polter- oder Einbind-) Plätze erheischen wegen ihrer wirtschaftlichen Bedeutung und ihres namhaften Umfanges in Bezug auf Lage und Herrichtung viel sorglichere Erwägung. In großen vom gewöhnlichen Verkehr abseits gelegenen Waldungen, wo der Waldeigentümer seine eigenen Bringungsanstalten aus erfahrungsmäßiger Nothwendigkeit einrichten mußte, um den Groß- und Kleinkäufern entgegenzukommen und in schwierigem Gebirgsgelände nur schmale Seitenbahnen bauen zu müssen, wählt man geeignete Thalsflächen aus oder richtet dem Luftzug ausgesetzte flachere Hänge terrassenförmig her. Größere Holzmassen lassen sich hier sorgfältiger sortiren, trocknen rascher und vollkommener ab und können bis zur geeignetsten Abfuhrzeit unter sicherer Aufsicht gelagert bleiben, ohne die Verjüngung und den Wiederanbau zu stören.

Zur vollen Ausnutzung dieser der Produktion entzogenen Flächen werden sie möglichst so ausgewählt, daß sie andauernd dem gleichen Zweck dienen, am besten also an Thalmündungen oder an den Waldausgängen, und er-

halten dann eine weitläufigere Anlage mit bequemen Zu- und Abfahrten. Ist dies unthunlich, so wird ihre Fläche verringert, ihre Anzahl vermehrt und für längere Ruhezeiten eine Verasung zu Futter- oder Weideplätzen hergestellt.

Lage, Form, Ausdehnung der Plätze und Zahl der Zugänge richten sich nach der Vertikalität, nach der Wirtschaft (vorwiegende Nutz- oder Brennholzherzeugung) und nach der Art der Weiterbringung (auf der Achse oder zu Wasser). Kleinere Lagerstellen lassen sich öfters aus Schutthalden, abgebauten Steinbrüchen oder Abtragsüberschüssen von Wegbauten herstellen und mit Wendplätzen verbinden.

§ 131.

Die Sicherheitsanlagen.

Bauten mit hohen Dämmen oder Stützmauern, längs steilen Hängen (Abgründen, Steingruben), hohen Ufern oder tiefen Gewässern bedürfen zur Sicherheit des Verkehrs und zum eigenen Schutze gegen Beschädigungen Sicherheits-Vorkehrungen mehrfacher Art.

Diese sind (die natürlichen Einfassungen dem folgenden § vorbehalten):

Abweis- oder Brellsteine, Geländer, Brustwehren oder Brüstungsmauern, Schlagbäume, Sicherungen gegen Schneewehen.

Als Abweisteine genügen für Waldwege lange etwas zugerichtete Felsstücke, welche mit starkem Fuße, 0,3—0,4^m vom Straßenrand, auf 3 bis 10^m Abstand eingesetzt und etwas ummauert werden. Bei größeren Deckel- und Gemölbbohlen setzt man sie beiderseits vor die Brüstungsenden, um das Fuhrwerk auf die Bahnmitte zu weisen. Zu sauberen Bauten ersetzt man sie durch rund oder kantig behauene Regelftütze (Fig. 275).

Fig. 275.



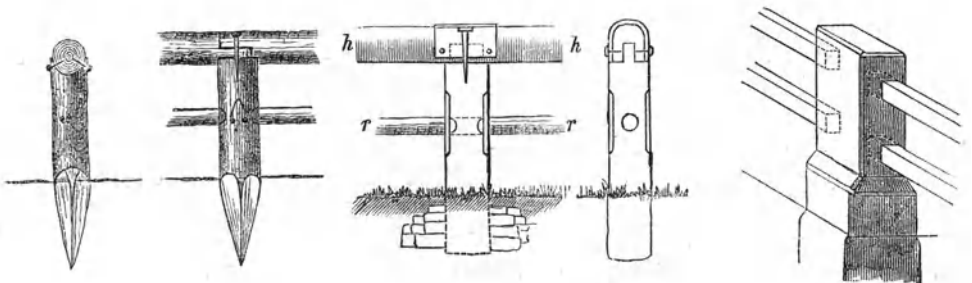
Fortlaufende Einfassungen bilden:

Die Geländer; aus zusammengefügttem rohem Gestein, unten angefohlt, in den Fugen betheert (Fig. 276^a);

Fig. 276a

Fig. 276b.

Fig. 276c.



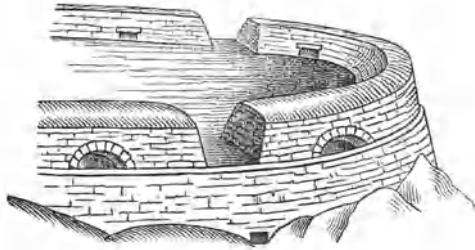
aus behauenen eingemauerten Pfosten, mit Geländerholm h h verschieden gefügt und befestigt und eingezogenen Niegelhölzern r r, durchgehends aus gutem, trockenem Eichen- oder kieinigem Nadelholz, nach völliger Lufttrockenheit mit Delfarbe oder Holztheer angestrichen (Fig. 276 b);

aus steinernen kantig zugerichteten Pfosten, auf deren Kopf der Geländerholm aufliegend, mit versenkten und eingeleiteten Schrauben befestigt, oder zu deren Seiten letzterer sowie die Niegelhölzer in Vertiefungen eingelassen sind (Fig. 276c);

aus steinernen Pfosten mit durchziehenden schweren Eisenstangen u. s. w. Geländer passen am besten als Einfassungen auf hohen Erddämmen und an Bachrändern.

Brüstungen aus rauhem Trockengemäuer oder zusammengefügt massiven Felsblöcken, moosgefüttert, mit Wasserdurchlässen von etwa $0,3^m$

Fig. 277.



Lichtweite, flach gedeckt oder gewölbt oder mit freistellenden Durchbrechungen (für trocknenden Luftzug) in Abständen von $3-5^m$, (Fig. 277) bringt man auf den Stützmauern von Gebirgsstraßen an — bei Mangel an tauglichen Steinen auch Regel aus Steinschutt oder beraste Erddämme;

Brüstwehren aus behauenen Quadern oder Speisemauern, mit einer Cementschicht oder mit Steinplatten gedeckt, welche mit eisernen in Blei gefestigten Klammern verbunden werden, pflegt man als dauerhaftesten und widerstandsfähigsten Schutz auf die Gurten („Tragsteine“) über den Gewölb- und größeren Deckeldohlen zu errichten — beide Arten nicht über 1^m hoch, eher weniger, weil zum Schutz ausreichend, ohne die Abtrocnung der Fahrbahn zu hindern, mit mindestens $0,6^m$ Grundstärke und gleichem Anzug mit der Stirnmauer, auf welcher sie ruhen, mit steinernen Abzugskanälen (Fig. 278).

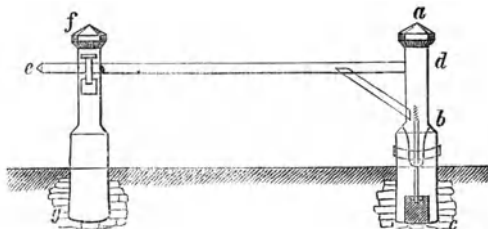
Fig. 278.



Eine Schutzvorkehrung zur Sicherung der Eigenthumsrechte sind die f. g. Schlagbäume.

Die Waldungen sollen dem allgemeinen Besuche offen stehen. Aber manche Eigenthümer kommen in die Lage, ihre Verkehrseinrichtungen aus triftigen Gründen gegen nachbarlichen Mißbrauch verschließen zu müssen.

Fig. 279.



Die einfachste Form besteht aus zwei Pfosten von trockenem Eichenholz, deren einer als Drehpfosten a b mittelst eines senkrecht durchgreifenden eisernen Bolzens befestigt, konisch in einen festen Untertheil b c eingepaßt ist und den wagrechten Schlagbaum d e trägt (Fig. 279). Letzterer kann mittelst einfachen Riegels oder einer Schließvorrichtung an den Ruhepfosten fg angehängt werden. Die beiden Pfosten müssen etwa 1^m tief im Boden sitzen und werden am Fuß vertheert. Alle Theile über Boden erhalten 3maligen Delfarbanstrich.

Gegen Schneeverwehungen (Schneewoden), welchen einzelne Stellen im Gebirge in besonders hohem Maße ausgesetzt sind, hat man sich häufig durch Verzäunungen und dergl. zu schützen gesucht. Es giebt dagegen ein einfacheres und viel billigeres Mittel: Herstellung einer mit der Straßenfrone ebenen geräumigen Nebenfläche auf der dem herrschenden Winde entgegengesetzten Wegseite. Hier lagern sich alsdann die vom Winde über die Straße hinweggefegten Schneemassen ab. Im übrigen Jahre ist die Nebenfläche als Schotterplatz oder dergl. dienlich.

Zur Aufklärung Fremder über die Richtung der einzelnen Züge eines Wegnetzes hat man die allgemein-menschliche Pflicht und eigenes Interesse, Wegweiser an den Kreuzungspunkten anzubringen.

Hierzu genügen schon Holztafeln, welche mit deutlicher Inschrift in augenfälliger, dem Leser noch im Dämmerlichte zugänglicher Höhe an dem nächsten Baume oder einem Holzpfeiler befestigt werden. Dauerhafter sind Steinsäulen mit eingemeißelter Inschrift nebst Pfeilen; für Waldwege genügen wiederum augenfällig aufgerichtete Felsstücke, auf deren Seitenflächen Felber in Rechtecksform, platt ausgemeißelt und mit weißer Delfarbe angestrichen, die eingehauene und mit schwarzer Farbe ausgezogene Inschrift nebst Pfeil tragen (Fig. 280).

Fig. 280.



§ 132.

Die Randpflanzungen.

Lebendige Einfriedigungen sind nicht immer genügende, aber billige und in mehrfacher Hinsicht zweckmäßige Schutzanstalten und Zierden der Wege. Hecken oder Zäune begrünen und befestigen bald die Wegränder, schließen das anstoßende Gelände (Kulturland und gefährliche Stellen) ab, gewähren den Vögeln Schutz und Aufenthalt und erhalten den Wegen einige bindende Feuchtigkeit. Sie bedürfen jedoch der Pflege.

Für ihre beschränkte Anwendung im und beim Walde kennt jeder Forstwirth die örtlich tauglichen Holz- und Straucharten.

Von größerer Bedeutung ist schon die Randpflanzung mit Bäumen, da sie neben dem Schutz und Schatten am rechten Orte und bei richtiger Behandlung einen ansehnlichen Ertrag spenden, den äußersten Grad der Nässe und Trockenheit von den Fahrbahnen fernhalten und dem Landschaftsbilde einen gewissen Ausdruck von Reichthum und Leben verleihen.

Die Verandung breiter Wege mit Hochstämmen giebt selbst inmitten mancher Waldungen Gelegenheit zur Anpflanzung fruchttragender Bäume: Kastanien, Nußbäume, Wildobst in milden sonnigen, Kirschbäume noch in höheren Lagen (fern von Wohnorten!), zur Anzucht werthvoller, ungeselliger, zur Beobachtung fremder Holzarten. Wesentlich sind dabei: richtige Auswahl der Baumarten, zweckmäßiger Wechsel, genügender Abstand, 6—10^m, fleißige Pflege und — Anerziehung hochangesehnter Kronen.

An Berghängen herrscht stets einseitige Verandung thalseits, zunächst der Straßenseite. In Ebene und Hügelland ist es zuweilen fraglich, ob innere oder äußere Verandung d. h. zwischen Straße und Graben oder jenseits des Grabens. Straßenbreite, Baumart, Art und Größe des Verkehrs und sonstige Umstände müssen darüber entscheiden.

Auf Dammanerschüttungen ist vor der Anpflanzung das Setzen des Bodens abzuwarten und auf rohem Boden das Ausfüllen des Pflanzloches mit reichlicher Füllerde anzurathen. Schwache und schwanke Stämmchen werden an vorher eingestößene starke Pfähle mit Weiden oder Strohseilen angebunden, was später fleißig zu wiederholen ist. Gegen Beschädigungen Umbinden mit Dornen, gegen f. g. Rindenbrand mit sonstigem glattem Reisig oder mit Stroh.

§ 133.

Anlagen zur Unterkunft, Zierde und Bequemlichkeit.

Als kleine Anlagen, welche unter diesen Begriff fallen, lassen sich aufzählen: Winter- und Regenhütten, Blockhäuser, Schirmdächer, Sitzbänke, Brunnen und Tränken, Aussichtspunkte mit Durchhieben, Zierrpflanzungen.

Gewöhnlich sind mehrere solche Anlagen an einem Orte vereinigt.

Man beschränkt sie auf wenige besuchte oder besuchenswerthe Punkte, verwendet dazu die brauchbaren Reste von Baustoffen oder zufällig sich bietende Fels- und Baumstücke, woraus die den Umständen angemessensten Arten von Anlagen auf die billigste Weise herzurichten gesucht werden. Damit sie der muthwilligen Zerstörung und den Einflüssen der Witterung nicht zu bald erliegen, läßt man namentlich Hütten, Schirmdächer und Bänke recht stark anfertigen, gut befestigen und ihre Holztheile durch Ver-

theerung und Rindenbekleidung oder durch Delfarbanstrich schützen.

Eine unentbehrliche Zubehör aller Weganlagen bilden in abgelegener Waldgegend die Unterkunftsräume für die Waldbesucher, Beamten, Arbeiter, Holzkäufer und ihre Reitpferde oder Zugthiere.

Entweder sind die Bauten auf Dauer anzulegen: Winter- und Regen- hütten, wenigstens mit steinernem Sockel und Kiegel- oder Holzwänden, besser ganz in Stein, mit Ziegel- oder doppeltem Schindeldach, mit einem oder zwei Stockwerken, im unteren ein Arbeiteraum mit niederem Heerd, dahinter Stallraum für 4, 6 bis 12 Pferde, im oberen eine große Schlafstube, eine Beamtenstube, beide mit Oefen, gegen hinten (über der Stallung) ein verschließbarer Raum für Geschir und Instrumente, für Brennmaterial und Futter.

Oder, wenn nur Unterkunft für die Arbeiter bis zur Vollendung eines Wegebaues, einer Schlagräumung oder dergl. zu beschaffen ist, wird das nöthige Gehölz zu einer s. g. Blochhütte abgegeben, welche die Arbeiter sich selbst anfertigen, und nachträglich das Gehölz anderswo ebenso verwendet oder verwerthet.

Ueber s. g. Zieh- und Reitstuben sehe man in dem sehr lesenswerthen Aufsatz:

„Darstellung der in den Gebirgswaldungen des oberbahr. Salinenforstbezirks zur Anwendung kommenden Holzbringungs mittel“

(S. 242 und 278) der „forstlichen Mittheilungen“ des kgl. bayr. Ministerialforstbureaus, III. Bd., 2. Heft, München 1860.)

Zweite Abtheilung.

Die Kostenüberschläge.

§ 134.

Die Anfertigung von Ueberschlägen ist geboten, theils um die Ausführbarkeit eines Bauentwurfs mit den verfügbaren Mitteln zu ermessen und den Aufwand mit der Größe der erreichbaren Vortheile zu vergleichen, theils um zureichende Geldmittel bei Zeiten zu beschaffen, (bezieh. die Genehmigung zur Verausgabung einzuholen), theils um den Uebernehmern der Lieferungen und Arbeiten gegenüber eine sichere Grundlage für die Höhe der Gegenleistung zu gewinnen, bei welcher man beiderseits keine Einbuße erleidet.

Die Ueberschläge umfassen im Wesentlichen dreierlei Aufwand:

- A. Erwerbung von Gelände, bezieh. Entschädigung für Benutzung desselben;
- B. Anschaffung und Miete von Baustoffen und Geräthschaften und Zustandhaltung letzterer;
- C. Miete von menschlicher und thierischer Arbeitskraft.

Beiläufig im Verhältniß der Wichtigkeit und Kostspieligkeit eines Baues wird der Ueberschlag bald sehr eingehend, bald nur näherungsweise behan-

best, bald auf genaue Absteckungen und Messungen, bald auf Schätzungen nach allgemeiner Erfahrung oder auf Durchschnittssätze gegründet.

Kleinere Bauten unter einfachen Verhältnissen, bei wenig wechselnden Geländeformen lassen einfache mehr summarische Kostenberechnungen zu, umfangreiche Bauten bei starkem Gelände- und Formationswechsel, mit vielen Wasserläufen, steilen felsigen Einhängen, bei Zerrissenheit des Besitzes bedingen, um sicheren Anhalt zu gewähren, vielfache Gliederung der Rechnung und genaue Ermägung der Kostensätze.

Immer unterscheiden sich die Voranschläge, auf deren Grund, nur gestützt auf vorgängige Untersuchung der Baulinie, die Zulässigkeit des Baues entschieden werden soll, von den in's Einzelne gehenden An- oder Ueberschlägen für die Begebung der Lieferungen und Arbeiten.

Letztere erstrecken sich auf folgende Rechnungstheile:

1. Herstellung des Wegkörpers;
 - a. Lösung der Abtrags- und Bildung der Auftragskörper,
 - b. Förderung der Ausgleichsmassen,
 - c. Ausbehnung der Bauflächen;
2. Anlage der Gräben zur Wasserableitung oder zum Schutz,
3. Herstellung der Fahrbahn;
 - a. Gewinnung } des nöthigen Gesteins,
 - b. Beschaffung }
 - c. Zurichtung und Einlegen,
 - d. Feststampfen oder Anwalzen;
4. Aufbau der Böschungen einschließlich Stützmauern und Abpflasterungen,
5. Anlage von Querrinnen, Bau von Durchlässen und Brücken,
6. Anlage der Nebenanstalten,
7. Beschaffung von Unterkunftsräumen, Geschir und Geräthschaften,
8. Geländevergütungen und Kosten der Abräumungen,
9. Kosten der Vorarbeiten, der Leitung und Aufsicht.

Die Behandlung der Rechnung ist nirgends die gleiche und namentlich gründet sie sich auf verschiedene Arten von Einheitsätzen: nach dem Kubikinhalt bei dem Wegkörper, der Versteinung der Fahrbahn, dem Mauerwerk; nach dem Flächeninhalt bei der Abflächung, Berasung, Pflasterung, bei den Deckelplatten, auch beim Mauerwerk (Stirnfläche), bei Verschalungen, Brückendeckungen, beim Anstrich; nach der Längenerstreckung („laufender Meter“) bei einfachen Erdwegen, auch den Fahrbahnen, bei Gräben, Rinnen, Dohlen — nach Erfahrungsätzen; beim Gebälk zc.;

Nach dem Stück, Hohlmaß oder Gewicht bei den Eizentheilen, beim Kalk, Cement, bei Backsteinen zc.; nach der Arbeitszeit bei allen jenen Arbeiten, welche nicht dem Stücke nach verdingt werden oder für welche andere Einheitsätze fehlen.

Man pflegt die Bauten entweder insgesammt für die ganze Baustrecke zu veranschlagen, wenn sie „auf eigene Hand“ d. h. im Tagelohn ausgeführt oder an einen Unternehmer vergeben werden sollen, oder getrennt nach schiedlichen Arbeitsloosen, wenn man die Arbeiten im Geding zu vergeben wünscht, wobei zugleich die Lieferungen und die verschiedenen Arbeitsgattungen getrennt werden können, z. B. Felsensprengung, Mauerarbeit, Fuhren, Steinklopfen u. s. w.

Bei Veranschlagung der Bauten sind die wirklichen Bedürfnisse streng im Auge zu behalten, die besten Bezugsquellen und ihre Preise zu erforschen, die zuverlässigsten Erfahrungszahlen zu Grund zu legen und die Anschläge klar und in bündigster Kürze darzustellen.

Erstes Kapitel.

Die Grundlagen der Kostenansätze.

§ 135.

Die Gelände-Entschädigungen.

Nachbargelände muß entweder zu Eigenthum ganz angekauft und nach dem gegendüblichen Bodenpreis vergütet werden oder es gelingt wenigstens, die nöthige Baufläche zu einem vereinbarten Preis zu erlangen, welcher zwar den Bodenwerth und eine reichliche Schadloshaltung darstellt, aber in Anbetracht des geringen Flächeninhalts durch die Nützlichkeit der Anlage aufgewogen wird.

Statt des förmlichen Ankaufs gelingt auch zuweilen die Erwerbung eines Durchfahrtsrechts gegen mäßige Entschädigung in Geld oder sonstige Gegenleistungen.

In beiden Fällen ist ein allgemeiner Maßstab für die Höhe der Entschädigungssumme nicht beibringlich und muß man sich zuweilen einen Preis gefallen lassen, welcher das 1,5—2 Fache des gewöhnlichen Werthes beträgt.

Umgekehrt finden auch, in Würdigung des Mitgenusses der neuen Anlage, unentgeltliche Abtretungen statt.

In den Kostenüberschlag ist der Zeitwerth der gesammten Gegenleistungen aufzunehmen.

§ 136.

Der Werth der Baustoffe und Geräthe.

Obgleich vorwiegend eigene Baustoffe zu verwenden gesucht werden, sind doch manche Stoffe von Außen zu beziehen, weil sie mangeln oder der Bezug billiger, vortheilhafter ist, weil zur Selbstgewinnung und Zurichtung die Arbeitskräfte oder Vorrichtungen fehlen, abgesehen von jenen Stoffen, welche auf besonderem gewerblichem Wege erzeugt werden.

Die Rohstoffe des eigenen Waldes, welche ein Bau beansprucht, gehören gleichwohl nach ihrem Werth geschätzt und in die Ueberschläge aufgenommen, schon um keiner Selbsttäuschung über die Einträglichkeit des Bauunternehmens zu unterliegen, aber auch im Sinne geregelter Verwaltung, — mindestens gemäß den eigenen Erzeugungskosten so z. B. bei der Verwendung von Holz zu Brücken oder Gerüsten.

Bei Bezügen von Außen bilden die Marktpreise eine sichere Norm. Soweit sie fehlen oder vielfach schwanken (Eisen- und Thonwaaren, Sprengmittel), erhebt man Angebote von Fabriken oder angesehenen Handlungshäusern, indem man sich die Lieferung gegen die mitgetheilten Preise zu sichern sucht.

Bei entwickelten Verkehrsverhältnissen bietet sich meist ein großer Bezugs-

markt, so daß aus einer Anzahl Preislisten und verlangten Proben Auswahl zu treffen ist.

Es kommt jedoch die Güte der Waare, die Preisverschiedenheit, die Höhe der Bezugskosten (Fracht zc.), Bequemlichkeit, Sicherheit und Raschheit des Bezugs in Betracht.

Bei größerem und regelmäßigem Bezug und bei Baarzahlung sichert man sich die größten Vortheile bezüglich des Preises und der Güte der Waare. In Voranschlägen sieht man durch etwas höhere Ansätze Preissteigerung und Unkosten vor.

Ähnlich erhebt man für Lieferungen von Geschirre und Geräte Preisangebote nach mitgetheilten oder erhobenen Mustern. Da es unrichtig, für eine einzelne Bauausführung Anschaffungen zu verrechnen, welche weiterhin brauchbar bleiben, so empfiehlt es sich, dafür nur einige Prozente des Bauaufwands (etwa 2 bis 5) in Rechnung zu nehmen. Dann können hieraus ebenso gut Mietkosten für Geräte und Maschinen als Anschaffungen und die Kosten der Instandhaltung bestritten werden.

Manches nützliche Geräte fertigen die Arbeiter selbst an, wenn ihnen dazu die nöthigen Stoffe verabreicht werden.

§ 137.

Die Arbeitsmiete.

Zu sicheren Anschlägen von Taglohn- oder Gedingarbeit ist zu wissen nöthig, wie viel ein Arbeiter täglich verdienen muß, um bestehen zu können.

Die tägliche Arbeitszeit wechselt nach den Jahreszeiten und läßt sich nach Abzug der Sonn- und Feiertage, sowie der schlechten Tage annehmen:

Im Frühjahr zu 70 Tagen mit 12 Arbts.-Std.					= 840 Std.
„ Sommer „ 73 „ „ 13 „					= 949 „
„ Herbst „ 72 „ „ 11 „					= 792 „
„ Winter „ 65 „ „ 9 „					= 585 „
	280 Tagen				= 3166 Std.

wovon nach Abzug der täglichen 1¼ stündigen Unterbrechungen (Morgen- und Abendbrod, Aufenthalt und Hindernisse) $(3166 - 350) : 280 = 10,06$ Stunden oder abgerundet 10 Stunden (also jährlich 2800) verbleiben.

Für längere Arbeit hiernach die mindeste Taglohnshöhe oder den Werth der Arbeitsstunde zu bestimmen, muß gutächlich der örtliche Lebensanspruch eines Mannes und seiner Familie ermittelt werden. Er sei durchschnittlich

$$\text{täglich} = v, \text{ somit für 1 Arbeitstag} = \frac{365}{280} v = 1,3 v$$

und für 1 Arbeitsstunde = $0,13 v$.

Die Arbeitsstunde des Sommers darf, obgleich die Arbeitszeit länger, nicht billiger sein, damit die jährliche Verdienstsomme erreicht wird, nämlich

1 Arbeitstag:	im Frühjahr	$12 \times 0,13 v$	$= 1,56 v$
	„ Sommer	$13 \times 0,13 v$	$= 1,69 v$
	„ Herbst	$11 \times 0,13 v$	$= 1,43 v$
	„ Winter	$9 \times 0,13 v$	$= 1,17 v$

also z. B. im Sommer täglich 1,44 des Winterverdienstes und 30% über die Lebensnothdurft.

Rechnet man nur knappen Verdienst oder ein mit der persönlichen Kraft,

mit Betriebsamkeit, Fähigkeit und den Selbstkosten der Arbeit (Unterricht) wachsendes Auskommen, berücksichtigt verbrauchtes Geschirr, verdienstlose Zwischenzeit, einen Sparpfennig für Krankheit und Alter u. s. w. und legt ein Lebenserforderniß V (= 365 v) zu Grund

	von 400	500	600	700 Mk.	
so ist 1,3 v =	1,429	1,786	2,143	2,500	"
und { Winterlohn =	1,29	1,61	1,93	2,25	"
{ Sommerlohn =	1,86	2,32	2,79	3,25	"

Zahlen, in welchen der Tagesverdienst des gewöhnlichen Arbeiters und Handwerksgehilfen sich meistentheils in Deutschland bewegt.

Die Arbeitskraft, durch langjährige Selbstkosten gewonnen, ist um so werthvoller, je längere Zeit zu ihrer Heranbildung verging, ein je größerer Aufwand (Ernährung, Erziehung, Ausbildung) bedingt war und zu ihrer ferneren Erhaltung (bezieh. der Kräfteerneuerung) nöthig wird. Die Selbstkosten müssen durch desto höhere Löhne vergütet werden, je mehr Gefahren die Dauer der Arbeitsfähigkeit und je mehr Unterbrechungen die Größe des Einkommens bedrohen.

Aus öffentlicher Vergebung vieler Arbeiten stellt sich der Werth der Arbeitsgattungen für den Tag und die Arbeitsstunde mittelst Angebot und Nachfrage immer wieder her. Schlechte Arbeiter drücken die Preise, zum Schaden der tüchtigeren Kräfte und der Gedinggeber — eine unvermeidliche, aber verminderbare Schattenseite öffentlicher Arbeitbegebung.

Die körperliche Leistungskraft eines Mannes gilt = $\frac{1}{7}$ Pferdekraft*) und kann als stündliche Arbeitsgröße zu 10260 Kil. in der Fortbewegung (2,85 K. auf 3,5^m Geschwindigkeit p. Sekunde) angenommen werden. Dann müßte 1 Mann von einem Erdkörper, dessen specif. Gewicht = 2,2 ist, $10260 : 2200 = 4,66$ ^{k/m} fördern können.

Die menschliche Leistung ist jedoch beim Wegbau gewöhnlich eine kombinirte; schon bei der Erdarbeit wechselt Lösen und Aufnehmen auf die Schaufel mit dem Werfen, Schleifen oder Karren und wächst der Aufenthalt und der nöthige Kraftaufwand mit der Festigkeit des Bodens und der Zahl der Hindernisse. Ohnedem ergibt sich eine sehr große Verschiedenheit der Leistungskraft nach der persönlichen körperlichen und geistigen Fähigkeit und Arbeitslust, nach den äußeren Umständen von Klima, Lage, Witterung, Dertlichkeit, nach der Art der Arbeit, der Güte des Geschirrs u. s. w.

Ist aber auf Grund allgemeiner Erfahrung oder besonderer Probearbeiten die obere und untere Leistungsgrenze für eine Arbeitsgattung festgestellt und andererseits der Werth der Arbeit für die Stunde oder eine Tagesgeschichte von 10 Stunden (= t) gutächtlich normirt, so läßt sich daraus leicht der mutmaßliche Aufwand für den Einheitsfuß einer bestimmten Leistung (nach laufendem, Quadr.- oder Kubikmeter u. s. w.) ableiten z. B.

nach dem Erfahrungsdurchschnitt könne von obiger Boden-Masse von $4\frac{2}{3}$ ^{k/m} ein Mann pro Tagesgeschichte zu 1,8 Mk. graben oder lösen und zugleich 3,5^m weit oder 2^m hoch werfen**)

*) Die Pferdekraft, nicht allgemein übereinstimmend, zu 75 Kil.-M. angenommen.

**) Das specif. Gewicht, für welches oben beispielsweise 2,2 angenommen worden, spielt hier mit; bei vegetabilischer Erde = 1,15, steigt es bei Lehm auf 1,4, Thonerde 1,7, Mergel 2,4 u. s. w.

	%	—	30	=	9,3	—	14,0
I. Sand oder Erde, locker (Schaufelarbeit)	20	—	30	=	9,3	—	14,0
II. Desgl. fest oder lehmig (Spatenarbeit)	15	—	18	=	7,0	—	8,4
III. Festen Lehm, Kies, Letten (Breithaue)	9	—	12	=	4,2	—	5,6
IV. Festen Kies, Thon, Mergel (Pickel)	5	—	7	=	2,3	—	3,3

so würden 10^{k/m}

von Klasse I auf	1,28	—	1,93	Mk.
" " II "	2,14	—	2,57	"
" " III "	3,21	—	4,29	"
" " IV "	5,45	—	7,83	"

zu stehen kommen.

Man hat auch versucht, die Tagelöhne t_0 des gewöhnlichen Arbeiters = 1 mit dem Werth anderer Arbeitsleistungen in Vergleich zu setzen und den Gebrauchswert der letzteren so einzugrenzen:

Lohn des geübten Erdarbeiters	=	1,25	(t_1)
" " Aufsehers über Erdarbeiten	}	=	1,50 (t_2)
" " Steinbrechers			
" " Maurers, Pflästerers, Zimmermanns	=	1,8 — 2,4	(t_3)
" " Steinsprengers (Bergmanns-)	=	2,0 — 3,0	(t_4)
" " Steinhauers	=	2,2 — 2,6	
" " Bauaufsehers	}	=	2,5 — 3,5 (t_5)
" " Schmieds, Anstreichers			
" für einspännige Fuhren einschl. Fuhrmann	=	2,5 — 4,0	(T_1)
" für zweispännige Fuhren einschl. Fuhrmann	=	4,0 — 8,0	(T_2)

Die niedrigen Fuhrlohnansätze für den Winter, die höheren für den Sommer mit einem Aufschlag um 1,0 bis 2,0 für Gebirgs-Gegend oder hohe Ortspreise und um 1,5 bis 2,0 für ein weiteres Zugthier, dagegen mit einem Abschlag um 1,0 bis 2,0 für Ochsen gespannt.

Letztere Vergleichen zwischen den Mietkosten für menschliche und thierische Arbeit sind offenbar weniger zutreffend, da die Lohnpreise meistens von ganz anderen Umständen abhängen. Es bedarf auch dieser Ableitung höchst selten.

§ 138.

Lösung, Vertheilung und Ausbeutung der Bodenmassen.

Bei größeren Bauten wird die Veranschlagung der Kosten sicherer, wenn a. die Loslösung der Bodenmassen (einschließlich der Verbauung in nächster Nähe) von b. der Förderung nach entfernten Punkten mit Karren oder Spannfuhrwerken und c. der Verrechnung oder Planirung, geschieden und jede dieser Arbeiten besonders berechnet wird, indem man für a. und b. die ermittelten Körperinhalte, für c. die Wegoberfläche zu Grunde legt.

Für kleinere Bauten genügt dagegen auf Grund von örtlichen Erfahrungssätzen die Veranschlagung nach der Weglänge völlig (mit Ersparung vieler Rechnungsarbeit); nur müssen die Ansätze aus sicheren Erfahrungen abgeleitet und nach Wegbreite, Bau Schwierigkeit und seitherigem Steigen der Lohnhöhe bemessen sein.

A. Kosten der Loslösungsarbeit.

Ueber den Zeit- und Kostenaufwand für die Verbauung von Erd- und

Felsmassen hat man bei Straßen-, Damm-, Kanal- u. Bauten schon viele Beobachtungen angestellt. Von verschiedenen Orten und Personen herrührend geben sie entweder die Kosten an, welche bei einem mittleren Tageslohn (also keine ständige Größe) entstanden sind oder — was leichter übertragbar — die Zahl der aufgewendeten Arbeitstage von bestimmter Stundenzahl (= Arbeitsschichten), also die Größe der Leistung, deren Kostenbetrag im Produkt mit der Lohnhöhe gefunden wird.

Wo die Erfahrungen nicht übereinstimmen, stecken die Ursachen im Ansprechen der Bodenart und ihres Zustandes, in der Arbeitsdauer (zu lange Arbeit spannt ab), in der Leistungsfähigkeit der Arbeiter (Alter, Volksschlag, Lebensweise u.), der Jahreszeit der Arbeit und der örtlichen Lage (sonnig oder schattig, Niederung oder Gebirge) u. s. w.

Wegen der großen Verschiedenheit der Bodenarten bezüglich der Schwere, des Zusammenhanges u. müssen Bodenklassen gebildet werden; bei deren jeder man Mittelsätze für die Arbeitsförderung annimmt. Dennoch werden die Ansichten immer abweichen, da sich zu vielerlei Einflüsse geltend machen:

anhaltend trockene oder feuchte Witterung und ungleiches Abtrocknen, Arbeit am Abhang oder in der Ebene, oberflächlicher oder tieferer Abhub,

Arbeit in engen Einschnitten oder in offenem weitem Raum, Wechsel und Verlauf der Schichtung, gemeinsame oder Einzelarbeit u. s. w.

Eine einfache und bequeme Eintheilung gab H. Karl (a. a. O.) in einer Lohnberechnungs-Tabelle, welche wir auf 10stündige Arbeitszeit und metr. Maaß umgerechnet hier wiedergeben, indem wir

mit a. den Boden ohne Steine, Wurzeln und Stöcke,
mit b. den steinigten Boden, ohne Wurzeln und Stöcke,
mit c. den steinfreien Boden, mit Wurzeln und Stöcken,
mit d. den steinigten und durchwurzelten Boden

bezeichnen. Danach bewegt 1 Mann in einem Arbeitstage Kub.-Meter

	a.	b.	c.	d.
bei lockerem Boden	4,27	4,06	3,85	3,00
bei festem Boden	3,42	2,56	2,14	1,71

ferner

geschichtetes Gestein (ohne Sprengung)	1,50
Gestein, welches gesprengt werden muß	0,85

Hieraus ergibt sich an Arbeitsschichten (= t) für das Loslösen und einmalige Wegschaufeln von 1^{k/m} Bodenmasse

	a.	b.	c.	d.
bei lockerem Boden	0,234	0,246	0,259	0,330t
bei festem Boden	0,292	0,391	0,470	0,585t

und als Ansätze für Gesteinlösung

geschichtetes Gestein (Brecharbeit)	0,67
ganzes Gestein (Sprengarbeit)	1,20

letztere Zahl als Mittelzahl zu hoch!

Folgende Tafel A. giebt eine Anzahl Mittelwerthe über den Bedarf an t, um $10^{k/m}$ Erd- oder Gesteinsboden loszulösen und auf Schub- oder 2räd. Handkarren aufzuladen, abgestuft nach den anwendbaren Geschirren*)

Tafel A.

Boden- klasse.	Bodenbeschaffenheit und Geschirr dazu.	Anzahl von t zum	
		Lösen	Aufladen
		von 10 k/m.	
I.	Humuserde oder reiner Sand einschl. Schaufelwurf auf einen Karren seit-, auf- oder abwärts,	0,55—0,80	} 0,50 wozu 0,20 für das höhere Aufladen in Hand- karren.
II.	Fester Sand-, Lehm-, Thon- oder Kiesboden, Spaten u. Schaufel.	1,60—1,80	
III.	Harter Lehm-, Thon-, Mergelboden, Keuper, Vias, Breithaue zum Lösen	2,10—2,35	
IV.	Steiniger Thon- u. Mergelboden, Breit- u. Spitzhaue	2,25—2,40	
V.	Fester Grobkies und weiches Tagesgestein, nur Spitzhaue	2,30—2,80	
VI.	Festeres Gestein, meist Spitzhaue, zuweilen Brecheisen	3,35—4,00	
VII.	Muschelkalk, Thonschiefer u. Grauwacke meist nur Brecheisen	4,50—6,75	
VIII.	Fester Felsen, Pulversprengung	9,00—12,50	

Will man mit Berücksichtigung der Erfahrungszahlen, welche von verschiedenen Orten einzeln oder in Tabellen sich in verschiedenen Werken mitgetheilt finden, für das metr. Maaß unter Bildung von Haupt- und Unterklassen den Zeitaufwand einzugrenzen suchen, so ergäbe sich etwa folgende

Tafel B.

des Aufwandes an Tagesschichten für das Lösen von $1^{k/m}$ Abtragkörper (einschl. Werfen 2,5—4^m weit oder 1,5—2^m hoch).

*) Mit Benutzung einer Tabelle aus A. v. Raven's „Vorträge über Ingenieurwissenschaften“ (S. 384), übertragen in metr. Maaß.

Tafel B.

Klasse.	Bodenarten.	Geschirr in vorwiegendem Gebrauch.	t p. 1 k/m.						
I.	Leichte Böden								
a.	Lofer Sand, trocken	Schaufel	0,07 — 0,10						
b.	Garten-, Acker-, Dammerde		0,09 — 0,12						
c.	Fester nasser Sand		0,10 — 0,14						
II.	Mittelsböden								
a.	Lockerer kleiner Kies, trockener Torf, leichter Lehm	Spaten	0,11 — 0,15						
b.	Nasser Torf, mittelfester Lehm, Thon-Sandboden		0,12 — 0,16						
c.	Mergel, Kalk, Grobkies, Gerölle		0,14 — 0,20						
d.	Dichter Lehm mit Thon- und Steinlagern		0,16 — 0,22						
III.	Schwere Böden								
a.	Lehm mit Letten, fester Kiesboden, leichterer Thonboden	Breithaue	0,22 — 0,24						
b.	Schwerer Thonboden, Letten mit Kiesel-schichten		0,27 — 0,30						
c.	Grobsand und Kies mit Thonbindung		0,30 — 0,33						
d.	Zähester trocken-harter Thon- und Lettenboden		0,35						
IV.	Steinboden								
a.	Steiniger Thon- und Mergelboden Kreide, losere Keupergebilde	Spitzhaue	0,33 — 0,38						
b.	Fester Keuper, Keuper Sandstein, Kies		0,35 — 0,45						
c.	Weiche Taggesteine mit Erdschichten		0,40 — 0,50						
V.	Geschichtete Gesteine								
a.	<table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td rowspan="4" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">}</td> <td>Muschelkalk</td> <td rowspan="4" style="vertical-align: middle;">" in</td> </tr> <tr> <td>Sandstein</td> </tr> <tr> <td>Ortstein zc.</td> </tr> <tr> <td></td> </tr> </table>	}	Muschelkalk	" in	Sandstein	Ortstein zc.		Brechgeschirr	0,45 — 0,55
}			Muschelkalk		" in				
			Sandstein						
			Ortstein zc.						
b.	Loose und leicht brechlich	0,52 — 0,60							
c.	Dicht und quarzig	0,61 — 0,70							
d.	kleinen Bänken, in ganzen Flözen	0,66 — 0,80							
VI.	Dichter Fels								
a.	Dichter Muschelkalk, zc.	Sprenggeschirr	0,70 — 0,80						
b.	Gneis, Basalt, Dolerit u. dergl.		0,81 — 1,00						
c.	Granit, Syenit, Grünstein zc.		0,90 — 1,10						
d.	Porphyr und Quarzfels		1,20 — 1,33						
VII.	Klüftiger, schwerzugänglicher Fels	Keile, Schlägel und Brecheisen	1,50 — 2,20						

Am unsichersten und von mancherlei Umständen und Zufällen am meisten abhängig sind die Ansätze unter VI. und VII.; deswegen vergiebt man auch die bezüglichen Arbeiten auf sehr verschiedene Weise,

- a. bald nach der „gewachsenen“ Felsmasse, deren Kubik-Inhalt in Festmetern genaue und zahlreiche Profilaufnahmen und Bodeneinschnitte ergeben haben, einschließlich der Unkosten für Geschirr und Pulver und Beseitigen der Trümmer;
- b. bald nach der zertrümmerten Felsmasse, wie sie beim Aufsetzen in Raummeter sich ergibt, mit Vergütung des Verschaffens und Aufsetzens;
- c. nach dem laufenden Meter der gefertigten Bohrlöcher oder der losgegangenen Schüsse (verlangt Erfahrung im Anschlagen und stete Aufsicht).*)

Zweifel beim Ansprechen einer Bodenart werden am sichersten durch Probearbeiten gelöst.

Erdarbeit und Förderung zugleich richtet man:

- bei leicht lösbarem Boden so ein, daß jeder Arbeiter gewinnt, auflädt und fördert,
- bei schwerem, steinigem oder felsigem Boden so, daß eine Anzahl Arbeiter loslösen, andere aufladen und fördern.

Für letzteren Fall muß die Zahl der Löfenden mit der Schwierigkeit ihrer Arbeit zu-, mit der Entfernung der Abladestelle abnehmen. Das richtige Verhältnis ist kein ständiges, aber ein ständig-unrichtiges vertheuert die Arbeit, was für Proben und für Tagelohnarbeit sehr zu beachten ist.

Für Veranschlagungen geben die obigen Tafeln wohl hinlänglichen Anhalt. Es lassen sich jedoch weiterhin Zwischen-Klassen einschalten und für mehrere Tagelohnhöhen:

Gewinnungskosten-Tafeln

aufstellen, welche als rechnungskürzend und sichernd sich überall empfehlen, wo Arbeiten unter ähnlichen Verhältnissen häufig wiederkehren, so z. B. auf der Grundlage von Tafel B:

Tafel C.

Boden- klasse.	Abgerund. Preis für 10 k/m. bei einem Tageslohn von				Boden- klasse.	Abgerund. Preis für 10. k/m. bei einem Tageslohn von			
	1,5	2,0	2,5	3,0		1,5	2,0	2,5	3,0
Mark					Mark				
I. a.	1,3	1,7	2,1	—	IV. a.	5,3	7,1	8,9	10,6
b.	1,6	2,1	2,6	—	b.	6,0	8,0	10,0	12,0
c.	1,8	2,4	3,0	—	c.	6,7	9,0	11,3	13,5
II. a.	2,0	2,6	3,3	4,0	V. a.	7,5	10,0	12,5	15,0
b.	2,1	2,8	3,5	4,2	b.	8,4	11,2	14,0	16,8
c.	2,5	3,4	4,3	5,1	c.	9,7	13,0	16,3	19,5
d.	2,8	3,8	4,7	5,7	d.	11,0	14,6	18,3	22,0
III. a.	3,5	4,6	5,7	7,0	VI. a.	—	15,0	18,7	22,5
b.	4,3	5,7	7,1	8,5	b.	—	18,0	22,5	27,0
c.	4,7	6,3	7,9	9,4	c.	—	20,0	25,0	30,0
d.	5,2	7,0	8,7	10,5	d.	—	25,3	31,6	37,9**)
					VII.	—	37,0	46,2	55,5

*) Bei Granit, Gneis und Porphyr seither z. B. im Schwarzwald für den laufenden Meter Bohrung 2,6=3,0 Mk. (bei Stellung von Geschirr und Pulver Seitens der Arbeiter).

Diese Zahlen wären für Affordberechnung gültig, für vorläufige Veranschlagungen aber aus Vorsicht um 10—12 % zu erhöhen.

Es sind darin die Verlohnungen für einmaliges Einladen oder einmaligen Wurf (seit-, rück-, vor- oder aufwärts) einbegriffen.

Die kleineren Löhne wählt man, soweit damit die gegendüblichen Sätze stimmen, in der Nähe der Ortschaften, für Winterarbeit und bei Stellung des Geschirrs zc. durch den Arbeitgeber; die größeren für entlegene Orte, Geschirrstellung Seitens der Arbeiter und für Sommerarbeit; die höchsten für schwierige gefährliche und sauberste Arbeit, bei welcher das Geschirr sich stark abnutzt und der Arbeiter auch die Sprengmittel und Sprenggeschirre zu stellen hat, oder für Arbeiten im Wasser.

Für erschwertes Laden oder Verbauen der Erde in Damm oder Böschung können die Ansätze sich weiterhin um 0,3 bis 0,4 Mk. auf je 10^{k/m} erhöhen, für zweiten Schaufelwurf um 0,5 bis 1,0 Mk., für lagenweises Feststampfen des Bodens um 0,7 bis 0,8 Mk.; bei stark durchwurzeltem Boden kann je nach der Holzart und dem Werth oder Unwerth der Stücke und Wurzeln eine Erhöhung in dem Verhältniß, wie es H. Karl angegeben, oder ein Zuschlag zum Ganzen um 0,05 bis 0,1 Mk. auf 1□m Bodenfläche stattfinden.

Zu der Regel fährt man besser, wenn man den Arbeiter das Geschirr mitbringen läßt; er ist mit dem eigenen vertraut und auf Instandhaltung bedacht; die Umständlichkeit der Kontrolle und Verteilung fällt weg u. s. w.

Ein besonderer Fall ist, daß nachträglich große Hindernisse z. B. versteckte Felsen, Wasseradern, oder dergl. zu Tage treten oder umfanglichere Sicherheitsmaßregeln nöthig werden. Für den Voranschlag sieht man sich deswegen durch die Annahme einer höheren Preisklasse vor, bei der Arbeitsbegebung sichert man eine nachträgliche Vergütung nach Ausmaß und billiger Veranschlagung zu.

Insbondere ist dann für Gesteinzertrümmerung und seitliche Lagerung desselben zu vergüten:

- | | |
|--|--------------|
| I. Schicht- und Trümmergestein p. ^{k/m} | |
| Spalten und Abheben | 0,40 — 0,70t |
| Auffetzen | 0,15 — 0,20t |
| II. Ganzes Gestein, Sprengen | |
| a. weich, zugänglich zc. | 1,00 — 1,20t |
| b. mittelhart | 1,30 — 1,60t |
| c. hart, verspannt zc. | 1,80 — 2,20t |
| Auffetzen bei a, b, bunde | 0,20 — 0,25t |

Dabei kann t nicht niedriger als zu 1,6 Mk. angesetzt werden, so daß also die Kosten p. 1 ^{k/m} zwischen 0,90 und 5,0 Mk. sich bewegen.

B. Kosten der Förderungs- (Transport-) Arbeit.

Im strengeren Sinne umfaßt die Förderung schon das nochmalige Aufnehmen und Werfen der abgegrabenen Bodenmassen mit der Schaufel, wobei nach gewöhnlicher Annahme 1 Arbeiter stündlich

- | | |
|--|----------------------|
| in 1 Wechsel (noch 3 — 3,5 ^m weit) | 1,6 ^{k/m} . |
| in 2 Wechseln (noch 3,6 — 7,5 ^m weit) | 0,8 ^{k/m} . |

Zu Seite 467. **) Bisher übliche Preise bei den Waldbwegbauten im bad. Schwarzwalde: weiche Felsarten 1,7—2,1 Mk., mittelharte 2,2—2,4 Mk., harte 2,6—3,5 Mk. für 1^{k/m}, was den Lohnklassen 2,0—2,5 Mk. entspräche.

oder in 1 Wechsel (noch 2 — 3^m hoch) 1,4^{k/m}
 in 2 Wechseln (noch 3 — 6^m hoch) 0,7^{k/m}
 wirft, oder in runder Erfahrungszahl erfordern 100^{k/m} Erde bis 3,5^m weit,
 oder bis 2^m hoch

zu werfen oder auf den Schubkarren zu laden 5 t,
 auf Karren auf- und wieder abzuladen . . . 9 — 10 t.

Auf alle Fälle sind unter Förderung die Arbeiten des Karren- und Spannfuhrwerks zu begreifen.

Bei beiläufigen Veranschlagungen läßt sich, ohne Eingehen auf die näheren Umstände, annehmen, daß 1 Arbeiter stündlich (ohne das Aufladen) bei 10stündiger Arbeit

a. mit dem Schubkarren

0,80 — 1,00 ^{k/m}	12 — 15 ^m weit,
0,70 — 0,90 "	25 — 30 " "
0,65 — 0,85 "	40 — 45 " "
0,60 — 0,75 "	55 — 60 " "
0,50 — 0,70 "	80 — 90 " "

b. mit dem zweirädrigen Handkarren von 0,25—0,30^{k/m} Inhalt

0,80 ^{k/m}	30 — 60 ^m weit,
0,75 "	61 — 90 " "
0,70 "	110 — 120 " "
0,65 "	140 — 150 " "
0,50 "	250 — 300 " " u. f. w.

fördert.

Wo die Bauten nicht in sehr großen Loosen vergeben werden und überhaupt keine größeren Massen zu fördern sind, berechnet man Förderungsarbeit nur, insoweit die durchschnittliche Stationslänge überschritten wird. Hinweis zu dieser Vernachlässigung liegt im geringen Arbeitsaufwand für kleine Strecken und Massen.

Für die eintretende Verrechnung sind die Abladestellen, welche die Ueberschüsse aufnehmen müssen, zum Voraus zu bestimmen, umgekehrt die Bezugsstellen bei Auftragsmangel. Immer muß auf kürzeste Entfernung ausgegangen werden.

Die mittleren Förderungsweiten werden am besten vorher für die ganze Baulinie berechnet — für kleine Massen stets auf dem einfachsten Rechnungswege.

Bei größeren Massen sind in Rechnung zu ziehen:

Bodenbeschaffenheit und Lage (ob locker oder fest, bewachsen oder frei, eben, hügelig oder steiler Hang, sonnig und heiß oder schattig); Steigungsverhältnisse (bergauf oder bergab), Entfernung von den Wohnorten, Größe der Afforde (Zeitausfüllung) u. f. w.

Sich ergebende Bruchtheile rechnet man voll und zur sicheren Veranschlagung für Verbindungen nimmt man höheren Ansatz für die Förderung über unebenen Boden oder einen Zuschlag für die Kosten der Einebnung. Geschickter Arbeitsangriff, welcher den Verdienst bessert, muß dem Unternehmer zugut kommen.

Zur Kosten-Berechnung der Massenförderung, entweder für den Einzelfall oder um Tafeln zum Nachschlagen zu bilden, bestehen verschiedene Wege, worunter der folgende sich als einfach empfiehlt:

α. Mit Schubkarren (welche 0,05^{k/m} „gewachsenen“ Boden fassen).

1 Arbeiter von mittlerer Leistung kann in 10 stünd. tägl. Arbeit 25^{Km} zurücklegen, wovon 12^{Km} „Nutzweg“. Karren-Stürzen und Wenden erfordert auf 1 Fahrt 2 Min., wodurch $2 \times \frac{12000}{10 \times 60} = 40^m$ Weg verloren gehen.

Demnach ist, wenn l = Förderweite (d. h. veränderlicher Abstand zwischen Auf- und Abladestelle), x = davon abhäng. Zahl der Nutzfahrten,

$$x \times l = 12000 - x \times 40, \text{ woraus}$$

$$x = 12000 : l + 40 \text{ (in Metern).}$$

Also kann z. B. 1 Arbeiter täglich

auf 50^m Förderweite $133 \times 0,05^{k/m} = 6,65^{k/m}$ Erde und Steine,

„ 75^m „ „ $104 \times 0,05^{k/m} = 5,20^{k/m}$ „ „ „

„ 100^m „ „ $86 \times 0,05^{k/m} = 4,30^{k/m}$

fortschaffen und kostet bei einem Tagelohn von 2 Mk. 1^{k/m} 0,3, bezieh. 0,38 und 0,47 Mk.

Bei Steigungen verkürzt sich der Nutzweg und erhöht sich die Pause jeder Fahrt.

β. Mit 2rädri gen Handkarren, welche von 2 bis 3 Mann gehandhabt werden und 0,3^{k/m} Erde und Steine fassen sollen (ihre Verwendung geht über 1000^m nicht hinaus). Zwei Arbeiter legen leicht in 10 Tagesstunden 30^{Km} zurück, also Nutzweg = 15^{Km}. Laden, Stürzen und

Wenden beanspruchen bei jeder Fahrt 10 Min., daher $10 \times \frac{15000}{10 \times 60} = 250^m$

Weg jeweils entfallen. Es wird aus $x \times l = 15000 - x \times 250$, $x = 15000 : l + 250$.

Also beträgt z. B.

für l = m	Zahl d. Fahrten zu 0,3 k/m	Masse der tägl. Förderung	Preis f. 1 k/m b. einem Tagelohn v. 2 Mk.
		k/m	Mark
100	42,8	12,8	0,31
200	33,3	10,0	0,40
300	27,3	8,2	0,49
400	23,1	6,9	0,58
500	20,0	6,0	0,66
1000	12,0	3,6	1,11

Bei beträchtlicher Steigung ist die Vermehrung der Kräfte durch noch 1 oder 2 Mann oder Verminderung der Ladung und der Zahl der Fahrten (mehr Ruhepausen) in Rechnung zu nehmen oder der einem größeren l entsprechende Preis p. k/m anzusetzen.

γ. Spannkarren mit Pferden sollen nicht größer als zu 0,5^{k/m} Ladefähigkeit genommen werden. Die Geschwindigkeit des Pferdes auf ebener, wagrechter Bahn sei = 80^m in 1 Min., jedoch mit 15 Min. Aufenthalt bei jeder Fahrt für Auf- und Abladen, Umspannen und Wenden.

Täglicher Weg eines Pferdes = 8 . 60 . 80 = 38400^m (8 stünd. Arbeitszeit). Wenn wieder l = Entfernung bis zur Abladestelle, so bedarf 1 Nutzfahrt den Weg 2l, daher ganzer täglicher Weg : $x(2l + 15 \times 80) = 38400^m$ und $x = 19200 : l + 15 \times 40 = 19200 : l + 600$.

Beispielsweise berechnet sich hiernach bei 7 Mk. täglichem Miethpreis für Karren und Pferd (einschl. Fuhrmann)

für 1 = m	Zahl d. Fahrten zu 0,5 k/m	Masse der tägl. Förderung	Preis für 1 k/m
		k/m	Mark
300	21,3	10,6	0,66
400	19,2	9,6	0,73
500	17,5	8,7	0,80
600	16,0	8,0	0,87
800	13,7	6,8	1,03
1000	12,0	6,0	1,17

Bei Steigungen verkürzt sich der Nutzweg bez. mindert sich die Nutzleistung und erhöht sich die Pause jeder Fahrt.

Vergleicht man die Zahlenbeispiele, so ergibt sich, daß bei den unterstellten Löhnen der 2räd. Handkarren auf 100^m Förderweite ebenso billige Arbeit schafft als der Schubkarren auf 50—60^m und billigere als der Spannkarren bis auf 1000^m Förderweite. Erfahrungsmäßig ist er gewöhnlich bis auf diese Entfernung in Gebrauch.

δ. Zweispänniges Fuhrwerk, welches 0,75 bis 0,90^{k/m} Erde und Steine aufnimmt, wird nach Feststellung des Laderaums ähnlich auf den Kostenbetrag p. k/m berechnet wie der Spannkarren. Der Aufenthalt für Auf- und Abladen, Anspannen und Wenden ist immer größer.

Erst bei größeren Entfernungen, hohen Tagelöhnen und billigem Fuhrpreis oder bei Mangel an Arbeitern greift man dazu.

Zur genaueren Ermittlung, wie viel Fuhren an Schub-, Hand- oder Spannkarren zur Verbringung einer gewissen Bodenmenge auf bestimmte Entfernungen und wie viel Arbeitskräfte und Zeitaufwand demgemäß nötig, müßte man wissen, um wieviel die Bodenarten aus dem Verbmeter gewachsenen Bodens in Raummeter sich auflockern. Hierzu folgende kurze Uebersicht:

Bodenklasse	1 Verbm. gewachf. Bodens gibt nach der Auflockerung Raummeter	Auf den k/m gewachf. Bodens gehen Ladungen		
		Schubkarren	Handkarren	Spannt.
I. Leichte Böden	1,10—1,20	22—24	3,7—4,0	2,4
II. Mittelböden	1,20—1,24	24—25	4,0	=
III. Schwere Böden	1,23—1,25	25	4,1	2,5
IV. Steinböden	1,24—1,27	25—26	4,1—4,2	=
V. VI. VII. Gestein	1,26—1,50	25—30	4,1—5,0	2,7

Allgemein läßt sich der Zeitaufwand in Theilen oder Mehrheiten von t für jede Förderungsweise auf die Kubikeinheit an Erdmasse (pro Kubikmeter) aus den oben entwickelten Ansätzen so herleiten:

Es sei die Ladmenge des Fuhrwerks = m, der tägliche Nutzweg = L,

der Wegverlust bei jeder Fahrt = v , die tägliche Förderung (des 1 mannigen Schubkarrens, 2 oder 3mannigen Handkarrens z.) = M , der Zeitaufwand an t für $1^{k/m} = z$, so wird

$$\text{aus } M = m \cdot x = m \frac{L}{1+v}$$

$$z = \frac{t}{M} \text{ und für } t = 1$$

$$z = \frac{1+v}{m L} = \frac{v}{m L} + 1 \frac{1}{m L}$$

Für jede Förderungsweise ist v und $\frac{1}{m L}$ eine ständige Größe, daher

die Aufstellung von Forderungstafeln eine einfache Rechnungsarbeit:

α. Für Schubkarren werden die Anfage

$$z = 0,066 \dots + 0,00166 \dots \times 1^*)$$

woraus

Zeitaufwand für $1^{k/m}$ und 1 Arbeiter

für 1 = m	t zu 10 Stb.	für 1 = m	t zu 10 Stb.	für 1 = m	t zu 10 Stb.
5	0,075	60	0,17	200	0,40
10	0,08	70	0,18	250	0,48
20	0,10	80	0,20	300	0,57
30	0,12	90	0,22	350	0,65
40	0,13	100	0,23	400	0,73
50	0,15	150	0,32	500	0,90

β. Für Handkarren wären die Anfage einer solchen Tafel abzuleiten aus

$$z = \left(\frac{250}{0,3 \times 15000} + \frac{1}{0,3 \times 15000} \right) 3$$

$$= 0,166 + 0,00067 \times 1$$

wenn eine Führung des Karrens durch 3 Mann als nötig unterstellt wird —
woraus

Zeitaufwand für $1^{k/m}$ an Arbeitstagen

für 1 = m	t zu 10 Stb.	für 1 = m	t zu 10 Stb.	für 1 = m	t zu 10 Stb.
50	0,20	250	0,33	600	0,57
60	0,21	300	0,37	700	0,64
80	0,22	350	0,40	800	0,70
100	0,23	400	0,43	900	0,77
150	0,27	450	0,47	1000	0,84
200	0,30	500	0,50		

*) Eine ähnliche Tafel v. S. Karl (a. a. O.) ist nach einer Formel angefertigt, welche für Metermaß die Gleichung darstellen würde: $z = 0,11 + 0,0016 \times 1$ (wenn t 10stundig).

γ. Für Spannfarren mit Pferden wird, wenn die Tageslichte = T

$$z = \left(\frac{600}{0,5 \times 19200} + \frac{1}{0,5 \times 19200} \right) T \\ = (0,0625 + 0,0001041) T$$

moraus

Zeitaufwand des Fuhrwerks für 1 ^{k/m}

für l = m	an T zu 8 Stb.	für l = m	an T zu 8 Stb.
100	0,07	600	0,12
200	0,08	700	0,13
300	0,09	800	0,14
400	0,10	900	0,15
500	0,11	1000	0,16

wozu die Hilfsarbeit für das Aufladen noch beizuschlagen wäre, nämlich einschl. Aufenthalt auf je 100 ^{k/m} 9 bis 10 Arbeitstage eines Tagelöhners.

δ. Aus der Tabelle H. Karl's für zweispänniges Fuhrwerk einschl. Rückweg ergibt sich folgende Tafel pro 100 ^{k/m}

für l = m	T zu 10 Stb.	für l = m	T zu 10 Stb.
25	5,0	600	10,0
50—100	6,0	700	11,0
150—200	7,0	800	12,0
250—300	8,0	900	12,9
350—400	9,0	1000	13,6
450—500	9,5		

Bezüglich des Ladens wie unter γ.

C. Kosten der Berebnung.

Das Abflächen der abgegrabenen und aufgeschütteten Böschungen kann entweder auf die Kubikmasse der geförderten Erde oder auf die Größe der abgeglichenen Fläche ausgeworfen werden. Man kann erfahrungsgemäß, da die Massen zu den Flächen für eine bestimmte Wegbreite in ziemlich ständigem Verhältnis stehen,

auf je 10 ^{k/m} Bodenmasse 0,4 t
oder

auf je 100 □^m Flächen 1 bis 2 t rechnen;

ferner für

Aufsichteten des Auftrags in Lagen von 0,1—0,2^m auf je 10 ^{k/m} 0,7 t
für Abwölben der Erdbahn auf 100 □^m 1,5—1,6 t.

Zu den gewöhnlichen Lohn- oder Gebing-Sätzen können noch besondere Vergütungen oder Zulagen hinzutreten (und sind für die Voranschläge vorzusehen), je nachdem die örtlichen Verhältnisse sich ungünstiger als sonst

gestalten oder die Zumuthungen des Gedings lauten und die Gedingnehmer bestimmte Verpflichtungen eingehen z. B.

für Stellen und Instandhalten der Karren und sämtlichen Geschirrs 5—10% des Anschlags oder eine Zulage auf je $10^{k/m}$ Bodenmasse,

für erschwertes Laden und Fördern, Dielenbeleg der Förderbahn 0,01 — 0,02 Mk. p. k/m

„ Abdecken der Erdoberfläche auf die Tiefe eines Spatenstichs und seitliches Ablagern 1—1,2 Mk. p. $100 \square^m$

„ Ausroden von flachwurzeligem Ausschlagholz 2,5—3,0 Mk. p. $100 \square^m$ zc.

§ 139.

Kosten der Grabenanlagen.

Die Kostenberechnung hat die Kostenätze der Bodenlösung und Berebnung zur Grundlage; man ermittelt die Kubikmasse des Ausschubs und den Flächeninhalt der Grabensohle und -Wände und summiert die Kosten beider Erdarbeiten. Gewöhnlich wird der Grabenaushub auf die Wegbahn (Fußbänke) verwendet oder als Einfassungsdamm aufgeschüttet oder seitwärts ausgebreitet; Förderungskosten kommen also selten hinzu.

Dagegen werden oft besondere Auslagen für Befestigung der Sohle und Wände z. B. Verasung oder Abpflasterung nöthig, welche nach ihrem Flächeninhalt zu veranschlagen sind.

Die Wiederkehr der gleichen Formen und Ausmaße bei den Straßengräben läßt leicht Erfahrungen erwerben, um die Anlagelkosten oder den Arbeitsaufwand auf die Längenerstreckung („lauf. Meter“) veranschlagen zu können, z. B.

bei $0,3^m$ Tiefe, 1^m oberer und $0,4^m$ Sohlenbreite (Böschung 1:1) beträgt der Querschnitt $0,21 \square^m$ und geben 5 lauf. Meter $1,05^{k/m}$ Ausschub und $6,20 \square^m$ ($1,24$ p. lauf. M.) Grabensohlen und -Wandfläche. Nach § 138 (Tafel B) beträgt der Arbeitsaufwand (durchschnittl.) für das Ausheben bei

Bodentklasse:	I.	II.	III.	IV.
p. k/m	0,10	0,16	0,28	0,42 t
und für das Abflächen				
p. $10 \square^m$	0,10	0,14	0,17	0,20 t
somit Gesamtarbeit				
auf den lauf. Meter:	0,033	0,052	0,080	0,113 t
und Kostenaufwand (abgerundet)				
bei 1,5 Mk. Taglohn	0,05	0,07	0,12	0,17 Mk.

Verasung und Abpflasterung nach den Kostenätzen unter § 141.

Hält man die bisher unterschiedenen 4 Bodentklassen fest, rechnet an Arbeit für Ausheben und Abflächen zusammen

für $1^{k/m}$	0,16	0,24	0,35	0,50 t
---------------	------	------	------	--------

und stellt die üblichen Maße für Grabentiefe und mittlere Weite mit ihren Kubikinhalten zusammen, so ergibt sich folgende

Tafel des Arbeitsaufwands für Grabenanlagen.

Graben		Rub.-Znh. auf 1 lauf. Meter	10 lauf. Meter erfordern bei der Bodenklasse			
Tiefe	mittl. Weite		I.	II.	III.	IV.
m		k/m	Arbeitstage			
0,3	0,2	0,06	0,10	0,14	0,21	0,30
	0,3	0,09	14	22	32	45
	0,4	0,12	19	29	42	60
0,4	0,3	0,12	0,19	0,29	0,42	0,60
	0,4	0,16	26	38	56	0,80
	0,5	0,20	32	48	70	1,00
0,5	0,3	0,15	0,24	0,36	0,53	0,75
	0,4	0,20	32	48	70	1,00
	0,5	0,25	40	60	88	1,25
0,6	0,4	0,24	0,38	0,58	0,84	1,20
	0,5	0,30	48	72	1,05	1,50
	0,6	0,36	58	86	1,26	1,80
0,7	0,5	0,35	0,56	0,84	1,23	1,75
	0,6	0,42	67	1,01	1,47	2,10
	0,7	0,49	78	1,18	1,72	2,45
0,8	0,6	0,48	0,77	1,15	1,68	2,40
	0,7	0,56	90	1,34	1,96	2,80
	0,8	0,64	1,02	1,54	2,24	3,20
	0,9	0,72	1,15	1,73	2,52	3,60

u. f. w.

Für ortsübliche Arten von Grabenanlagen lassen sich meistens die einmal entwickelten Kostenätze pro lauf. Meter auf lange Zeiträume für die Veranschlagungen benützen.

Für Grabenanlagen im Massen erhöht sich der Aufwand um 25—33 Prozent.

§ 140.

Kosten für Herstellung der Fahrbahn.

Die erste Veranschlagung der Kosten muß, so lange sichere Erfahrungssätze, welche der Dertlichkeit entsprechen, noch fehlen, den Aufwand trennen nach a. Beschaffung des Gesteinbedarfs, b. Zurichtung und Einlegen, getrennt nach Gestück und Beschlag, c. Feststampfen oder Anwalzen.

a. Ist das Gestein nicht aus den Abträgen selbst zu gewinnen, so kommen Brechungskosten in Anrechnung, deren Größe von der Gesteinsart abhängt, und wenn der Bezugsort nicht in nächster Nähe liegt, noch Befuhrkosten, zu deren Berechnung die mittlere Entfernung von dem Verwendungsort festzustellen ist. Statt dessen können beiderlei Kosten zugleich durch Erhebung von Lieferungspreisen ermittelt werden. Hierfür legt man den Raummeter des ins Maß gesetzten Gesteins zu Grunde.

Der Brecher- und Seegerlohn muß, in Erwägung, daß nur festes Gestein geliefert werden darf und häufig der Brecharbeit Abräumung des auflagernden Schuttes vorhergehen muß, meistens höher als Tafel A und B in § 138 angibt, angesetzt werden, etwa p. k/m.

1. Brecherlohn

Spaltbares Schichtgestein 0,60—0,90 t₂.

zu sprengendes Gestein 0,80—1,40 "

2. Seegerlohn 0,15—0,30 "

Die Gesteinarbeit einschl. Zurichten und Segen der Randsteine, welche aus den spalt- und richtbarsten Gestein-Stücken ausgesucht werden, veranschlagt man entweder nach dem Kubikinhalt des Steinbettraumes (wovon das Gestein einen bestimmten Theil einnimmt) oder nach dem Flächeninhalt der Fahrbahn, indem man den Gesteinbedarf und die Zurichtungskosten dafür nach dem Kubikmeter berechnet; ebenso, jedoch zuerst davon getrennt, wird die Besotterungs- (Beschläg-) Arbeit behandelt. Beide faßt man schließlich zusammen und schlägt sie auf den laufenden Meter Fahrbahn in abgerundeter Summe aus, z. B. bei 3^m Bahnbreite

Gestück 0,25^m hoch, Bedarf p. □^m 0,30 Raummeter Steine,

deren Anschaffung 1,6 Mk. } p. Raummeter kosten;

" Herrichtung 0,6 Mk. }

Betrag p. □^m 0,66 Mk.

Beschläg 0,12^m hoch, Bedarf p. □^m 0,16 Raummeter Steine,

deren Anschaffung 2,0 Mk. } p. Raummeter kosten;

" Herrichtung 1,4 " }

Betrag p. □^m 0,54 Mk.

somit auf den laufenden Meter Bahn

Kostenbetrag = 3 (0,66 + 0,54) = 3,6 Mk.

Das Erforderniß an Steinen kann bei einer Gesamttiefe des Steinbettes von 0,25—0,35^m für den laufenden Meter angenommen werden

	Gestück	Beschläg
	Raummeter.	
3,0 ^m	0,50—0,75	0,28—0,35
3,5 ^m	0,60—0,85	0,33—0,45
4,0 ^m	0,70—0,95	0,37—0,55
4,5 ^m	0,80—1,10	0,40—0,65
5,0 ^m	0,90—1,25	0,45—0,75

Das Zerfchlagen der Steine für den Unterbau auf 5 und mehr Zentimeter Durchmesser kommt bei mittlerem Taglohn p. k/m bei Sandsteinen auf 0,5, Kalksteinen 0,6, Kieseln 0,7—1,0, bei härterem Gestein auf 1,2—1,5 Mk.

Die Arbeitskosten für den ganzen Unterbau d. h. Zerfchlagen und Verbauen betragen bei Sand- und Kalkbruchsteinen

bei einer Bahnbreite	p. lauf. Meter Bahn
von 3,0 ^m	0,20—0,25 Mk.
" 3,5 ^m	0,26—0,33 "
" 4,0 ^m	0,34—0,40 "
" 4,5 ^m	0,41—0,50 "

Das Zerfkleinern der Steine für die Bahndecke (Schotter) auf 3—4^{zm} Würfelfante kommt p. k/m bei Kalksteinen auf 0,7—0,9 Mk., bei Fluß-

geschoben auf 1,0—1,4 Mk., bei Quarzgesteinen auf 1,5—1,8, bei Basalt und dergl. auf 2,0 Mk. Hierzu für Verbauen i. e. Beschaffen und Einlegen 0,2—0,3 Mk. p. k/m.

Für sehr ungünstige Verhältnisse müssen diesen Kostensätzen bei Grund- und Deckbau noch 5—7% zugeschlagen werden.

Um von den augenblicklichen Lohnpreisen unabhängig zu bleiben, kann man folgende Arbeitsgrößen zum Anhalt nehmen, unter getreunter Veranschlagung der Materialgewinnung und der Zurichtung:

A. Einfache Schotterbahn: Ausgleichen der Fahrbahn und Abwölben um 6—8^{zm}, Festrammen, einfaches Ueberschottern und Einfassen mit schwachen Gräben:

1 lauf. Meter erfordert bei

3—4^m Breite
4—5^m "
5—6^m "

günstigen	mittl.	ungünst.
Boden- u. Verhältnissen.		
t zu 10 Stunden		
0,20—0,30	0,50	0,70—0,80
0,35—0,45	0,75	1,10—1,30
0,45—0,55	1,00	1,40—1,60

B. Regelrecht verfeinte Fahrbahn

a. 3,6—3,8^m breit

1 laufender Meter erfordert bei

α. Abflächen, bez. Wölben
β. Ausheben der Gräben
γ. Einsetzen der Liniensteine und des Grundbaues und Aufschütten des Schotters

günst.	mittl.	ungünst.
Boden- u. Verhältnissen		
t zu 10 Stunden		
1,00	2,00	3,50
0,10	0,15	0,20
0,80	1,00	1,40
1,90	3,15	5,10

b. 4,2—4,4^m breit

c. 4,8—5,0^m breit

	günst.	mittl.	ungünst.	günst.	mittl.	ungünst.
Boden- und sonstige Verhältnisse						
Aufwand an t zu 10 Stunden						
α.	1,13	2,30	4,00	1,50	3,00	4,50
β.	0,12	0,15	0,20	0,12	0,15	0,20
γ.	1,00	1,20	1,50	1,13	1,50	1,90
	2,25	3,65	5,70	2,75	4,65	6,60

Fehlen in einer Gegend beim Beginn der Wegbauten die Erfahrungen

noch gänzlich, so führen einige im Taglohn ausgeführte Probearbeiten, ein Zusammenhalten mit obigen Zahlenangaben, bald zu brauchbaren Ansätzen, deren Zusammenfassen zu abgerundetem Kostenfuß auf den laufenden Meter Wegstrecke sich stets empfiehlt.

Die Arbeit des Festrammens hängt bezüglich des Aufwandes von der Festigkeit des Untergrundes, der Größe und Härte des in die Fahrbahn verbauten Gesteins und dem Grad der Festigkeit ab, welchen man erreichen will.

Als bloße Handarbeit von Tagelöhnern kann sie auf 100□^m zu 4 bis 7 t angenommen werden.

Die Walzungskosten bestehen in der Miethe (bez. den Unterhaltungskosten) der Straßenwalze und des Gespanns sowie dem Arbeitsaufwand für Führung der Walze, Nachlegen von Gestein und Beseitigen verbliebener Unebenheiten. Für Waldungen (bei 2mal. Walzen) dürften auf 100□^m 3—5 Mk. zu rechnen sein.

§ 141.

Kosten der seitlichen Befestigung.

Hierher zählen:

1. Das Beschlagen und Verasen der Erdböschungen
2. die Bepflanzungen
3. die Verauhwehrungen, Flechtwerke u. dergl.
4. die Abpflasterungen
5. der Stützmauerbau.

1. Das scharfe Abheben und Abflächen der Böschungen ist eine Ausgabe, welche durch die größere Widerstandsfähigkeit gegen Abschweemung sich austrägt. Durchschnittlich kann für 100□^m ein Arbeitsaufwand von 1,0—1,2 t gerechnet werden.

Das Beschlagen steiler Böschungen mit Lehm für 100□^m mit einem Aufwand von 5,0—6,0 t. Billiger und schöner, aber für steile Böschungen nicht empfehlenswerth, ist die Uebererdung 0,10 bis 0,15^m hoch mit beigeschaffter humoser Erde und Einsaat mit Klee- und Gras-Samen, p. 100□^m 5,0—8,0 t oder die theilweise oder völlige

Verasung: Den Rasen mit dem Stechspaten in Plaggen von 0,1□^m (bis 0,1^m dick) ausstechen p. 100□^m 4 t

1000 Stück Pfähle v. 0,3—0,4^m

Länge und 3^{em} Dicke herzurichten 4—5 t

(Bedarf p. 100□^m 1000—1200 Stück.)

Den Rasen zu legen und zu befestigen 3—4 t

Festige Einschnittsböschungen von vorpringendem oder losbröckelndem Gestein zu befreien und theils mit Erde und Rasen auszufüllen, theils die Lücken trocken auszumauern 12—15 t

2. Für die Anpflanzung der Böschungen bestehen in jeder Gegend bereits genügende Erfahrungen. Allgemeine Kostenätze sind auch schwer zu geben, weil sie von der Verbandweite, der Art und Stärke der Pflanzen und der Bodenbeschaffenheit zu sehr abhängen.
3. Die Verauhwehrung (Spreitlage) mit Faschinengehölz (12—15^{em} hoch) erfordert auf 10□^m Böschungsfläche 3 t und an Gehölz 5 Stück Faschinen,

3—4^m Würfte, 30—40 Stück Pfähle
und 2—2,5^{k/m} Schotter oder Kies.

Der Aufbau mit Flechtzäunen von 0,3—0,6^m Höhe erfordert auf 10 lauf. Meter

an Arbeitsaufwand 2—2,2 t
an Baustoffen 3 Gebund Faschinen

und 30 Stück 1,5—2^m lange Pfähle.

Der volle Faschinenbau bedarf p. k/m 3—4 Faschinen, 0,3—0,4^{k/m} Sand und Kies (oder Schotter), 7—8 Pfähle, 18—20 Flechtzäunen und an Arbeitskraft 0,10—0,15 t
(ausschließlich der Materialgewinnung).

Hieb und Herrichtung von 100 Stück Faschinen erfordert 3,5—5 t, von 100 Pfählen 0,2—0,3 t

4. Die Abpflasterungen können nur nach der Fläche veranschlagt und bezahlt werden. Der Lohn eines Pflästerers, welcher die Steine zu richten, in die zu ebene Fläche einzusetzen und das fertige Pflaster festzurammen hat, ist = 1,8—2,4 t₀ = t₃. Einfache Tagelöhner werden ihm als „Handlanger“ beigegeben (t₀).

a. Die Abpflasterung von Dammböschungen (f. g. Steinböschung) längs fließendem Wasser oder wegen Steilheit erfordert, einschließl. Regelung der Böschung und Bearbeitung der Steine, p. 10^m 1,5—2t₃ und 1t₀.

b. Die Rinnenpflasterung erfordert, je nachdem die Lage und Beschaffenheit des Baugrundes eine günstige, nicht steiler als 5° (I), eine mittlere, zwischen 5—10° (II) oder eine ungünstige, mit 10—15° (III) und je nach der Art der Pflastersteine einen sehr verschiedenen großen Arbeitsaufwand.

10^m Pflaster erfordern,

		I	II	III
		Arbeitstage		
α. Wenn aus Bachgeschleiben (Kiesplatten)	t ₃	1,0—1,2	1,4	1,6—1,7
	t ₀	1,0—1,2	1,3	1,4—1,6
β. Wenn aus Bruchsteinen 20—25 ^{cm} stark	t ₃	1,6—1,7	1,8	1,9—2,0
	t ₀	1,0—1,2	1,3	1,4—1,6
γ. Desgleichen, in Mörtel oder Cement	t ₃	2,0—2,4	2,7	3,0—3,6
	t ₀	1,0—1,2	1,3	1,4—1,6

Es kommt somit der laufende Meter Pflasterinne von 1,0^m Breite bei einem Tagesverdienst des Pflästerers von 2,5 Mk. und des Tagelöhners von 1,2 Mk. abgerundet

bei α. auf 0,35 bis 0,60 Mk.

„ β. „ 0,50 „ 0,70 „

„ γ. „ 0,60 „ 1,10 „

zu stehen.

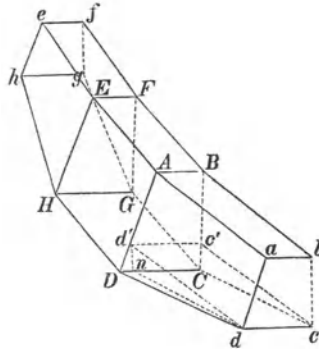
5. Der Stützmauerbau wird entweder nach dem Kubikinhalt oder nach der Größe der Stirnfläche berechnet.

Die Baukosten bestehen

- a. im Ausgraben des Fundaments (Erdarbeit, zuweilen mit Felsen-Sprengung),
- b. in Gewinnung und Beischaffung der Baustoffe,
- c. im Aufrichten des Mauerwerks einschließlich Zurichten der Steine,
- d. in der Hinterfüllung und Eindeckung (Erdarbeit, zuweilen mit Verasung).

Bei der Veranschlagung der Kosten sowohl für die Baustoffe als für die Arbeit muß Trocken- und Speisemauerwerk getrennt gehalten werden. Für beide rechnet sich geschichtetes Mauerwerk in Bezug auf Stoffverbrauch und Arbeit beträchtlich höher. Der Kubikinhalte, welchen man schon wegen des Bezugs oder Beischaffens der Baustoffe kennen muß, läßt sich auf verschiedenen Wegen annäherungsweise ermitteln, z. B. aus durchgelegt gedachten Querschnitten und ihren Abständen oder aus den Stirnflächen und der mittleren Mauerdicke. Zu einem genaueren Verfahren genügt folgende Entwicklung:

Fig. 281.



Der erste Theil einer Mauerstrecke liege zwischen den Querschnitten $abcd$ und $A'B'C'D'$, welche von der oberen Mauerdicke d , den Mauerhöhen $bc = h_0$ und $BC = h$, mit dem Anzugsverhältnis β , also unten von den Mauerdicken $d + h_0\beta$ und $d + h\beta$ begrenzt sind. Der Abstand der Querschnitte sei $= a$. Der Rauminhalt J zwischen beiden Querschnitten, durch die Parallelgeraden cc' , dd' , nn' und nd' in 3 regelmäßige Körper zerlegt, ist

$$\begin{aligned}
 &= \left(d + \frac{h_0 \beta}{2} \right) h_0 a + (d + h_0 \beta) (h - h_0) \frac{a}{2} + (h - h_0)^2 \beta \frac{a}{3} \\
 &= a \left[d \frac{h_0 + h}{2} + \beta \left(\frac{(h - h_0)^2}{3} + \frac{h_0 h}{2} \right) \right]
 \end{aligned}$$

ein Ausdruck, welcher den Rauminhalt ohne Kenntniß der Querschnitte direkt zu ermitteln gestattet, nachdem man die Mauerstrecke in passende Abschnitte dD , DH , $Hh \dots$ zerlegt hat, z. B. in Strecke dD sei

$$h_0 = 2,5^m, \quad d = 0,7^m, \quad \beta = \frac{1}{5}, \quad h = 4,8^m, \quad a = 40^m,$$

1^{k/m} Bruchsteine im Steinbruch bezogen
in steinreicher Gegend 5,0–7,0 Mk.

Für Rüstung, Geschirr und Aufsicht werden noch bei Maurer- und Steinhauerarbeiten 10% des Preisansatzes zugeschlagen.

§ 142.

Baukosten der Wasserabzüge, Durchlässe und Brücken.

Für die kleineren Wasserabzüge mit Erdaufwürfen, steinernen oder hölzernen Querschwellen oder Radeln sind, wo nöthig mittelst Probearbeiten, leicht örtliche Erfahrungen zu sammeln, welche man auf den laufenden Meter zurückführt.

Bei Sickerdohlen wird, getrennt für Haupt- und Seitenkanäle, ähnlich verfahren, indem man aus dem Arbeitsaufwand für den Erdaushub, für die Zerkleinerung des einzufüllenden Schotters und für das Eindecken einen Durchschnittsatz ableitet.

Bei den Wasserdurchlässen zerfällt der Kostenaufwand wieder in

- a. Grabarbeit (nach dem Kubikinhalt des Dohlenbettes);
- b. Beschaffung des Materials, entw. irdene, bez. Cementröhren (nach der Stückzahl oder dem laufenden Meter) oder Mauersteine und Deckplatten, erstere nach dem Kubik-, letztere ebenso oder nach dem Quadrat-Meter;
- c. Einlage oder Aufbau und
- d. Eindeckung.

Meistens behandelt man den Voranschlag für kleinere Durchlässe summarisch nach dem laufenden Meter oder in runder Summe für je eine Ueberfahrt, z. B.:

ein Durchlaß aus Drainröhren mit 3 Strängen von 8–15^{cm} oder mit 1 Strange von 20–25^{cm} Weite, mit vorgemauertem Ein- und Auslaß, 3,5–4,5^m lang, durchschnittlich 4,0–7,0 Mk.;
ein Durchlaß aus Trockenmauerwerk von Bruchsteinen mit Platten-
deckung, 0,3 □^m im Lichten, 3,5–4,5^m lang, je nach Breite, Fundament-
tiefe und Größe der Erdarbeit

Klasse	I	II	III
--------	---	----	-----

Kosten in Mk.:	12–20	21–25	26–35
----------------	-------	-------	-------

oder für den lauf. Meter: Mk. 2,1–5,0, 4,5–7,0, 6,0–10,0 und für Doppeldohlen das 1,6 bis 1,8fache.

Für eingehendere Rechnung lassen sich folgende Ansätze zu Grunde legen mit 3 Klassen wie beim Mauerwerk:

- a. Deckeldohlen mit gemauertem Einlauftrichter und Auslaß, 0,25–0,30 □^m im Lichten, 15–20^{cm} dicken Deckelplatten, 8–10^{cm} starkem Rollpflaster, 0,6–0,7^m starken Widerlagern,

		I	II	III
		Arbeitstage auf den laufenden Meter.		
Ausheben des Dohlenbettes, Mauerung, Pflasterung und Eindeckung (ausschließlich aller Beischaffungskosten).				
Material:	t_3	1,6	1,9	2,3
2,2 ^{k/m} Steine	t_0	1,3	1,6	2,0
0,7—0,8 □ ^m Platten.				

β. Desgleichen, 0,30—0,40 □^m im Lichten, in den übrigen Ausmaßen entsprechend stärker.

		I	II	III
		Arbeitstage auf den laufenden Meter.		
Umfang der Arbeit wie oben.				
	t_3	1,70	2,00	2,50
	t_0	1,30	1,70	2,10

Material 2,2—2,3^{k/m} Steine, 0,8—1,0 □^m Platten.

γ. Desgleichen, 0,40—0,50 □^m im Lichten, Deckplatten entsprechend stärker, Mauerwerk höher und dicker.

		I	II	III
		t_3	1,80	2,10	2,60
t_0	1,30	1,70	2,20	

Material 2,3^{k/m} Steine, 1 □^m Platten, für Speisemauern 0,12^{k/m} gelöschten Kalk und 0,50^{k/m} Sand.

Beim Gewölbebau kann ein sicherer Anschlag nur durch Berechnung der Einzelkosten und Arbeiten gefunden werden, wiewohl es nicht ausgeschlossen, den Gesamtaufwand nach runden Erfahrungssätzen auf den Kubikmeter Mauerwerk anzusprechen.

Bei eingehender Veranschlagung ist zu trennen:

- 1) Anschaffung des Baumaterials,
- 2) Beibringung desselben,
- 3) Anfertigung und Aufschlagen des Lehrgerüsts,
- 4) Bauarbeit und
- 5) Vor- und Nacharbeiten.

Zu 1. Der Preis der Bausteine, nach der Gesteinsart und ihrer Güte, der Größe der Gesteinstücke (Quader- oder Bruchsteine) und der Größe des Angebots sehr verschieden, ist für Gewölbe stets der höchste, weil die geringeren und kleineren Sorten ausgeschlossen sind.

Für Quader steigt er p. k/m von 5 bis zu 30 Mk. und höher. Wenn

gewinnbar in dem Baugelände selbst oder nahe dabei, muß mindestens für Loslösen, Auswählen, Zurichten und Beschaffen ein gewisser Betrag vorgezehen werden.

Bausteine, gewöhnliche, werden nach dem Tausend (= 1,8—2,0^{k/m}) mit 20—24 Mk., hartgebrannte mit 24—30 Mk. bezahlt.

Quaderstücke, bearbeitet, p. k/m	10—12 Mk.
Kalk, ungelöscht, p. Faß Ankauf	3—4 "
" abzulöschen p. k/m	0,7—0,8 "
Cement	60 "

Sand, auszugraben, zu sammeln und beizuführen, der Wagen zu 0,5—0,6 k/m gewöhnlich 1,0—1,5 "

Zu 3. Für Lehrgerüste mit Einschalung, Auf- und Ab schlagen werden gewöhnlich

bei kleineren Brücken (3—4 ^m hoch, 1—2 ^m weit)	25—35 Mk.
" mittelgroßen	40—50 "
" größeren (5—6 ^m hoch, 4—5 ^m weit)	65—80 "

vergütet, häufig noch mit Zugabe von Gerüstholz.

Größere Lehrgerüste werden nach dem laufenden Meter alles Gebälks (2,5 Mk. und darüber) vergütet.

Zu 4. Die Arbeitslöhne für das Mauerwerk pflegt man hier, wo es nebeneinander sehr verschiedenartig zu behandeln und die Arbeitsgröße bei jedem Einzeltheil eine andere ist, auf den Kubikinhalte auszuschlagen. Man rechnet z. B. mit Rücksicht auf die Lohnverhältnisse in Süddeutschland (welche in neuerer Zeit mit jenen im Norden vielfach zusammenfallen)

a. bei Trockenmauerwerk

Stirnmauern	p. k/m zu	2,2—2,4 Mk.
Trockengewölbe	" " "	4,0—6,0 "
Flügelmauern	" " "	2,5—3,3 "
Sohlenpflasterung	" " "	1,5 "

b. bei Speismauerwerk

Fundamentmauern in		
Kalkmörtel	" " "	3,0—3,5 "
Wassermörtel	" " "	3,6—4,5 "
Widerlager		
in Bruchsteinen und Wassermörtel	" " "	3,0—5,0 "
" Quadern	" " "	5,0—6,0 "
Gewölbe in	" " "	7,0—8,0 "

ferner

Gewölbeindeckung in Cement	p. □ ^m zu	0,5—0,7 "
Brüstungen in Quadern, einfach profilirt,		
	p. laufenden Meter	15—20 "
Aufstellen derselben	" " "	2,0—2,5 "
Ausfugen der äußeren Mauerflächen und		
des Gewölbinneren	p. □ ^m zu	2,0 "

Beranschlagt man nur beiläufig den ganzen Aufbau der Gewölbe einschl. des Materials, so beträgt der Ansatz einschl. Rüstung p. k/m 12—15 Mk.

Zu 5. Die Vor- und Nacharbeiten, bestehend in Absteckung und Profilierung, Ausgraben der Fundamente, Wasserableitung und Ausschöpfen der Baugruben — Eindecken, Hintermauern, Auffüllen und Herstellen der Fahrbahn u. s. w., werden theils nach dem Kubikinhalte der betreffenden Erdarbeiten,

theils nach dem muthmaßlichen Zeitaufwand veranschlagt oder zu einem erfahrungsmäßigen Prozentsatz der Anlagekosten angenommen.

Bei hölzernen Brücken kommt in Anschlag

1. der Bauaufwand für die Uferfesten, entweder Mauerwerk oder Spundwände, letztere zu gleichen Ansätzen wie die Brückendeckung, nur kommt hinzu

Zurichten und Einrammen der Spundpfähle,

je nach Bodenbeschaffenheit p. laufenden Meter 1,5—3,0 Mk.

Zurichten und Einzapfen der Holme p. laufenden Meter 0,7—1,0 Mk.

2. Der Werth (bez. Preis, wenn anzukaufen) alles Holzwerks für Brücken und Uferfesten; die Ansätze dafür sind stets örtlich zu erheben. Wird nur Nadelholz verwendet, so besteht beiläufig folgendes Preisverhältniß:

Preis der Dohl- oder Streckbäume p. Derbymeter = 1,0

" " Saumschwellen, Mauerlatten und Unterzüge " " = 0,7 — 0,8

" " Spundpfähle, Pfosten, Geländerholme und Büge " " = 0,5 — 0,6

Der Preis des Gedeckholzes und der Spundwände (Flecklinge) geht nach dem Quadratmeter, steigend mit der Bohlenbreite.

Das Eisenwerk schwankt ungemein im Preise:

Schrauben, größere, das Stück 2,6 Mk. und mehr.

kleinere, " Kilogr. 0,6

Nägels und Stifte ebenfalls nach dem Gewicht oder p. Mille.

3. Die Zimmerarbeitslöhne für das Zurichten alles Holzwerks, das Aufschlagen der Brücke, das Einzapfen, Verkämmen und Verschrauben

beim Gebälke im Durchschnitt für den lauf. Meter 0,4—0,7 Mk.

bei den Saumschwellen " " " " 0,2—0,3 "

beim Geländerholz " " " " 0,3—0,4 "

bei den Zangenhölzern u. dgl. " " " " 0,5—0,6 "

bei der Brückendeckung für den Quadrat-Meter 0,4—0,7 "

4. Der Delfarbanstrich, nach der Farbe verschieden (Holzfarbe theurer als weiß oder grün), dreimal. Anstrich (einschließlich Ausfitten der Fugen und Risse) für den □^m 0,7—1,2 Mk. (Gitterwerk zählt wie volle Fläche.)

§ 142.

Anlagekosten der Nebenanstalten.

Nur die Veranschlagung der Sicherheitsanlagen bedarf noch einer kurzen Erörterung.

Als sog. Abweis- oder Presssteine genügen meistens rohe Felsstücke, für deren Ausfuchen, Zurichten und Einsetzen in Anbetracht ihrer Größe und Schwere eine mäßige Vergütung je nach Schwierigkeit und Dauer der Arbeit von 0,8 bis 1,5 Mk. dem Stück nach ange setzt wird. Sauber behauene Abweiser aus Sandstein kommen das Stück auf 3—5 Mk. und höher.

Starke Geländer, ganz aus Holz, machen
 unbehauen pro lauf. Meter 0,1 Mk. } Arbeitskosten.
 behauen " " " 0,3 " }
 Einfassungen aus "Mauerwerk", meist leichtes Trockengemäuer oder aus
 Felsblöcken gebildet, werden nach dem niedersten Kostensatz der Maurerarbeit
 berechnet, z. B.

0,7^m hoch, 0,6^m breit,
 als Trockenmauer pro lauf. Meter 0,8—1,2 Mk.
 Speisemauer " " " 1,3—1,5 "
 Wegweiser aus Holz wie "Geländer" nach dem laufenden Meter,
 aus Felsstücken ähnlich wie Abweistheine, jedoch mit der weiteren Ver-
 gültung für das Einmeißeln der Inschriften (nach der Zahl der Buchstaben).

§ 144.

Allgemeine Kosten.

Hierunter sind zu begreifen:

1. Die Kosten der Wegabsteckung und Profilirung einschl. des Ankaufs-
 preises oder Werthes des nöthigen Gestängs, der Latten, Draht-
 stifte u. s. w.
2. Die Kosten der Arbeitbegebung, und
3. jene der Leitung und Arbeitsaufsicht.

Soweit örtliche Erfahrungen fehlen oder der Umfang der hieher gehörigen
 Arbeitsleistungen sich nicht übersehen oder aus der vermuthlichen Dauer der
 Bauarbeiten veranschlagen läßt, begnügt man sich mit einem Zuschlag
 bei einfachen Bauten von 1—2 } Prozent
 bei schwierigen " " 2—3 }
 des gesammten Voranschlags.

Bemerkung.

Die in obigen §§ 137—143 niedergelegten Verhältniszahlen und Erfahrungssätze
 sind das Ergebnis sorgfältiger Sammlung, Prüfung und Vergleichung fremder und
 eigener Erfahrungen. Sie machen keinen Anspruch, als vollständig und stets direkt an-
 wendbar zu gelten. Im Gegentheil ist der weitere Ausbau dieses Zahlenwerks höchst
 wünschenswerth und jeder Beitrag Seitens bautundiger Forstwirthe aus dem Schatze
 ihrer Erfahrungen, ob berichtigend oder ergänzend, im allgemeinen Interesse will-
 kommen.

Zweites Kapitel.

Die Aufstellung der Kostenanschläge.

§ 145.

Im Kostenvoranschlage eines Baues wird in Kürze, Klarheit und
 durchsichtiger Rechnungsweise Alles zusammengestellt, was die Ausführung
 betrifft und woraus schließlich der Gesamtbetrag der Kosten sich ergibt.

Damit der Forstherr oder seine Vertreter die Ziele zu beurtheilen ver-
 mögen, welche mit dem Baue angestrebt werden, sowie die Gründe, welche
 zu dem gewählten Umfang des Baues und der Bauart bestimmten, werden
 die leitenden Gesichtspunkte in einem Beiberichte niedergelegt.

Bildet ein Bau einen Theil eines vollzugsreifen Wegnetz-Bauplans, so

genügt ein kurzer Hinweis auf die planmäßige Reihenfolge der Bauten oder die etwaige Abweichung ist zu begründen.

Jedem Voranschlag werden, soweit es zur Erläuterung dienlich, Handrisse beigegeben, Grundriß oder Längeprofile und Einzelrisse kostspieliger Bautheile:

Brücken und Durchlässe in	$\frac{1}{200} - \frac{1}{100}$	d. nat. Gr.
Einzeltheile	in $\frac{1}{50} - \frac{1}{20}$	" " "
Werkzeuge u. dergl.	in $\frac{1}{20} - \frac{1}{10}$	" " "

Ergebnisse besonderer Untersuchungen (des Bodens, der Wasserläufe) werden in kurzer Darlegung beigelegt.

Der Zeitpunkt (Dringlichkeit) des Beginns, vermuthliche Dauer der Arbeiten, Art ihrer Begebung und Aussichten dafür werden im Beibericht erörtert. Abgeschlossene Uebereinkünfte über Geländeabtretungen, Materiallieferungen, Anträge der Arbeitsübernahme u. dergl. werden als Belege angeschlossen.

Der Kostenvoranschlag gibt die gleichartigen Bautheile, welche demselben Rechnungsgange unterliegen und auf den nämlichen Kostenansatz sich stützen, im Zusammenhange möglichst kurz und übersichtlich:

Voranschlag
über

den Bau eines Verbindungsweges zwischen dem Forstorte M. (Gemarkung) und dem nördlichen Hauptwege des Forstortes N. (auf eigener Waldgemarkung).

Die Gesammtlänge beträgt	
im Forstorte M. Abth. 3 und 4	. . . . Meter
N. 10 "
„ auf zwischenliegendem Acker-	
und Waidfelde des A. von X. } "
und der Gebrüder B. von B. } "
Zusammen	. . . . Meter

Bemerkung. Das Allgemeine über Gelände- und Steigungsverhältnisse, Kronen- und Fahrbahnbreite, Böschungsverhältnisse, Wasserableitung, Bauhschwierigkeiten u. s. w. wird hier im Eingange vorangeschickt.

1. Geländeerwerbung und Abräumung

- a. Ankauf von . . . Hekt. Feldboden
von A. in X. nach Kaufvertrag
vom . . April 18. . . zu . . . Mk. = Mk.
- b. Entschädigung an Gebrüder B. von
B. für . . . Hekt. Acker- und Waid-
feld, jährlich . . . Mk. nach Vertrag
vom . . ten Mai 18. . .
Kapitalwerth = "
- c. Rodung der Wegflächen in beiden
Forstorten auf . . . Hekt.,
p. Hekt. zu . . . Mk. = " Mk.

Hinüber: Mk.

	Uebertrag: Mk.
2. Ausführung der Erdarbeiten, nach Er- gebniß der Profilaufnahmen	
Abtrag k/m } im Ganzen	
Auftrag " }	
p. k/m Mk. =	Mk.
Ablagerung des Ueberschusses zur Bildung eines Polterplatzes	
p. k/m = "
Berechnung und Herrichtung "
	zusammen: Mk.
3. Herrichtung der Fahrbahn durchgehends auf 3,6 ^m Breite; das Gestüch ist aus Steinen des Abtrags gewinnbar, zum Beschläg liefern Findlinge auf den nahen Waldfeldern das Material;	
Arbeitsaufwand p. lauf. Meter . Mk.	
von . . . Meter Weglänge = "
Beifuhr des Schotterz p. Wagen . . Mk.	
Erforderniß . . . Wagen = "
	zusammen: Mk.
4. Grabenanlagen.	
Den ganzen Weg entlang, jedoch abzüg- lich einer Thalüberbauung und zuzüglich dreier Bergemanschnitte im Ganzen . . lauf. Meter zu . . Mk. =	. . . . Mk.
Hiezu . . . lauf. Meter Pflasterrinnen zu . . . Mk. = "
	zusammen Mk.
5. Befestigung der Böschungen.	
a. Verasung des Thalüberganges mit . . . □ ^m zu . . Mk. =	. . . . Mk.
b. Stützmauerbau längs des steilen Ein- hangs im Forstort M. Abtheilung 4 lauf. Meter mit . . k/m. In- halt einschließlich Fundament, Trocken- Mauer, d. k/m. zu . . Mk. = "
Brechen und Beiführen der Steine von nahen Sandsteinblöcken nach Ab- zug von 1/3 des Bedarfs aus den Ab- trags-Ergebnissen) Wagen zu . . . Mk. = "
6. Wasserdurchlässe	
1 Doppeldohlen von . . . m Länge, im Thalübergang, der lauf. M. zu . . Mk. = "
11 einfache Dohlen von 0,3—0,4 □ ^m Richtweite, zusammen . . laufende Meter zu Mk. = "
	zusammen: Mk.
	Hinüber: Mk.

Bemerkung.

Von größeren derartigen Bauten werden besondere Ueberschläge gefertigt und als Anlage beigeheftet. Der daraus hervorgehende Kostenbetrag wird hier im Ganzen eingefügt, unter Verweisung auf die Beilage.

Uebertrag: Mk.

7. Sicherheitsanlagen

Herstellung eines hölzernen Geländers mit Steinpfosten am Thalübergang, lauf. Meter, einschließlich Oelfarb-Anstrich der lauf. Meter zu Mk. = "	
Einsetzen von Abweissteinen über der Stützmauer im Fortort M. im Ganzen . . . Stück zu . . . Mk. = "	
Zwei Wegweiser an den Wegausmündungen, das Stück zu . . . Mk. =	. . . . "	. . . . . Mk.

8. Allgemeine Kosten.

Die Vorarbeiten haben gekostet	. . . . Mk.	
Die Arbeitsbegebung im Abstrich durch Ausschreiben zc. kostet "	
Ein Aufseher wird etwa sechs Wochen beschäftigt sein, Tagsgelohn . . . Mk. =	. . . . "	. . . . . Mk.

9. Für Unvorhergesehenes:

(insbesondere mögliches Losbrechen ver-
steckter Sandsteinfelsen) im Ganzen 5%
obigen Anschlags

. . . . Mk.

Vermuthlicher Gesamtaufwand: Mk.

Schlussbemerkung: Alle Einzelposten nur in runden Summen auszusetzen, sollte man vermeiden; dagegen werden alle Posten in sicherstellender Höhe gegriffen und alle Bruchtheile unter 0,1 Mk. weggelassen. Bei ausgedehnten Voranschlägen erscheint am Schlusse eine Uebersicht (Rekapitulation) der Hauptsummen mit den Rubriken 1, 2, 3 u. s. w.

Dem Voranschlag gegenüber gibt der Kostenüberschlag (Anschlag) als Grundlage für die Verhandlungen mit den Bedingnehmern die Kostenschätze loosweise in solcher Zusammenfassung und in solcher Höhe der Materialpreise und Löhne, wie eine Uebernahme der Lieferungen und Arbeiten erwartet werden darf.

Ein eingehendes durchgeführtes Rechnungsbeispiel dafür siehe im An-
hange.

Dritter Haupttheil.

Der Wegbau im Wirthschaftsbetriebe.

I. Abtheilung: Gestaltung der Wege nach den Betriebserfordernissen.

§ 146.

Für den systematischen Bau der Waldwege nach Steigung, Biegung, Maaßverhältnissen und Bauart sind bisher weniger vom Gesichtspunkte der Wirthschaft, als des öffentlichen Verkehrs im Walde allgemeine Regeln entwickelt worden.

Es erübrigt, jener mannigfaltigen Weggestaltungen zu gedenken, wie sie die Betriebserfordernisse bedingen können:

je nachdem der Verkehr und Absatz beschränkt ist und aussetzt oder der Baugrund, die verfügbaren Baustoffe, Mittel und Arbeitskräfte zu Aenderungen, Einschränkungen und Vereinfachungen nöthigen, mehr noch

je nachdem der wirthschaftliche Verkehr im Waldesinnern durch die gemein-üblichen Fahrzeuge und Zugkräfte vermittelt wird oder man sich neben den allgemeinen noch besonderer Bringungsanstalten oder ausschließlich der eigenen Einrichtungen bedient.

Man kann die Waldwege nach Dimensionen, Bauart und Gebrauch unter folgende Sammelbegriffe bringen:

Wege oberer Ordnung, d. s. alle dem ständigen Verkehr dienenden öffentlichen, Gemarkungs- und Eigenthumsstraßen (Steinbahn, volle Kronenbreite über 4,5^m);

Wege mittlerer Ordnung, die im periodischen Gebrauche befindlichen Verbindungswege zwischen den Wegen oberer Ordnung und den Abtheilungen (nach Erforderniß Schotter- oder Erdbahn, Kronenbreite örtlich verschieden zwischen 4,0 und 5,0^m);

Wege unterer Ordnung, die Umfassungs- und Aufschlußwege bis in's Innere der Schläge (einfachste Bauart, unter 4,0^m Kronenbreite).

Die Hauptunterscheidung ist jedoch, ob für öffentlichen oder eigenen Fahrbetrieb die Wege anzulegen sind, sodann ob für die Dauer oder nur als Aus Hilfsbahnen. Eine Entscheidung hierüber ist vor dem Baubeginn unerlässlich.

Der eigene Fahrbetrieb kann ein viel größeres Betriebskapital für Bauten, Nebenanstalten und Fahrzeuge beanspruchen oder umgekehrt je nach seiner Art die viel größeren Kosten eines regelmäßigen schwierigen Straßen-

baues umgehen und mit den einfachsten Vorrichtungen den Hauptzweck der Holzbeibringung zu erreichen suchen. Auf den wesentlichen Unterschied zwischen den diesbezüglichen Entschließungen des Waldeigentümers wurde bereits in Band I S. 151 hingewiesen.

Wir umgehen die eigentlich nicht streng durchführbare Eintheilung in Haupt- und Nebenwege, Wege oberer und unterer Ordnung durch folgende Eintheilung:

A. Allgemeiner Fahrbetrieb.

1. Steinbahnen.
 2. Erd- und Holzbahnen.
- B. Eigener Fahrbetrieb.
3. Schienenwege.
 4. Schleif- und Rießwege.
 5. Schlittwege.

C. Kleinverkehr.

6. Reit- und Fußwege.

D. Aushilfs- oder Nothbahnen.

Der Unterschied liegt hauptsächlich im Grade des kunstmäßigen Ausbaues und dem dadurch bedingten Kostenaufwand, in der Anpassung an die Bodenform, der Anwendung von Baustoffen, Wahl der Gefällverhältnisse und in der Zusammenfügung zum Wegnetz mit seinen Nebenanlagen.

Manche Anlagen lassen, behufs Durchführung der Bauzwecke mit dem geringsten Aufwand, ein sehr einfaches summarisches Verfahren der Absteckung, Anlage und Unterhaltung zu.

Erstes Kapitel.

Allgemeiner Fahrbetrieb.

1. Steinbahnen.

§ 147.

Die Waldwege für ständigen Verkehr müssen jahraus, jahrein für die üblichen Fuhrwerke gebrauchsfähig sein, um alle Erzeugnisse nach Außen zu verbringen und dem Walde alle Bedürfnisse zuzuführen.

In Bezug auf Absteckung und Anlage sind sie ausführlich erörtert. Nur weniger, unter Umständen zulässiger Abänderungen ist noch zu gedenken.

Im Gebirge führen die Hauptwege nicht selten längs steinreichen oder streckenweise mit Steinschutt völlig überlagerten Hängen hin. Die Bauanschüttungen hieraus werden so massiv und wenig nachgiebig, daß die regelmäßige Steinbahnanlage entfallen kann. Gehörige Aufschüttung von reinem s. g. Grus genügt. Gefälle bis zu 10% sind gestattet.

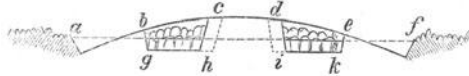
Umgekehrt fehlt in manchen Gebirgsformationen das Gestein zu einer guten Decklage oder reicht nicht aus. Dann läßt sich eine gute Fahrbahn allmählig dadurch heranzubilden, daß man nach Fertigstellung des Baues die Wegpflege mit Beifuhr guten Schotter betreibt. Gefälle über 6—7% sind dann unrathsam.

In Hügel- und Ebene mag sich zuweilen das Verfahren des Oberförsters Koltz zu Luxemburg*) nachahmen lassen, ohne Beibehaltung der als Norm angenommenen Wegbreite zu 3^m:

*) Siehe Krit. Blätter von Nördlinger, Jahrg. 1867, I. S. 256.

Die Bahn eines gewöhnlichen Erdweges (Fig. 282) begrenzen beiderseits statt Gräben kantige Einschnitte. Man bildet mit dem Abtrag die

Fig. 282.



Wölbung, hebt mit dem Abstand ab und fe von den Begrändern zwei Gräben $bghc$ und $dike$ von 30^m Tiefe aus, deren Ergebnis auf die Mitte des Weges gebracht wird, füllt sie mit Steinen völlig auf und verwendet den Aushub zur Fahrbahn-Überschüttung und Erhöhung. Randsteine sind entbehrlich.

Derartige Wege sollen sich leicht begrünen und für Wagen und Karren (in Luxemburg sind Spannkarren üblich) angenehm, fest und glatt, bei entsprechender Dicke dauerhaft sein und, obgleich mit Stammholz wie mit Brennholz befahren, bisher weniger Unterhaltung bedurft haben.

Wenn z. B. $cd : bc + de = 100 : 160$ (Fahrbahnbreite $be = 2,6$ oder $3,9^m$) genommen wird, erspart man schon 38% Versteinungsmaterial.

2. Erd- und Holzbahnen.

§ 148.

Mit den ständigen Fahrwegen verbindet man viele und vielerlei Wege, welche nur einer schwachen Abnutzung durch leichte Fuhrwerke oder aussetzenden Gebrauch unterliegen. Sie mit theuren Steinbahnen auszustatten, wäre eine Vergeudung der Mittel. Man kann demzufolge ihre Anlage von den nächstverfügbaren Baumitteln und Stoffen und weil großer Aufwand unzulässig, von der Beschaffenheit des Geländes mehr abhängen lassen.

Ihr Hauptzweck ist, den Wald bis in die entlegensten Theile für die Verbindung mit dem großen Verkehr dem Fuhrwerk noch zugänglich zu machen. Weil ihre Erstreckungen kürzere, ihre Einmündungspunkte verlegbar zu sein pflegen, begegnet die Absteckung ihrer Längsrichtung weniger Schwierigkeiten; ihr Gefälle darf mehr wechseln, selbst schwache Gegengefälle aufweisen und größer sein, wenn nur leere Fuhrwerke sie bergauf befahren. Für stärkere Gefälle als 5–6% ist jedoch fester steiniger Boden Voraussetzung.

Große Rampen werden vermieden, die kleinsten Halbmesser sind noch zulässig, soweit die üblichen Holzsorten sie gestatten. Zuweilen, wenn Sackgassen, bildet ein Wendplatz das Ende. Die Wasserableitung braucht, tiefliegende oder wasserreiche Waldorte ausgenommen, meist nur eine oberflächliche zu sein.

Die Fahrbahn der Erdwege muß so viel gleichmäßige Ausformung erfahren, daß weder Steine, Stöcke und Wurzeln, noch Sumpfstellen und Schlaglöcher die Fortbewegung hemmen, und soweit die Verhältnisse es zulassen, künstlich befestigt werden.

Der Geschicklichkeit und Umsicht des Wirthschafters steht hier noch ein weites Feld offen.

Die Hauptvorkommnisse seien im Folgenden behandelt.

§ 149.

Bei reinen Erdwegen hängen die Bauanordnungen völlig von der Formung des Bodens, seiner mineralischen Zusammensetzung, bez. der Art und Menge der organischen Bestandtheile und dem Feuchtigkeitsgrad ab. Nach Gunst oder Ungunst dieser Verhältnisse sind noch Baustoffe zur Fahrbahn aufzuwenden. Aus Erde allein oder aus Holz und Erde müssen die Bauten bestehen, in Verbindung mit beschränkten oder umfassenden Anstalten zur Trockenhaltung, je nachdem

a. der Waldboden vorwiegend oder rein mineralisch und bindig ist:

Thon-, Lehm-, Kies-, Kalk- oder Mergelboden;

b. rein mineralisch, aber bindemittelarm ist:

Flugsandboden;

c. an organischen Beimengungen reich oder vorwiegend humos ist:

Marisch-, Sumpf- und Moorboden;

d. die Waldfläche durch ihre Lage im Ueberschwemmungsgebiete den Ueberfluthungen durch Hochwasser ausgesetzt ist:

Niederungen (Weidenheger, Erlenbrüche).

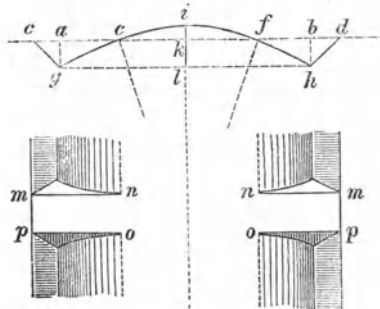
Eigentümliche, hier oft in größerer Ausdehnung nöthige Bauten sind die sog. Knüppel-, die Reifig- und Faschinenwege, die Dammwege (Deichbauten).

a. Einfache Erdwege.

Auf Bodenarten, welche wenigstens in mäßig-feuchtem Zustande noch schwächere Lastfahren tragen, lassen sich einfache Erdwege zu zeitweiligem Gebrauch durch Abräumen und Umformen der Oberfläche billig herrichten. Ist keine Vorkehr gegen Rässe oder zum Waldschutz zu treffen, so kann die Grabenanlage entbehrt und eine fahrbare Erdbahn mittelst Einschnneiden in das Gelände und starker Abwölbung geschaffen werden.

Man sticht (Fig. 283), wenn ab = Kronenbreite, beiderseits die kleine

Fig. 283.



Böschung cg und dh ab, erweitert den Aushub gegen die Wegmitte durch abgeflachtes Ausgraben bis gegen e und f ($ae = 2$ bis $3 ac$) und bildet nach Abschürfen der Streu- und Humusdecke aus den Abhubmassen auf der Fläche ef die flache Wölbung eif , deren Höhe ik etwa $= \frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{25}$ ef

sein darf, während il bis zu $\frac{1}{12}gh$ wird. Rodung der Wegfläche und Entfernung großer Steine muß vorhergehen.

Bei einigem Gefälle (über 2—3%) müssen die Einschnitte $o g e$ und $f h d$ gegen Ausflößen dammartig (wie $m n o p$) unterbrochen und seitliche Ablaufkanäle angelegt werden.

Diese für Flachland oft anwendbare Bauart läßt die Wegbreite voll ausnützen, leidet wegen der stärkeren Wölbung wenig vom Wasser, ist nicht kostspielig in der Anlage und erleichtert die Wegpflege.

In dem Maaße als die Fahrbahn stärker befestigt wird (z. B. Ueberkieseln), verringert man die Wölbung. Wege in strengen Thonböden, nur fahrbar, wenn trocken — oder solche über quelligem Boden verlangen eine künstliche Verbesserung, event. durch wiederholtes Ueberkieseln oder Ueberführen mit grobem Quarzsand, welcher sich allmählig mit dem zähen Thon zu einer festeren Kruste verbindet. In sehr nassen Lagen greift man zum Holzeinbau oder dammartigen Aufbau.

b. Wege über Flugsand.

Schon bei Haide- und trockenem Sandboden muß die Verwundung und Bearbeitung, wenn keine künstliche Befestigung nachfolgt, auf die Entfernung der Wurzelstöcke beschränkt, dagegen aller Bodenüberzug erhalten und ein dichtes Wurzelgeflecht begünstigt werden. Vertiefungen werden mit Erde ausgefüllt und mit Haideplaggen, Rasenstücken oder dergl. eingedeckt.

Beim Flugsand muß das Bestreben, eine bindende Bodendecke zu bilden oder zu erhalten, ein ängstlich-sorgfältiges sein.

Grabenanlagen unterbleiben; Sandhügel werden umgangen, um sie nicht anzuschneiden, unvermeidliche Abhörungen unverzüglich mit Flechtwerk, Heilig, Schilf, bindigerer Erde, Haide-, Moos- und selbst Torfplaggen eingedeckt und befestigt. Verebnungen der Fahrbahn werden vorsichtig beschränkt und gegen Verwehungen durch Einbauten, wie bei den Böschungen, jedoch in Querlagen befestigt, worauf wo möglich eine Lage bindiger Erde kommt. Das Auffinden solcher Erdarten in der Nähe ist hier von höchstem Werthe.

Auf die Dauer werden die Wege durch Flugsandwald am besten durch eine dichte beiderseitige Verandung mit starken Forlenpflanzen sicher gestellt. Man legt sogar zwei schmale durch einen Pflanzstreifen gesicherte Fahrbahnen neben einander an, damit sich letztere durchwurzeln und gegen Verwehungen festlegen.

Durchkreuzen, wie es auf Flugsandboden häufig, vom Winde gewühlte Rinnen, s. g. Sandkehlen, die Wegrichtung oder segt der Wind quer durch die neue Bahn vor völliger Befestigung hindurch, so muß die Auffüllung durch die hier üblichen Zauneinlagen und dergl. sofort sichergestellt werden.

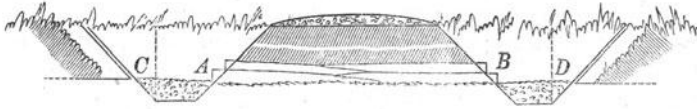
Im Uebrigen sind, soweit es thunlich, jegliche Arten der Bahnbefestigung durch mineralische Stoffe eifrig anzuwenden.

c. Wege auf Moorboden.

Moorboden lagert entweder dünn auf, läßt sich entwässern, bis auf die Sohle entfernen und durch Erde und Steinmassen ersetzen — oder seine Tiefgründigkeit gestattet diese Ausführungen nicht.

Im ersteren Falle muß aller anderen Arbeit die Anlage von Abzugsräben von ausgiebiger Breite und Tiefe vorhergehen, bei trockener Witterung auch gleichzeitig mit der gänzlichen Abräumung des Moorbodens aus der Wegfläche, nachdem die Breite derselben AB und der Gräben AC und BD (Fig. 284) mit Rücksicht auf die Aushebung und Aufschüttung

Fig. 284.



ermittelt worden. Entweder richtet man die Grabentiefe und Breite nach dem Bedarf an mineralischem Aushub für die Wegaufdämmung oder führt taugliche Erdmassen (Kies-, Sand-, Thonboden) und Steine bei. Wenn zu theuer oder unerschwinglich, erfolgt eine Faschinen- oder Reisigeinlage, quer über die Straßenachse, in einfacher oder doppelter Lage, getrennt durch eine Erdschichte, das dicke Ende gegen Außen, befestigt durch Pfähle und Flechtruthen, nachdem die Faschinengebunde gelöst und ihr Inhalt gleichmäßig verlegt worden. Hierauf kann eine Schichte Torf oder Moorboden (mit der Pflanzendecke) aufgelegt werden, ehe die Erdaufschüttung erfolgt. Schließlich wird die Dammkrone überkieselt oder mit Grobsand überführt und werden die jenseitigen Grabenböschungen befestigt oder etwas zurückversetzt (Verme, Vorland).

Im anderen Falle, bei tiefgründigem Moore, ist allein durch Beifuhr das Aufschüttungsmaterial zu bekommen. Ein fester Baugrund fehlt für die Aufdämmung, welche mindestens um 0,4^m die Oberfläche bezw. den höchsten Wasserstand überragen soll. Damit nicht in kürzester Zeit der ganze Bau versinkt, muß zur Anlage von eigentlichen Faschinen- (Buhnen-) Wegen, von Reijig- oder Knüppelwegen geschritten werden.

Entwässerung geht ebenfalls voraus, aber in einigem Abstand von der Wegfläche. Von erfahrener Seite wird empfohlen, bei Weganlagen auf Hochmooren die Gräben mit einer Holzschalung zu versehen und Querkölzer dazwischen anzubringen, damit die Grabenwände nicht nachrutschen.

Unmittelbar auf die ausgeglichene Oberfläche kommt der Holzbau:

Bei Faschinenwegen werden als s. g. „Vorlege-Faschinen“ möglichst lange Weich- oder Strauchholz-Gebunde von 30 bis 40^{cm} Dicke querüber dicht zusammengelegt und durch eingeschlagene Pfähle und um deren Köpfe geschlungene Flechtruthen (seilartig zusammengedrehte, durch wiederholtes Einflechten auf große Längen hingezogene dünne Geflechte der biegsamsten Weidenloden) möglichst an den Boden gepreßt.

Die zweite und dritte Lage Faschinen deckt wieder die nächst untere bis auf 0,2 bis 0,3^m, um welche jede Schichte zurücktritt, und wird in gleicher Weise mit tiefer greifenden Pfählen befestigt. Im lockeren Moorboden fordert das „Umageln“ der Faschinenlagen überhaupt starke lange Pfähle, da sie fest stecken sollen.

Zwischen dies beiderseitige Faschinen- oder Packwerk wird der festere Theil des Grabenausbaus aufgeschichtet, sodann mit der beigeführten Erde überführt; schließlich wird die Dammkrone überkieselt.

Ein solcher Faszinenbau setzt sich zwar in den ersten Jahren bedeutend und braucht bald neue Ueberkiesung, begrünt und befestigt sich aber bald und wird sehr tragfähig.

Weniger dauerhaft sind

Die Knüppel- und die Reifigwege.

Sie werden aufgebaut aus 15—20^m starken Baumschäften (am besten Nadelholz), deren 3—4 in der Richtung der Zuglinie in den verebneten Baugrund unter Feststampfen (Niederpressen) desselben parallel eingelegt werden, die äußeren etwas mehr über den Boden vorragend, als die mittleren. Quer darüber werden, in ihrer Länge der Wegbreite entsprechend, etwas schwächere, runde oder gespaltene Stangentrümme (Knüppel) dicht aufgelegt und mit Pfählen zu einer Art Britsche befestigt, besser noch mit s. g. Beleg- oder Weghölzern (Vorlegbäumen), welche man längs des beiderseitigen Randes über den Knüppelenden aufnagelt oder seitlich verspriet, niedergehalten. Harzreiche feinjährige Nadelhölzer, weil glattschäftig und tragfähig, eignen sich am besten. Hohles ungleiches Auflegen ist zu vermeiden. Dieses Stangen- oder Knüppelwerk kann mit Rasen-, Erd- oder Torfplaggen eingedeckt und mit einer Sand- und Kieschichte überschüttet werden und stellt dann eine schmale Fahrbahn dar, im Verhältniß des Holzverbrauchs freilich von ziemlich kurzer Dauer und bei hohen Holzpreisen kaum statthaft, aber auf tiefem nachgiebigem Moorgrund wegen der Leichtigkeit und Tragfähigkeit streckenweise schwer erzehbar.

Die Reifigwege unterscheiden sich davon insofern, als ihr Holzunterbau aus quergelegten Stangentrümmen und darüber hin vertheiltem Reifig besteht. Sie sind billiger, aber um so weniger gebrauchsfähig, je weniger Reifig verwendet, mit je geringerer Sorgfalt es eingelegt, übererdet und überkieselt wird.

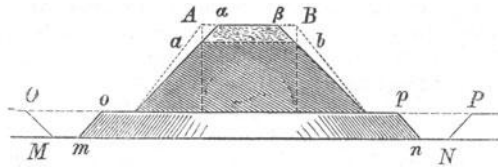
d. Damm- oder Deichwege.

In Niederungen muß der Verkehr sich hauptsächlich auf den Dämmen bewegen, welche in einiger Entfernung vom Flußufer zum Schutz des Binnenlandes gegen die Hochwasser in der Thalrichtung laufen und häufig mit Quer- und Seitendämmen ein weitläufiges Dammsystem (Deichverband) bilden.

Für die Wirtschaft hat ihre Verwendung zum Verkehr den großen Vorzug steter Fahrbarkeit (Festigkeit und leichte Abtrocknung).

Sie werden durch (wo möglich thalseitigen) Boden-Aushub, mindestens mit einfüßiger Böschung aufgebaut. Die verwendete Erde soll sandig und wenig humos sein, weil eine solche bei Trockenheit nicht aufspringt, weniger „sackt“ und vom Wasser durchdrungen wird. Vor dem Aufbau wird von der Grundfläche die Rasendecke abgeschält, um nebst anderweitig gestochenem Rasen zur Belegung der Dammböschungen zu dienen. Auf den behufs inniger Verbindung gelockerten Boden wird sodann Erde aufgeschüttet und schichtenweise gestampft. Bei Rasenmangel oder heißer Jahreszeit wird nur der Böschungsfuß berast und die obere Böschung mit Gras- und Klee saamen eingesät. Die Dammkrone wird auf mindestens 3,5^m Breite angelegt, daher wegen des Setzens anfänglich um soviel überhöht und verbreitert (A.B in Fig. 285), daß nach einiger Zeit, wenn die Dammkrone auf a b

Fig. 285.



eingesunken, ohne Umbau der belasteten Böschungen auf $\alpha\beta$ nachgeschüttet werden kann. Erst jetzt tritt Ueberkiesung und Abwölbung der Dammkrone ein.

Nachgiebiger Baugrund wird oft zweckmäßig ganz oder in den oberen Schichten ausgehoben, weggeschafft und durch bindige Erde in solcher Breite ersetzt, daß der Damm einen vortretenden Böschungsfuß (Berme) erhält: OMNP ohne oder omnp mit Seitengraben, je nach den Umständen.

Schließen die Dämme nicht mit Querdämmen an das Hochgestade und dessen Wege an, so müssen die Niederungswege mittelst Ueber- oder Auffahrten die Dammkrone so ersteigen, daß keinesfalls das Profil der letzteren dadurch einen Einschnitt erhält.

Baum- und Strauchpflanzungen müssen von Dammkrone und Böschung fern bleiben, da ihre Wurzeln den Damm lockern und ihr Fall durch Sturmwind oder Unterspülung dem Wasser einen bedenklichen Angriffspunkt gibt. Selbst die Anpflanzung der thalseitigen Berme wird nicht gern gesehen, weil sich bei Hochwasser die Strömung vermehrt und der Durchfluß verengert. Um so mehr bedarf es der künstlichen Förderung und Reinhaltung des Grasschwes, dessen gleichmäßige dichte Verwurzelung die Stärke des Dammes erhöht.

Bemerkung.

Vergl. über Wegbau in Moor-, Marsch- und Flugsandboden: Krit. Blätter von Rördlinger, 45. Bd., 1. Heft.

Zweites Kapitel.

Eigener Fahrbetrieb.

3. Schienenwege.

§ 150.

Sobald im großen Waldbesitz der Grundsatz sich einbürgert, die Holzbringung aus dem Waldbesitzern mittelst eigener Anstalten zu betreiben und sich dadurch vom Druck hoher Fuhrlöhne zu befreien, müssen mechanische Zug-Einrichtungen getroffen werden, da eigene Haltung von Zugthieren nur unter gewissen Bedingungen Gewinn bringen könnte.

Dann bieten sich als einfachste Einrichtungen breit- oder schmalspurige Schienenwege auf verebneter Erdbahn oder auf verfestbarem Holzunterbau mit entsprechenden Fahrzeugen, welche durch Schieben und Ziehen oder durch Selbstbewegung laufen.

A. In großen Waldungen der Ebene.

Die Hauptwegzüge werden mit einfachem oder doppeltem Schienen-

strang ausgestattet und dann mit vorn und hinten bespannbaren Schienenwägen, für Lang- und Kurzholz eingerichtet, regelmäßig befahren. Bringungsanstalten ähnlicher oder der bisher gewohnten Art schaffen die Schlagergebnisse bis zu diesen Schienenwegen zusammen.

Liegt auf langen Strecken nur ein einfacher Strang, so sind in gewissen Abständen, „Weichen“, an Einmündungspunkten von Seitenbahnen einfache oder Doppelkrümmungen mit stärkeren Unterlagen angebracht.

Sind die Schienenstränge bleibende, so ruhen sie auf einem soliden Längs- oder Querschwellenbau mit flachen Untermauerungen; liegen sie auf Zeit, so trägt ein einfacher Schwellenbau die entsprechend starken eisernen Schienen.

Für ersteren Fall bedarf es eines festen Bahnkörpers, zwischen dem Schwellenbau der Beschotterung oder Vertiefung für das leichte Fortschreiten der Zugkräfte und der Vorrichtung für den Wasserabzug. Die Bahn muß pünktlich nivellirt sein und sollte in den Richtungen des Hauptabzuges, also vom Waldesinnern gegen Außen etwas Gefälle ($\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Prozent) haben.

Verschiedene Vorrichtungen und Bauten z. B. transportable Krane für das Aufladen der Stämme, Unterkunftsräume für die Fuhrwerke u. s. w. dürfen nicht fehlen.

Soll der Schienenstrang von Holzschlag zu Holzschlag wandern, so fällt jeglicher Unterbau hinweg. Schwache Längsbalken (8—10 auf 12—15^m), auf welche die Schienen aufgeschraubt sind, werden in kurzen Abständen durch Querböden verbunden (verriegelt) und liegen auf ebenem Boden unmittelbar auf; Unebenheiten sind theils abzuheben, theils durch Unterlagen von Holzblöcken und Bohlenstücken auszugleichen. Am Stoß sind die Längsböden durch eiserne Haken verbunden. *)

B. In Gebirgswaldungen.

Sämmtliche Bahnen können eines Gefälles nicht ermangeln. Die Förderung bergab wird, ohne Zugkräfte, lediglich durch den schiebenden Druck des Eigengewichts auf der schiefen Ebene vermittelt. Zu diesem Behufe muß das Gefälle groß genug sein, daß der Reibungswiderstand der Räder (Boden- und Achsenreibung) durch die Triebkraft des beladenen Fuhrwerks überwunden wird. Zur Mäßigung der Geschwindigkeit und zum Aufhalten dienen Bremsvorrichtungen. Da auf Schienenwegen der Reibungswiderstand am kleinsten ist, sind kleine Gefälle genügend und zur Sicherheit oft geboten. Zur Förderung bergaufwärts reichen bei leerem Fuhrwerk die menschlichen Zugkräfte aus und bedarf es nur für dieselben einer Gehbahn, der Laufbretter oder in offenem Gerüstbau des Einziehens von Sprossen. Um beladene Wagen bergaufwärts zu fördern, müßte Dampfkraft oder eine Zugvorrichtung wie Haspel, Göpelwerk oder dergl. oder ein Gegenzug, falls Gegengefälle vorhanden, zur Anwendung kommen.

Die Umgehung von Zugthieren schafft hier ganz andere Baubedingungen, vorweg in der Hinsicht, daß kein massiver Bahnkörper erforderlich wird, man also an die Geländeformen weniger gebunden ist und viele kost-

*) Ueber transportable Bahnen s. „Forstliche Blätter“ von Grunert und Leo, Jahrg. 1872, S. 301.

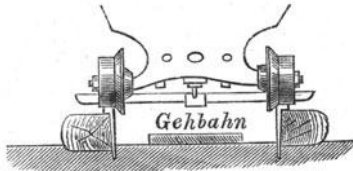
spielige Grab-, Sprengarbeit u. s. w. erspart bleibt, ferner daß die Fuhrwerke je nach Bauart, Art der Verkoppelung und Beladung der Wagen engere Kurven passieren können oder für Züge Rampen mit größeren Halbmessern nöthig werden.

Es lassen sich bis heute zwei Bauarten solcher Waldbahnen unterscheiden:

1. Gewöhnliche Schienenwege (Rollbahnen),
2. Lo Presti-Bahnen.

1. Die gewöhnlichen Schienenwege, zur Befahrung mit „Rollwagen“, Fig. 286., welche zur Langholzbeförderung paarweise benutzt werden,

Fig. 286.

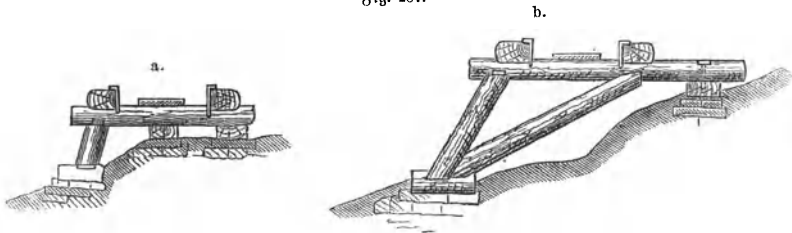


kommen den Eisenbahnbauten am nächsten.*) Sie können jedoch viel leichter und mit geringerer Spurbreite gebaut werden, da selbst in größeren Wäldern die Förderung sich in beliebig viele und kleine Züge vertheilen läßt, die Züge mit mäßiger Geschwindigkeit sich fortbewegen, also eine viel geringere Erschütterung und Gefahr möglich ist. Sie empfehlen sich für große Waldthäler, in Verbindung mit kleineren Bringungsanstalten, welche die Walderzeugnisse von allen Seiten beischaffen, um so eher, je längere Strecken sie durchlaufen sollen.

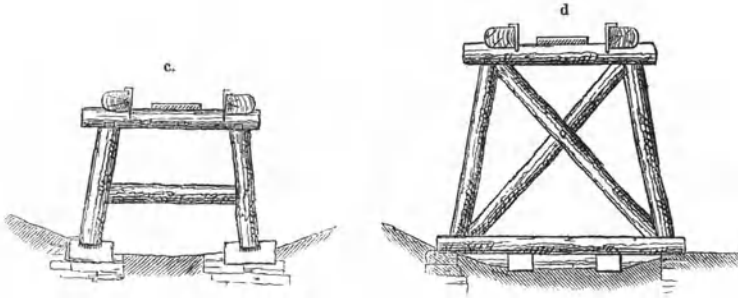
Im Ganzen der Geländeform in horizontaler und vertikaler Projektion sich anschmiegend, um möglichst viel auf fester Grundlage zu ruhen, kann die Zugslinie doch mit größerer Freiheit sich entwickeln und die Geländefalten mehr tangiren als mit Rücksicht auf Massenausgleichung schneiden. Soweit sie den Thalboden verläßt und an Hängen hinzieht oder, was seltener, als Steige zwei Thalgebiete verbindet, wird die Zugslinie größere Bau-schwierigkeiten oder Gegengefälle mittelst Fochbauten oder Mauerungen (Pfeilern) umgehen oder überschreiten.

Die Fochs, (Fig. 287 a bis d) bei geringer Höhe über Boden einfache

Fig. 287.



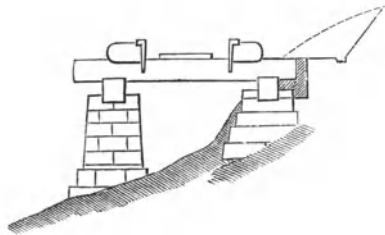
*) Ueber die vortheilhafte Anwendung der Eisenbahnen beim Holztransport s. Oesterreich. Viertel.-Schrift für Forstwesen v. 1856, S. 83 u. 194. Ueber die Schienenbahn bei Kronach im Frankenthal s. Monatschr. für Forst- und Jagdw. von Baur Jahrg. 1871, S. 327.



hölzerne Gerüste aus Jochpfählen, Bögen und Holm auf eingemauerter Unterlage, werden mit zunehmender Höhe und Länge der Ueberbrückung stärker konstruirt (Fig. 287 b, c, d). Sie sind durch die beiderseitigen Langschwellen, soweit die Ueberbrückung sich erstreckt, verbunden. Auf letzteren und, wo die Bodenverhältnisse und Sicherheits-Rücksichten es erlauben, auch auf dem bloßen, verebneten und festgestampften Boden ruhen, am Boden mit Pflocken, an den Langschwellen mit Schrauben festgehalten, die Querschwellen, auf welche die eisernen Schienen (von gewöhnlicher Form) aufgenagelt sind. Letztere können um so leichter sein, je geringere Lasten die einzelnen Züge bringen, je näher die Querschwellen gerückt sind und je besser das Eisen der Schienen ist.

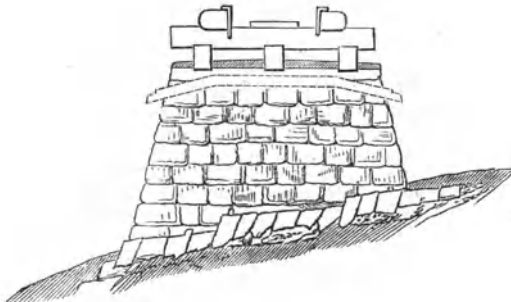
An die Stelle der Jochse werden gemauerte massive Pfeiler oder Bögen als einseitige Stützpunkte oder Zwischenträger da treten können, wo die Bahn längs dem tracinirten Gelände laufend auf der Böschung ruht (Fig. 288 a)

Fig. 288a.



oder über Thäler, Schluchten, Mulden hinweggeht (Fig. 288b), allgemein überall wo Steinbauten sich lohnen.

Fig. 288b.



Die Auf- und Abladestellen werden dorthin verlegt, wo das Gelände zu einer geräumigen Fläche sich verebnen läßt. Hier wird mit stärkeren Schwellen und Schienen gebaut und nach Umständen ein doppeltes oder dreifaches Geleise (ähnlich wie auf Bahnhöfen) angelegt.

Von diesen Waldbahnen mit Eisenschienen ist eine Wart jene mit reinem Holzbau*). Scharfkantige Langschwellen, 8—10 auf 12—20^{zm} stark, sind in mäßiger Spurweite (im Schlierenthal 90^{zm}) als Schienen, worauf die Räder leichter Rollwagen (mit einem Spurkranz von 2^{zm} Dicke und 5^{zm} Breite) unmittelbar laufen, in Abständen von 3 bis 6^m in Querschwellen gelegt, mittelst Keilen befestigt und an ihren Stoßenden aufgeschraubt. So weit nicht auf dem wegartig geebneten Boden die Querschwellen aufgelegt und befestigt werden können (mit Steinen oder Pflöcken), sind die Querschwellen entweder

- a. längs des Berghangs nur bergwärts verpflockt, thalwärts gestützt und stark verstrebt oder
- b. bei Ueberschreitung von Mulden, Spalten und Wasserläufen je nach der Höhe mit untergelegten Holzstücken oder Steinen, durch benutzte Baumstämme und Felsen, durch einfache Stützen, vierbeinige oder vielfach verstrehte Böcke gestützt.

Da an solchen Orten die Wagenführer (beim Bergaufbringen der leeren Rollwagen) nicht gehen können, sind die Langschwellen (18^{zm} hoch, 9^{zm} breit) durch eingelassene, verkeilte Querhölzer leiterproffenartig alle 75^{zm} verbunden.

Auf diese Weise kann die Rollbahn mit beschränktem Erdbau in beliebigen Kurven brückenartig über unregelmäßiges Gelände hingeführt werden.

Ob und wo eine derartige Holzbahn eine billigere Förderungsweise sei, als auf massivem Fahrweg, muß ein doppelter Ueberschlag über die Anlage- und Unterhaltungskosten ausweisen.

Als ein bedeutsamer beachtenswerther Unterschied zwischen Eisen- und Holzschienenwegen ist bezüglich der Bahnneigung hervorzuheben, daß das gleiche Fördergewicht (Wagen und Ladung) bei Holzbahnen eine größere Reibung zu überwinden hat, demzufolge das Gefälle der letzteren — bei Förderung durch Selbstbewegung — größer sein darf und muß. Bei Eisenschienen reicht eine Bahnneigung von 1,1 bis 1,2° schon aus; die Holzbahn im Schlierenthal bei Alpnach hat auf der größten Strecke eine Neigung von 2,28° (4%) und dürfte schwerlich viel weniger haben.

2. Den noch neuen Gedanken, Schienenwege zur Förderung in der Waldwirthschaft zu verwenden, verfolgt die Lo-Presti-Bahn ebenfalls, jedoch in ganz eigener Art**).

Die Bahn wird durch eine einzige Langschwellenlinie gebildet. Balken von mindestens 38—40^{zm} Breite, auf kurzen Querschwellen befestigt, an beiden oberen Ranten mit schmiedeeisernen Schienen versehen (Fig. 289), am Zusammenstoß künstlich verzimmert, laufen in beliebigen (?) Kurvenlinien, unabhängig von der Bodenansormung, über Holzunterlagen bez. Böcke und Gerüste hin und stellen eine ununterbrochene Verbindung zwischen einem Aufladeplatz (oder mehreren) und einem Holzlagerplatz, einer Einbindstätte (für Flößerei) oder einer gewerblichen Niederlassung her.

*) Siehe F. Fankhauser. Die Drahtseilriesen zc. Bern 1873, Seite 12.

**) Näheres in einer Anzahl Aufsätzen der Oest. Monatschrift für Forstwesen. Jahrg. 1869 und 1870. Erfinder ist der ungar. Ingenieur Baron Lo Presti.

Der Bahnanlage muß immer die Auffuchung und Prüfung der geeignetsten Gefälllinie vorausgehen, um möglichst viele feste Geländepunkte bez. Strecken zu benützen und die Anbringung von Holzunterlagen und Gerüsten auf die schwierigsten Stellen, deren Herrichtung zu theuer würde, zu beschränken. Eine Berührung des Bodens durch den Schwellenstrang muß, zur Bewahrung vor Fäulniß, sorglich vermieden werden. Die Holzunterlagen gewähren zugleich eine festere, durch Verteilung regulirbare Grundlage. Auf den gebahnten Geländestrecken ist der Schwellenstrang etwas seitwärts gelegt, damit Zugthiere auf einem nebenherlaufenden Keilpfad die leeren Wagen zurückschaffen können.

Die Form der Schienen an den Langschwelenkanten wird noch verschieden gewählt, wie es Fig. 289a, b und c zeigt. In Fig. b und c ist die aus-

Fig. 289a.

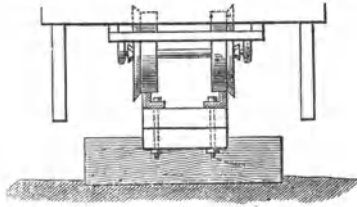


Fig. 289b und c.

Verbindung der Ober- und Unterschwelle mit den Schienen und der Unterlage.

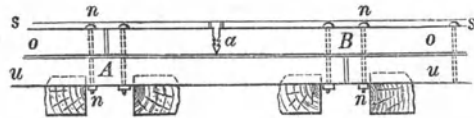
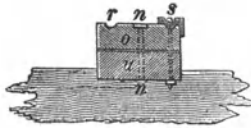
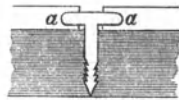


Fig. 289d.



gehobelte Rinne *r* ersichtlich, in welche die Schiene neuerer Form *s* paßt, mittelst durchgehender Schraube mit Mutter festgehalten. Die Ober- und Unterschwelle *o* und *u* sind durch Nagelung *nn* verbunden, die Schienen am Zusammenstoß (Fig. d) durch 8—10^{zm} lange Nägel von der Form *a a*. Die Ober- und Unterschwellen wechseln im Zusammenstoß (A, B).

Als passendste Steigungen werden jene zwischen 5 und 8% bezeichnet, doch ist bei Ausführungen schon bis zu 15% gegangen und sind selbst Gegengefälle zugelassen worden.

Das Zusammenfügen der Schwellen und Schienen und das Schwellenlegen wird als mühselig und verwickelt geschildert; beim Mangel hinreichender Erfahrungen wird ein vielfaches Umlegen nöthig.

Was die Anlage und den Gebrauch dieser Einschwellenbahn bisher am

meisten behinderte, war das Werfen der Schienen, sowie das Verdrehen und Reißen der Schwellen in Folge der Sonnenhitze, wozu ein ungleiches Schwinden der Unterlagen und Gerüste hinzukommen mag. Der Kostenaufwand ist jedenfalls durch den großen Holzverbrauch ein hoher.

Einzelne Vo=Preßi=Bahnen sind schon seit etlichen Jahren in gutem Gange. Die Versuche der Befahrung mit Lokomotiven haben jedoch ein glückliches Ergebnis bisher nicht geliefert.

Offenbar steckt ein gerade für die forstlichen Bringungsanstalten fruchtbarer Gedanke in dem Systeme, der noch zur Zeitigung gelangen muß; dazu wird es des Uebergangs zu einem schmalen Zweischwellensystem bedürfen, welches verstreute schwächere Hölzer anzuwenden gestattet und dennoch weniger von Schwankungen und Erschütterungen leidet.

4. Schleif- und Rieswege.

§ 151.

Beide müssen ohne weitere Deutung als Wege unterer Ordnung gelten, mit der Bestimmung, die Hiebsergebnisse aus den Schlägen an die eigentlichen Fahrbahnen, Polterplätze oder an die Einbindstätten der Floßstrafen zu liefern. Zwischen Schleif- und Rieswegen besteht der wesentliche Unterschied, daß auf ersteren die Fortschaffung durch Zugthiere (zuweilen von Hand) erfolgt, auf letzteren dagegen das durch Entrinden geglättete Stammholz sich durch sein Eigengewicht (und zeitweise Nachhilfe mittelst der sog. Krempen) fortbewegen muß.

a. Schleifwege. Das Schleifen von Stämmen auf Fahrwegen ist, auch wenn der Lottbaum oder das Vordergestell eines Langholzwagens das untere Stammende aufnimmt, wegen des Angreifens der Bahn unstatthaft. Dagegen können mit Vortheil in das Innere großer Schläge, deren Fahrwege große Abstände haben, oder mit Fortsetzung der Fahrwege hinauf in die steilabfallenden Querrhäter besondere Schleifwege geführt werden.

Sie bedürfen nur einer Breite von 2,5 bis 3,0^m, der Stockrodung, Verebnung und oberflächlichen Wasserableitung. Zweckmäßig ist die Abwölbung mittelst eines gleichmäßigen nicht allzugroben Gestücks, welches etwa 0,1^m hoch übererdet wird. Bei starken Krümmungen muß eine örtliche Verbreiterung der Bahn dem Langholz den Durchgang verschaffen.

In der Ebene lassen sich die Schlaglinien, welche keine Hauptbahn bilden, und weitere die Schläge schneidende Linien als Schleifwege für leichtes Holz und Gestänge herrichten. Im Gebirge erhalten die Langholzsleifwege ein solches gleichmäßiges Gefälle, daß die Stämme leicht nachschieben, ohne die Zugthiere allzusehr anzustrengen oder umgekehrt durch rückweises Nachrutschen zu beschädigen — auf steinigem Boden nicht über 15, auf Holzbahn (Querschwellen) nicht über 7 Prozent. Statthaft ist streckenweise nöthigenfalls auch eine wagrechte Bahn und selbst ein schwaches Gegengefälle. Die Bahn wird abgeebnet, mit Steinen ausgeschlagen, gegen Berg um etwa 5^{cm} auf 1^m Bahnbreite geneigt und mit zahlreichen oberflächlichen Wasserabzügen versehen. Sumpfige oder nasse Bodenstellen werden stärker mit Steinen ausgeschlagen oder überbrückt. Schluchten, welche die Schleifbahn kreuzen, werden wie bei Fahrwegen überbohrt und an beiden Rändern etwa mit starken Abweiskern (Felsstücken) oder mit 0,3 bis 0,4^m starken „Streckbäumen“ eingefaßt.

Volle Gebrauchsfähigkeit und Dauerhaftigkeit erhalten die Schleifwege durch die Einlage von Querschülzern, sog. Streichrippen, 0,25—0,30^m starke runde Trumme aus Buchenholz, welche für das Schleifen von Säg-Blözen auf je 2,5^m, für Langholz auf je 3,0—6,0^m Abstand querüber 6—7^{cm} tief in die Bahn versenkt werden. Bei Ueberdohlungen werden sie in die Streckbäume eingelassen.

Zur Verminderung der Reibung werden die Querschülzer bei trockener Witterung zeitweise eingefettet und mitunter mit Wasser benetzt (Langholz-Schmierwege).

Für Winterbahn bedarf es der Streichrippen und ihrer künstlichen Glättung nicht, dagegen der durchgängigen Einfassung und Befestigung des äußeren Bahnrandes mit verflochtenen „Wegbäumen“ längs der offenen Abhänge. Doch ist zur Winterbahn Schnee erforderlich. Nach Eintritt von Thauwetter muß wieder „Sommerbahn“ durch Einziehen von Streichrippen geschaffen werden.

Zahlreichen kurzen Geländebiegungen kann nur eine Schleifbahn für Kurzholz folgen. Schleifwege für Langholz (bis 30^m Länge, auch darüber!) müssen häufig aus dem Berggang hinaustreten, mittelst Jochbauten oder Ueberbrückungen bald schwierigen Geländestellen (Felswänden zc.) ausweichen, bald tiefe Einschnitte in möglichst flachen Bögen überspannen.

An der Einmündung der Schleifbahn in eine fahrbare Steige oder Thalsstraße muß eine Erweiterung in solchem Umfange angelegt werden, daß eine Sortirung und Lagerung auf Holzunterlagen (Polterplatz) oder wenigstens ein Wenden und Aufladen der Stämme auf vierräderiges Fuhrwerk ausführbar wird (Schwenke, Wendplatz).

b. Kieswege. Die Förderung der durch Entasten und Entrinden geglätteten Stämme durch das freie Fortgleiten über geneigte Flächen stellt für die Herstellung der Gleit- oder Rutschbahn die viel einfachere Bedingung, nur die Bewegungshindernisse für die durch eigene Schwere getriebenen Stämme zu beseitigen, nicht auch für Fuhrwerke und Zugkräfte.

Möglichst gerade oder schwachgekrümmte Züge, jedoch mit mäßigen Gefällwechseln und geglättete ebene Bahn, nicht über 3^m breit, sind die Haupt-Erfordernisse. Das Glätten der Erdbahn wird im Winter durch eine Eiskruste oder Schneedecke, im Sommer durch Querlagen aus Holzspältern (Buchen- oder Weistammenholz) bewirkt. Ein Gefälle von 8—10% reicht nur aus, wenn strenge Winterkälte nach Uebergießen mit Wasser eine Eisbahn schafft; bei 10—12% genügt eine Schneebahn; bis zu 18% bedarf es für Erdbahn der Einlage von Querschülzern, sowie der Näßung der letzteren und der Stämme selbst; bei höherem Gefälle bedürfen nur schwache Stämme der Holzunterlage, starke dagegen schon trockener Witterung oder tiefen Schnees. Da gleichmäßiges Gefälle auf gestreckten Linien selten möglich, so muß der Lauf der Stämme bald gehemmt (Nichtenreißig, Erde), bald gefördert werden (Querschülzer, Annässen). Gegen den Auslauf muß das Gefälle der Riesbahn immer auf wenige Prozente abnehmen.

Beide Wegseiten werden fortlaufend mit Stämmen belegt, welche eingerammte Pfähle festhalten — einfach bei ziemlich geraden Linien und gleichem Gefälle, mit 2—3 Stämmen übereinander als Außenwände oder Wehren bei Bogenlinien oder starken Gefällwechseln (gegen das Auspringen der Stämme).

Dient ein Kiesweg nur für kurze Zeit, so werden tiefe Bodeneinschnitte

nur mit Stammholz „ausgepritscht“ d. h. der Länge nach dicht überlegt. Ständige Riesen dagegen werden mit Quadermauern aufgeführt und nur vor jeweiligem Gebrauch mit einzelnen Wehren ausgestattet. Sind die letzten Stämme abgelassen, so werden die Wehren und Pritschen, die obersten zuerst, abgebrochen und ihre Hölzer nachgefördert.*)

Bemerkung:

Im Schwarzwalde dienen die Rieswege beinahe ausschließlich dazu, die Stämme zu den Floßbächen zu bringen; ihre sonstige Anwendung bei regelmäßigen Geländeformen wäre wohl in Erwägung zu ziehen.

5. Schlittwege.

§ 152.

Unter Schlittwegen (Ziehwegen) sind Bahnen begriffen, auf welchen leichtgebaute Schlitten (mit wenig über oder unter 1^m Abstand der Läufe) von Menschenkraft bewegt werden, um im Gebirgswalde vorzugsweise das Brennholz aus den Holzschlägen zu den Lagerplätzen, Fahrstraßen oder Floßbächen zu bringen (zu „rückeln“).

Ob Winter- oder Sommerbahn, macht in der Anlage einigen Unterschied — in beiden Fällen aber gewährt eine regelmäßige richtige Anlage die Möglichkeit größerer Ladung und sichere Bemessung derselben, leichtere und gefahrlosere Schlittführung und weniger mühevoller Rückförderung des leeren Schlittens.

Die Schlittwege, 1,4—1,8^m breit (dem Schlittgeleise entsprechend), haben ebene, etwas gegen Berg geneigte Erdbahn und möglichst gleichförmiges Gefälle, nicht unter 7, nicht über 18 Prozent, weil bei geringerem Gefälle das Ziehen, bei größerem das Hemmen zu viel Kraftaufwand nöthig macht, also in beiden Fällen sich mindern muß, während bei sehr ungleichem Gefälle das wechselnde Anbringen und Beseitigen der Hemmungen Zeitverluste verursacht und die Bahn verdirbt.

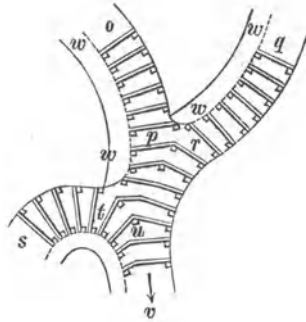
Am oberen Ende eines jeden Schlittwegs gehört ein Lagerplatz, eben, an steilem Hang mit steinernem oder hölzernem Unterbau, hergerichtet, um die aufzuladenden Hölzer in Rauchbeugen aufzunehmen; lange Wegzüge werden unterwegs nochmals mit einem Ladeplatz ausgestattet, um die Schlittenthal- und -bergfahrt, welche sonst zu mühsam würde, in zwei Abschnitte zu theilen; am unteren Ende, wo der Schlitten abgeladen (das Holz „abgezogen“) wird, befindet sich der Abziehplatz, verhältnißmäßig kleiner als der Lagerplatz, hinreichend zum Abziehen, Wenden und Stellen der Schlitten.

Dazwischen zieht sich der Schlittweg bald längs den Hängen, bald über flachere Rücken, bald in den Thaleinsenkungen (Dobeln) in so vielen vervielfältigten Bogenlinien fort, als zur Gefällvertheilung nöthig erscheinen — s. g. Weiben oder Rehren — jedoch mit Vermeidung zu kurzer Wendungen, in welchen die Schlitten leicht umstürzen.

Sind die Holzschläge groß und gestattet es die Geländeform, so leitet man gerne von oben zwei oder mehrere Schlittwege op, qr, st... zusammen und benützt Eine untere Strecke uv als gemeinsame (Fig. 290).

*) S. Verhandlungen des bad. Forstvereins v. 1858 zu Rippoldsau, Beilage I. S. 139.

Fig. 290.



Nebenher zieht längs allen ein schmaler Erdstreifen *w w*, der Weichweg, auf welchem der leere Schlitten mit Strohseilen oder Tragbändern auf den Schultern den Berg hinaufgetragen wird.

Die Schlittwege können sich vielfach und weit in die Schläge hinein verzweigen oder mit anderen Bringungsanstalten, z. B. Riesen in Verbindung stehen und wechseln oder das Holz wird auf die Lagerplätze zusammengetragen.

Nicht umgehbare nasse Orte werden mit Querhölzern ein- oder mehrfach überlegt, letztere wiederum mit Pfählen befestigt und mit darüber gestrecktem Gestänge, zugleich zum Schutz der Schlitten gegen Hinausgleiten, niedergehalten. Sumpfige Bodenstellen oder Einsenkungen (Schluchten) werden überbrückt mit leichten Holzbauten z. B. als f. g. Leitersteg (Fig. 291), indem von der Kante des einen Abhangs zur jenseitigen

Fig. 291a.

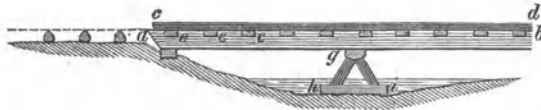
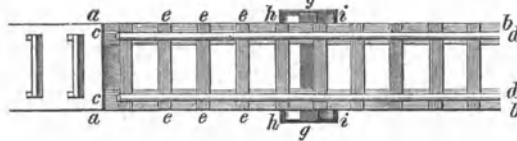


Fig. 291b.



zwei Streckbäume *ab* auf Geleisweite gelegt, in ihre Einschnitte *ee...* Sprossen in Abständen von $0,6^m$ eingepaßt und zum Festhalten Wegstangen *ed* mit Holzstiften aufgenagelt werden. Oder man bildet, da solche Uebergänge nur damit vertraute Schlittenführer ohne Gefahr überschreiten können, durch Zusammenrücken von Querhölzern aus Stangenholztrümmen geschlossene Pritschen *mn* (Fig. 291c). In beiden Fällen müssen

Fig. 291c.

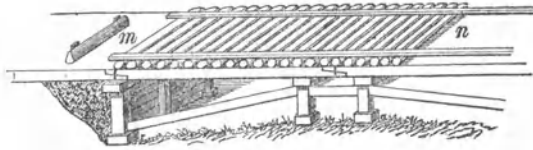
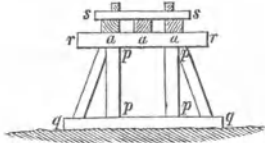


Fig. 291 d.



über 5^m lange Streckbäume in der Mitte durch aufgeschichtete Holztrümme oder Holzjoche ghi gestützt werden. Das Gefälle der Leiterstege oder Brittschen bleibt das gleiche wie vor und hinter denselben.

Ueber kleine Wildwasser, welche keine Holzjoche anbringen lassen, führt man je nach der Dertlichkeit kleine Häng- oder Sprengwerke oder Deckeldohlen.

Lassen sich Hochmoore nicht umgehen, weil die Richtung quer über sie hinweg weitaus die nächste ist, so wird entweder ein Faschinen- oder Knüttelweg (§ 149g) durchgebaut oder ein brückenartiges Gerüste aufgeschlagen (Fig. 291c und d):

Holzböcke (Archen) aus 2 durch Büge verstrebtten Pfosten pp, auf einer Schwelle qq eingelassen, durch den Fochholm rr verbunden, in Abständen von 3—5^m aufgestellt, tragen 1 mittleren und 2 äußere Streckbäume aaa, worüber die durch Wegstangen festgehaltene Brittsche ss aus Stangentrummen liegt. Wo die Streckbäume zusammengefügt („aufgeplättet“) sind, werden die Böcke jeweils enger zusammengerrückt (2—3^m). Die Höhe der Böcke richtet sich nach der Tiefe des Sumpfes. Wegen der Möglichkeit der Senkung sollen die Streckbäume wenigstens 0,3—0,5^m über Wasser sein. Einiges Gefälle ist für das Schlitten erwünscht.

Die Schlittwege dienen entweder als Winter- oder als Sommerbahn.

Für erstere wird der geebnete Wegzug nur zu beiden Seiten „eingestängt“ d. h. mit Wegstangen eingefasst, welche mittelst Zusammenplätten (ähnlich wie die Streckbäume) verbunden und mit Pfählen befestigt sind — der Schnee, wo er mangelt, beigebracht, Ueberfluß beseitigt und sodann die Bahn 5—7^{zm} tief mit Schnee ausgeschlagen (gestampft). Schlittwege für Winterbahn gestatten geringeres Gefälle, 7—10%, weil die Reibung eine kleinere als auf der Sommerbahn ist. Man sucht die Winterseiten für sie auf, um frühere und längerdauernde Bahn zu haben.

Für Sommerbahn (12% und mehr) wird der Schlittweg in Abständen von 0,3 bis 0,5^m mit glatten Buchenscheitern (Querrippen oder Streichhölzern) quer überlegt; damit der schwere Tritt der Schlittensführer und der Druck der Ladung die Scheiter nicht verschiebt, werden sie etwas in den Boden eingelassen und an beiden Enden mit bergauf geneigten

Stäben befestigt. Die Unebenheiten und Schärpen der Querrippen werden weggehauen, damit die Schlittenläufe gleichmäßig auf ihnen aufliegen und feinen Hemmungen begegnen. Vor Beginn des Schlittens werden, um an Zugkraft zu sparen und die Ladung verstärken zu können, die Schlittenläufe sowie die Querrippen, wo die Schlitten gehen, bei trockener Witterung mit Seife, Talg (oder Speck) bestrichen — Brennholzschmierwege.

Nach Räumung eines Schlags werden die Querhölzer weggenommen und von oben herab nachgeschlittet.

Wegen der starken Abnutzung werden auf die Schlittenläufe Sohlen aus Buchen- oder Ahornholz mit Holzstiften aufgenagelt. Sie bedürfen häufiger Erneuerung. —

Dies ist im Wesentlichen der bisherige Bau und Gebrauch der Schlittwege*). Ihre leichte Anwendbarkeit und Bedeutung für die Entleerung der Holzschläge im Gebirgswald bis auf die geringsten Holzorten herab empfiehlt ihre weitere Entwicklung. Anstatt der Wegstangen und zahlreichen Querhölzer könnten wohl leichte, nach beiden Wegrändern sich aufbiegende Eisenschienenpaare in schmalen Geleise entlang laufen und am Zusammenstoß (sowie etwa in halber Länge) auf Querschwellen aufgeschraubt sein. Auf den Leiterstegen und Britschen könnten sie ebenfalls die Sprossen (bezw. Britschendeckung) festhalten und ihre Aufbiegung hielte die Schlitten innerhalb der Geleise. Das Gefälle bestimmte sich aus der Reibung zwischen Holz und Eisen. Für den Rückweg oder für ebene Sommerbahn wären die Schlitten auf kleine niedere Rollwagen zu stellen. So würden die Schlittwege als Ziehwege selbst in der Ebene benützlich.

Drittes Kapitel.

Kleinverkehr.

6. Reit- und Fußwege.

§ 153.

Der Gebrauch der Saumthiere zur Lastenförderung ist dort, wo geordnete Waldwirthschaften bestehen, eine Ausnahme. Der Bau von Reit- und Fußwegen bezweckt nur,

1. den Wirthschafts- und Schutzbeamten, sowie den Arbeitern den Verkehr von Waldort zu Waldort zu erleichtern und kostbaren Zeitgewinn zu schaffen,
2. die öffentlichen Verbindungswege, mit Entgegenkommen gegen die Wünsche der Anwohner, zu vermehren und
3. den Besuchern des Waldes, welche ihn als eine Stätte der Erholung aufsuchen, seinen Genuß zugänglicher zu machen.

Die Reitwege werden 1,5 bis 2^m breit mit flacher Kronenwölbung angelegt, erhalten im Außersten und nur auf kurze Strecken 12 bis 13% Gefäll, schmale Seitengraben mit hölzernen oder ausgepflasterten Querrinnen und eine Befestigung ihrer Bahn mit kleinem Schotter (2—3^{mm}), Grus, Grand oder Kies, welcher, um dem Fußtritt zu widerstehen, gestampft oder festgewalzt wird. Masse Bodenstellen werden ausgehoben und durch

*) Ausführlicheres darüber s. in R. F. W. Jägerschmid's Handbuch, I. Band Seite 282 u. ff. und in den „Forstl. Mittheilungen“ des königl. bayr. Ministerialforstbureaus, III. Bd., 1. Heft, S. 203 u. ff.

eine Steineinlage entwässert oder durch Steinschutt ersetzt. Grobe Steine werden tief eingebaut oder zerschlagen.

In ihrer Anlage sind gegenüber Fahrwegen flüchtige Kurvenabsteckungen von Auge oder mittelst Einrückens hinreichend und Umwege mit häufigen Gefällwechselln und Widergängen zur Vermeidung von Bauhindernissen und Schwierigkeiten zulässig. Zur Absteckung reichen die einfachsten Instrumente aus. Fleißige Freihaltung von überhängenden Aesten auf hinreichende Höhe ist geboten.

Die Fußwege, wegen ihrer vorzugsweisen Bestimmung, dem Walbschutz zu dienen, auch „Hutpfade“ (Forstschuttpfade) dienstlich genannt, werden als einfache kunstlose Erdwege von 0,8 bis 1,2^m Breite angelegt und nur bei stark aufweichendem nachgiebigem Boden übersandet oder überkieselt. In nassen Lagen der Ebene erhalten sie einer- oder beiderseits Gräbchen, werden auch streckenweise dammartig erhöht. Sie sollen das Ersteigen der Höhen und das rasche Fortkommen fördern und wenig kosten. Gefälle bis 15 und 16%, kleine Gegengefälle und kostensparende kurze Krümmungen sind daher ganz zulässig. Kreuzen sie Wasserläufe, so baut man leichte hölzerne Stege, an gefährlichen Stellen mit ein- oder beiderseitigem Geländer.

Böschungen und Gehbahn, sowie die Vorrichtungen für Wasserabzug sollen dennoch regelmäßig und solid sein, um häufige Ausbesserungen zu vermeiden.

Wo die Waldungen als öffentliche Anlagen dienen, werden die Fußwege so breit angelegt, daß zwei bis drei Leute bequem nebeneinander gehen können; die Gehbahn wird abgewölbt, fleißig überkieselt und gereinigt. Man öffnet Aussichtspunkte, bringt Ruhebänke und Geländereinfassungen an u. s. w.

Fußwege, welche die Trace künstlicher Fahrwege sind (Niveaupfade, Tracewege), werden genau nach der durchgeführten Absteckung bearbeitet, mit Umgehung schwierigerer Wegstrecken, welche durch Felsensprengung und andere umfassende Arbeiten erst zugänglich werden.

Viertes Kapitel.

Aushilfs- oder Nothbahnen.

§ 154.

Wo es in kürzester Frist zu einem Waldtheil einer Zufahrt bedarf, bevor das Wegnetz festgestellt worden oder die Mittel zu seiner Ausführung flüssig oder hinlängliche Arbeitskräfte beizubringen sind, behilft man sich mit Nothbahnen. Dieselben können darin bestehen:

- a. daß in der künftigen Begrüchtung das Gelände zu schmaler Bahn verebnet, jede schwierige Strecke und jeder Wasserlauf mit einem leichten Holzgerüste überbrückt wird;
- b. daß man alte Wege nothdürftig herrichtet und vorläufig fortbenützt oder eine Umgehungsbahn in der zugänglichsten Richtung, selbst mit Gegengefälle herrichtet;
- c. daß man einstweilen eine Bahn für jene Bringungsweise herstellt, welche den wenigsten Bauaufwand erheischt, z. B. Schleif- und Schlittwege, Riesen oder dergl.

Alle Bauwerke an Nothbahnen werden so aufgeführt, daß die verwendeten Baumaterialien beim Abbrechen wieder ganz und brauchbar in die Hände fallen.

II. Abtheilung. Die Gewinnung der Mittel und Kräfte für den Bau-Betrieb.

§ 155.

Bevor eine Weganlage in Angriff genommen wird, muß der Bauherr theils bezüglich des ihm zugemutheten Aufwandes und der leichtesten Befreiung desselben, theils bezüglich der billigsten und sichersten Art der Ausführung noch über einige Fragen schlüssig werden.

Ihm muß daran liegen, daß mit mäßigen Mitteln, in rechter Art und Zeit verwendet, die gesteckte Aufgabe gelöst werde. Uzuhohe Anforderungen, ebenso wie Ueberschreitungen der Voranschläge, bereiten der Ausführung eines Baues Anstände. Bei Zeiten muß erwogen sein:

- a. ob und wie die erforderlichen Mittel zu beschaffen, sowie
- b. die geeigneten, billigen und hinreichenden Arbeitskräfte zu gewinnen sind;
- c. in wie weit auf die Jahreszeit, einerseits wegen der klimatischen Verhältnisse und der Bodenbeschaffenheit, andererseits wegen der sonstigen Beschäftigung der Bevölkerung Rücksicht zu nehmen sei;
- d. durch welche Art der Arbeitbegebung in Anbetracht des Umfangs eines Bauprojekts die beste und billigste Ausführung gesichert wird; welche Leistungen den gewinnbaren Arbeitskräften zuzumuthen sind; unter welchen Formen die Arbeitbegebung zu erfolgen hat; durch welche Maßregeln geschulte, zuverlässige Kräfte zu gewinnen und vornherein schlechte unzulängliche Leistungen, Hintergehungen und Fehler abzuwenden seien u. s. w.
- e. inwieweit es einer sorgfältigen Leitung und Aufsicht zur Durchführung eines soliden Baues bedürfe.

Hierüber sei versucht die wesentlichsten Gesichtspunkte zusammenzustellen.

Erstes Kapitel.

Beschaffung der nöthigen Mittel.

§ 156.

Nach dem Grundsatz, daß die Waldwegbauten als Betriebsanstalten wirtschaftlich gerechtfertigt und geboten sein müssen, wird die einzelne Weganlage oder der Ausbau eines Wegnetzes nur in Waldungen in Aussicht liegen, deren jährlicher Ertrag in der entsprechenden Steigerung der Erlöse eine Deckung des Bauaufwands erwarten läßt. Wo dies zutrifft, sollte man jeden Waldeigenthümer für hinlänglich bemittelt oder kreditfähig, für einsichtig und entschlossen genug zu einer derartigen Unternehmung halten. Aber in Wirklichkeit verschleppen sich häufig die dringendsten und einträglichsten Anlagen und Jahre lang behilft man sich mit mangelhaften Einrichtungen, deren Instandhaltung den Zins des zum Neubau nöthigen Kapitals noch übersteigt. Als Vorwand dient der Mangel flüssiger Mittel und doch schafft das Vorrathskapital des Waldes leicht dieselben bei. Sehr häufig

wird wegen Ausgaben, welche die Waldwirthschaft nicht berühren, auf dieses gegriffen. Die Aussicht auf größeren Reinertrag rechtfertigt es doch, zur Wegbauförderung entweder mehrere Jahreshiebe vorauszunutzen und um die Vornutzung die nächsten Jahreshiebe zu schmälern, oder auf den Holzvorrath zu greifen und seine Wiederergänzung auf günstigere Zeiten aufzuschieben.

Je mehr und werthvollere hiebsreife Bestände vorhanden, desto umfanglichere Bauten sind nöthig, desto mehr Mittel lassen sich aber auch flüssig machen. Der Abtrieb der Baufläche bringt schon eine außerordentliche Nutzung mit sich, in Waldungen mit hohem Umtrieb nicht unbeträchtlich, weil gerade in den ältesten Waldtheilen die Bauten zu beginnen haben. Das Waldwegnez entzieht einen gewissen Theil des bestockten Waldes der ferneren Holzproduktion; im Verhältniß der beanspruchten Baufläche, welche nun nicht ertraglos wird, sondern durch Erschließung des Waldes mittelbar wirkt, erniedrigt sich der normale und zeitliche Vorrath. Die Vorrathsdifferenz wird durch Ausstockung flüssiges Kapital und dem Waldeigentümer zur anderweitigen Verwendung frei verfügbar; die Weganlagen selbst bieten die Gelegenheit, es sofort im Walde wieder mit Aussicht auf hohe Rente unterzubringen.

Es ist daher in eingerichteten Waldungen mit festem Abgabesatz doppelt fehlerhaft, wenn die Wegaufhiebsergebnisse demselben zugerechnet und um ihren Betrag die übrigen Nutzungen beschränkt werden.

Einerseits werden dadurch nöthige Hiebe ohne Grund aufgehalten, andererseits dem Wegbau die nöthigen Zuflüsse entzogen und dem Waldeigentümer die Bauten erschwert.

Der Hiebsatz allerdings mindert sich um den seitherigen Jahreszuwachs der Wegflächen, aber dieser Ertragsausfall ist klein an Masse, steigt sehr langsam und wird durch die Steigerung der Holzpreise unspürbar.

Die Breite der Wege begründet allenfalls einen Unterschied in der Behandlung der Sache, insofern alle Anlagen etwa unter 3^m Kronenbreite den Waldschluß nicht unterbrechen und außer Rechnung bleiben können. Solche Anlagen pflegen auch einen sehr geringen Aufwand zu veranlassen. Folgerichtiger und einfacher wäre es jedoch, die Baufläche aller Wege nebst zugehörigen Anstalten von der Ertragsfläche des Waldes abzurechnen, Normalvorrath und Hiebsatz auf die wirklich anbaufähige Fläche zu gründen. Mit dem Fortschreiten der Bauten würde desfalls periodisch eine Berichtigung einzutreten haben.

Die Entnahme des Baukapitals aus dem Walde selbst durch einen Zugriff enthebt den Waldeigentümer der Weitläufigkeiten einer Geldanleihe und der Schmälern seiner Reineinnahme.

Die Vortheile des Baues werden sofort genützt, wenn man die Aufhiebs-Ergebnisse in der Nähe bis nach seiner Vollendung lagert, die Fällung dort, wo Stockholz absehbare, durch Baumrodung bewirkt (Minderung der Baukosten) und die Bauten zeitig genug dem Anhieb der aufzuschließenden Bestände vorangehen läßt.

Die Maßnahme, zur Beschaffung der erforderlichen Geldmittel aus dem Walde jegliche Gunst des Marktes mitwirken zu lassen, empfiehlt sich bei jeder Art von Waldeigenthum.

Beim Staatswalde, ebenso wenig wie beim Privatwald, braucht man der Gegenwart die ganze Last von Operationen aufzubürden, welche der

Zukunft in viel höherem Maaße zu Statten kommen, und ein so hoch rentirendes neues Betriebskapital, wie ein Wegnetz ist, aus der laufenden Einnahme anzusammeln. Es genügt, aus letzterer die Kosten für die jährliche Unterhaltung und höchstens noch jene für Nachbesserungen zu bestreiten.

Ohne Belastung des ordentlichen Budgets könnte so an den meisten Orten der Wegbau einen größeren Aufschwung nehmen und die Wirthschaft früher des Segens guter Verkehrseinrichtungen theilhaftig werden*).

Daß die Waldwegbauten außerdem gefördert werden, indem man ihnen den Charakter ihres rein wirthschaftlichen Zweckes wahrt, die billigsten und dienlichsten Zugslinien aufsucht, durch Anpassen an das Gelände alle größeren Ab- und Auftragsarbeiten, durch geeignete Gefällwechsel die theuren Felsen- sprengungen, Mauer- und Brückenbauten umgeht u. s. w., ist bereits an anderem Orte betont worden.

Zeitlich beschränkte Mittel sollen nicht verschmätzt, auf Vor- und kleinere Probearbeiten oder zu Aushilfsbauten verwendet werden, deren Ersatz auf günstigere Zeiten verschoben bleibt.

Stehen größere Bauten bevor, von welchen auch den Nachbarn Vortheile erwachsen, so erleichtert gemeinschaftliche Aufbringung der Mittel ihre Durchführung.

Zweites Kapitel.

Gewinnung der Arbeitskräfte.

§ 157.

Die Waldwegbauten erfordern eine Reihe verschiedenartiger Leistungen, zu welchen Seitens der Arbeiter, ebensogut als zu den Vorarbeiten Seitens der Baubeamten, Verständniß, Geschick und Uebung und nebstdem eine gesunde und kräftige Körperbeschaffenheit gehört.

Fehlen diese Erfordernisse, so läuft der Bauherr Gefahr, schlechte und theuere Bauten zu bekommen, der Arbeiter, wenig zu verdienen. Fehlt noch genügende Anleitung, so muß beiderseits viel Lehrgeld bezahlt werden.

Wo die geregelten Bauten erst beginnen, vermeidet man dieß durch Anstellung tüchtiger Aufseher und Vorarbeiter, etwa solcher Leute, welche bei Straßenbauten beschäftigt waren; oder man gewinnt einige geübte Arbeiter aus Nachbarbezirken, wo der Waldwegbau schon eingebürgert ist, durch Zusage höheren Lohns.

Im Falle des Arbeiterbedarfs ist die nächste Frage, ob ein Pflichtverhältniß irgend einer Art vorhanden, welches die nöthigen Arbeitskräfte durch einen einfachen Aufruf jederzeit beschafft, oder ob freiwillige Arbeitskräfte gemiethet werden müssen.

Die Verpflichtung zu Hand- und Fuhrdienst, früher sehr häufig, besteht noch in vielen Gemeinden als Bürgerpflicht (Gegenleistung gegen „Bürgergenuß“ verschiedener Art), ist jedoch auf eine Anzahl Tage im Jahr begrenzt. Das „Frohnen“ ist eine scheinbare Ersparniß an Geldaufwand und nur dann kein ganz verwerflicher Zeitmißbrauch, wenn Zeiten der Verdienstlosigkeit benützt werden. Sonst erscheint die Frohnarbeit, bei welcher erfahrungsgemäß weder Viel noch Gutes geleistet zu werden pflegt, als verkappter

*) Siehe des Verfassers Aufsatz in Baur's Monatschrift für Forst- u. Jagdwesen von 1867: „Ueber die Beschaffung der nöthigen Mittel zum Waldwegbau“.

Müßiggang. Die Mannschaft löst sich täglich ab. Guter Wille, taugliches Geschirr und Verständniß fehlt. Nur die rohesten Arbeiten des Wegbaues sind bei fleißiger Aufsicht und Beigabe von Vorarbeitern durchzuführen.

Selten besser sind bei Neubauten die Leistungen von Sträflingen, zum Theil gebrechliche ältere Leute, Halbzurechnungsfähige, Frauen und Kinder. Arbeitslust und Sinn, Geschirr, selbst Nahrungsmittel fehlen.

Eher zu rechtfertigen ist die Verwendung zu den gewöhnlichen Unterhaltungsarbeiten, Transportdiensten u. dergl.

Es bleibt somit schließlich nur die Wahl zwischen Taglohn- und Gedingarbeit (Afford).

Zu größeren Ausführungen eignet sich die erstere Art der Arbeitsmiethe weniger; man greift dazu:

- a. bei Arbeiten gewisser Art und beschränkten Umfangs, wofür besondere Verbindung zu umständlich und aufenthaltsreich wäre oder deren solideste Ausführung sie nicht hoffen ließe;
- b. um Probearbeiten auszuführen, welche für neue Gedingarbeiten erst die nöthigen Kostenansätze liefern sollen;
- c. wenn sich keine Gedingnehmer finden lassen und die Ausführung nicht gerne verschoben wird;
- d. bei den gewöhnlichen Wegunterhaltungs- und Reinigungsarbeiten.

Bei allen Taglohnarbeiten ist's räthlich, eine hinlängliche Anzahl Lohnklassen zu bilden, um jeden Arbeiter seinen Leistungen gemäß zu bezahlen, den Lohn den Fleißigen nicht zu karg zu bemessen, die tägliche Arbeitsdauer mit Rücksicht auf die Jahreszeit und auf die Anstrengung der Arbeit zu regeln, Jedem seine Beschäftigung und seinen Platz nach seiner Brauchbarkeit zuzuweisen und strenge Aufsicht anzuordnen.

Unter Umständen (z. B. bei Berufungen aus entfernter Gegend) ist's zweckmäßig, die Taglohn-Arbeiter auf eine bestimmte Zeit anzuwerben, um sich ihres Aussharens in der Arbeit zu versichern — obgleich meistens der Tagelöhner selbst wünscht, des häufigen Suchens nach neuer Arbeit enthoben zu sein. — Gute, verständige Behandlung und regelmäßige Lohnzahlung fesseln die Leute am sichersten.

Das gebräuchliche Geschirr hat der Tagelöhner gewöhnlich mitzubringen; Geschirr von besonderer Konstruktion oder rasch sich abnützendes stellt der Arbeitsherr.

Mit gewohntem Geschirr pflegt der Arbeiter am meisten zu leisten, das eigene schon er.

Die Gedingarbeit (Stückarbeit) hat weitaus den Vorzug.

Sie ist beim Wegbau selten Einzelleistung, denn meist müssen zur gegenseitigen Unterstützung oder zeitweiligen Vereinigung des Kraftaufwandes Mehrere zusammenstehen.

Es bilden sich aus diesem Grunde Arbeiterrotten oder Gesellschaften, von welchen Einer der Tüchtigsten als der Afford-Übernehmer austritt. Dabei vereinbaren sich in verschiedener Art die Theilnehmer unter sich über Verdienst und Gewinn. In der Regel hat der „Affordant“ einen gewissen Verdienstantheil voraus (Tantième); zuweilen ist er Unternehmer auf eigene Faust, stellt sich seine Hilfsarbeiter um festen Lohn an und trägt Gewinn oder Verlust allein.

Auf dem Wege der Affordbegebung wird über den Werth und die Vergütung der Arbeitsleistung nach Art und Maaß (Geschicklichkeit, Kraftauf-

wand, Ausdauer zc.) am ehesten ein freies Einverständnis zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer hergestellt und, soweit eine Scheidung der Leistungsarten möglich, auch am sichersten ein Durchschnitt erzielt. Es liegt im Interesse des Arbeitgebers, durch Eröffnen der freien Wettbewerbung der Arbeitslust entgegen zu kommen, Gelegenheit zur Schätzung der Leistungskraft und zur Feststellung ihres derzeitigen Werths nach Maaßgabe des allgemeinen Arbeitsangebots, der Lebensmittelpreise und der persönlichen Bedürfnisse zu bieten.

Im Interesse des Arbeitnehmers liegt es nicht minder, den Werth seiner Arbeit zu bestimmen und durch Steigerung seiner Leistungen sein Einkommen zu erhöhen. Bei der Tagelohnarbeit kann durch Bildung von Lohnklassen eine Art Tarification des Arbeitspreises auch erreicht werden, es stellt sich jedoch das Gleichgewicht nach Angebot und Nachfrage viel schwerer und langsamer her, die bessere Leistung gegenüber der schlechteren kommt weniger zur Anerkennung und die Erhöhung seines Einkommens ist dem Arbeitnehmer zu eng begrenzt.

Die eigenen Interessen erkennen und wahren beide Parteien am besten im Wege des freien Affords. Er bietet zudem beiderseits den Vortheil, daß die Arbeitsdauer vom Arbeiter nach seiner Leistungskraft bemessen wird.

Sind die Baustellen von den Wohnorten sehr weit entfernt, so ginge den Arbeitern durch Hin- und Herweg allzuviel verwerthbare Zeit verloren. Man thut alsdann gut, ihnen im Walde unfern der Baustellen geeignete Unterkunftsräume (Lagerhütten) herzurichten oder dazu das nöthige Baugeschloß zu verabreichen.

Ebenso kann das nöthige Gestänge sowohl zu den Bearbeiten selbst (Schlitten, Tragbahnen, Hebel, Stiele, Reifig zc.) als auch zur Erwärmung und Speisenbereitung nicht wohl verjagt werden. An manchen Orten überläßt man ihnen auch das aus der Wegfläche entfernte Stock- und Wurzelholz.

Sie auch im Uebrigen mit Naturalien anstatt mit Geld abzulohnen, hat für gewöhnlich Vieles gegen sich.

Drittes Kapitel.

Die Bauzeit.

§ 158.

Der Waldeigenthümer entnimmt seine Arbeitskräfte zu den Wegbauten dem Stande der Lohnarbeiter, welche mehr oder weniger zugleich Landwirthschaft treiben oder ihr dienen. Nur zu einzelnen Herstellungen bedarf er der Handwerker (Maurer, Steinhauer, Zimmerleute).

Soweit die erstere Klasse in der Landwirthschaft Beschäftigung findet, erscheint es rätzlich, zwischen Land- und Forstwirthen keine künstliche Konkurrenz hervorzurufen und den Lohnarbeitern Gelegenheit zu ununterbrochenem Verdienste zu bieten.

Die geeignetsten Bauzeiten wären sonach die zwischen die etwas wandelbaren Feldbestellungs- und Erntearbeiten fallenden Zeiträume und die Winterszeit, soweit sie nach Klima und Gunst des Jahrgangs benützlich. In der Regel sucht man während des Frühjahrs und Sommers die Wegbauten vorzubereiten, vor oder mit Herbstbeginn von den Bauflächen die Bestockung abzuräumen und die Bauarbeiten sogleich folgen zu lassen. Dann kann

die Erdarbeit vor strengem Winter vollendet oder doch stark gefördert werden, der Erdbau sich festsetzen, das Baumaterial gesammelt, bez. gebrochen, auf der Schneebahn beigebracht und in günstigen Wintertagen zugerichtet werden. Im Frühjahr folgt der eigentliche Steinbau und an freien Sommertagen die Vollendungsarbeit (Abhöschung, Verasung, Grabenziehung u. s. w.) In Sommerlagen kann den Winter hindurch, mit der kurzen Unterbrechung strenger Frosttage und hohen Schnees, fortgearbeitet werden. Häufig sind die Erdmassen mitten im Winter nach Abräumung der obersten Frostdecke der Schaufel und Haue zugänglich. Ein Wegbau in streng winterlicher Lage mag zeitig im Sommer begonnen und was bis zum Wintereintritt unvollendet bleibt, im folgenden Frühjahr vollendet werden. Zwischen Beginn und Abschluß eines Baues den Winter zu legen, ist immer zweckmäßig, wenn nicht besondere Gründe — Dringlichkeit des Baues oder Ähnliches — dagegen sprechen.

Bei Auftragsvergabe gewinnt der Bauherr immer, wenn er den Bau zeitig einleiten läßt und dann den Uebernehmern eine hinlänglich weite Frist einräumt, binnen welcher sie geeignete Witterung und freie Zeit, bezieh. freigewordene Arbeitskräfte benützen, sowie etwaigen anderweitigen Verbindlichkeiten oder den Ansprüchen ihres eigenen Anwesens noch nachkommen können. Fristerstreckung soll ebenfalls nicht schroff verweigert werden, wenn nachweisbare Hindernisse (sehr schlechte Witterung, Mangel an Arbeitern, Krankheit zc.) die Bauarbeiten aufhielten. Rücksicht hierin lohnt sich durch bessere Arbeit und Erhaltung der Arbeiterkonkurrenz.

Viertes Kapitel.

Vergabung der Bauarbeiten.

§ 159.

Der endgültigen Absteckung und Profilierung einer Baustraße soll das Bauen in kürzester Frist folgen, damit in der Zwischenzeit keine böswilligen oder zufälligen Verschiebungen und Zerstörungen eintreten.

1. In bestimmten, schon angedeuteten Fällen betreibt der Bauherr den Wegbau „auf eigene Hand“ (Selbstbetrieb, Regiebau). Er stellt dazu einen ständigen zuverlässigen Aufseher an, welcher nach erhalten eigener Unterweisung die Tagelöhner (Handarbeiter und Fuhrleute) dingt, einweist, anleitet und überwacht, über ihre Leistungen ($\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ Tage) ein Lohnverzeichnis führt und am Schluß der Arbeiten — oder bei längerer Dauer 1 oder 2 wöchentlich zc. — behufs der Abrechnung und Zahlungsanweisung an die Baubehörde einreicht. Entweder vereinbart der Aufseher den täglichen Lohn mit den Arbeitern oder letztere lassen sich ihre Einschätzung in die Lohnklasse gefallen. Gegen Willführ und mancherlei Unterschleife schützt öftere Controle des Aufsehers. Bemerkenswerthe Schattenseiten des Selbstbetriebs liegen darin, daß zu viel von der Tüchtigkeit und Energie des Aufsehers abhängt; daß einem Aufseher stets nur eine beschränkte Zahl Arbeiter anvertraut werden kann und selbst hier die Anordnung gehörigen Zueinander-greifens der Arbeiten schwierig ist; daß das meist gedankenlose mechanische Arbeiten der Tagelöhner und ihr häufiges Ausstehen (Pfeife, Dose) die Bauten vertheuert;

endlich daß selbst mitten im Verlauf der Ausführung das Ausreichen der Baumittel schwer zu bemessen ist.

Die allgemeine Erfahrung spricht nicht zu Gunsten des Selbstbetriebs, am Wenigsten bei ausgedehnten Neubauten.

2. Zuweilen wird von einem größeren Bau Kostenüberschlag nebst Baubedingnissen öffentlich zur Einsichtnahme aufgelegt und im Ganzen oder auf beliebig große Theile den Uebernahmslustigen die Ausführung angetragen. Diese haben ihre schriftlichen Angebote auf einen bestimmten Termin versiegelt an die Baubehörde einzureichen, welche nach Kenntnißnahme aller Eingaben sich den oder die genehmen Affordnehmer aussucht und gegen bestimmte Gewähr (Geldhinterlegung, Bürgschaft) mit ihnen abschließt. Diese Vergabung der Arbeiten auf dem „Submissionswege“*) taugt mehr für große, öffentliche Bauten als für den Waldwegbau, bei welchem man die Mitwerbung unvernünftiger, aber geschickter Bauarbeiter und Arbeiterrotten nur zum eigenen Nachtheil ausschließen würde.
3. Als die geeignetste Art bleibt also das öffentliche loosweise Affordausbieten „in Abstrich“ (an den Wenigstnehmenden). Hiefür werden die Bauarbeiten in solche kleinere Theile oder Loose zerlegt, daß Rotten von 3, 6 — 12 Leuten, welche miteinander zu arbeiten gewöhnt sind, auf die gegebene Frist eine übernommene Arbeit sicher durchzuführen vermögen, ohne ein anderes Wagniß einzugehen, als daß zuweilen einmal der Verdienst hinter ihren Erwartungen zurückbleibt, was sich anderwärts wieder ausgleicht. Man bestrebt sich, die Loose so einzutheilen, daß möglichst innerhalb eines jeden sich Ab- und Auftrag ausgleicht, die Größe der zugemutheten Leistung sich übersehen läßt und kein Loos in Beginn und Durchführung der Arbeit vom andern abhängig wird. Fertige Probestücke in entsprechenden Distanzen gewähren den Arbeitnehmern die Gelegenheit, sich über Umfang und Schwierigkeit der Arbeiten zu verlässigen.

Wo die Arbeiterbevölkerung noch wenig Uebung in Gesteinsbearbeitung oder keine Neigung hat, sich auf solche in größerer Ausdehnung einzulassen, kann die loosweise Arbeitstrennung noch weiter getrieben werden, etwa so, daß (alsdann auf um so größere Strecken)

- a. die Planirungsarbeit,
- b. die Fertigung von Gestück und Beschläg, etwa in Verbindung mit dem nöthigen Felsen Sprengen oder Steinbrechen,
- c. der Bau der Stützmauern, Abpflasterungen und kleineren Abzugsdohlen u. dergl.
- d. der Bau größerer Gewölbedohlen, eiserner und hölzerner Brücken — getrennt ausgebaut wird.

Sind die Arbeiter im Wegbau erfahren, so wünschen sie selbst ein Zusammenfassen mehrerer Arten von Arbeit und wissen recht wohl diejenigen unter ihnen, welche für gewisse Arbeiten mehr Geschick haben, an den rechten Platz zu stellen oder geeignete Leute zu gewinnen. Meistens werden die Dohlen-, Brückenbauten und dergl. in besondere Afforde zu geben sein, häufig auch Maurer- und Pflastererarbeiten.

Die Sprengung oder das Losbrechen offen liegender Felsen wird zweck-

*) Unterwerfung unter die gestellten Bedingungen.

mäßig fogleich in die Afforde einbegriffen; für verftedte Felfen und über-
haupt alle unvermuthete Mehrarbeit wird eine nachträgliche Vergütung „auf
Ausmaß“, womöglich mit Zugrundlegung feſter Einheitsſätze (pro Kubik-,
Quadrat-, laufenden Meter ꝛc.) zugeſichert.

Die Loofe werden in der Weglinie deutlich in die Augen ſpringend
durch ſtärkere Pfähle geſchieden, an welchen die Loosnummern angeſchrieben ſtehen.

In der Behandlung der Affordbegebung bringen örtliche Verhältniſſe
und perſönliche Anſichten viele Verſchiedenheiten mit ſich. Sind z. B. in
einer Waldgegend ausgebehnte Wegbauten ſchon länger im Gange, ſo neigt
die Baubehörde zur vorzugsweiſen Arbeitsbegebung an eine auſerwählte
Schaar erprobter Unternehmer oder Kottenführer. Der Hergang der Ver-
dingung iſt hier in Folge des gegenseitigen Verſtändniſſes allmählig ein
einfacherer und kürzerer geworden und gleicht mehr dem öffentlichen Abſchluß
von Handafforden, als einem Ausbieten im Abſtrich. Der Handafford
iſt auch ein gutes Mittel, bald um heimliche Verabredungen unter den Ar-
beitnehmern zu vereiteln, bald um unzuverlässige Perſonen und unüberlegtes
Herabbieten auszuschließen. In der Regel geſchieht auf öffentliches Aus-
ſchreiben die Begebung in der Baulinie ſelbſt, indem man die Bedingungen
durch Vorleſen eröffnet, die Loofe begehrt, vorweist und ausbietet. Die
Bedingungen ſetzen die aus dem Affordabſchluß entſpringenden gegenseitigen
Rechte und Pflichten feſt und ſämmtliche Affordnehmer müſſen ſie ſelbſtver-
ſtändlich einfach annehmen, es müßten denn gegründete Bedenken geltend
gemacht werden.

§ 160.

Die Bedingungen eines Affordes richten ſich vor Allem nach den Lan-
desgeſetzen, den beſthenden Dienſtvorſchriften und den Wünſchen des Bau-
herrn.

Das Weſentlichſte der üblichen Affordbedingungen, deren jeweils wieder-
kehrenden, den Arbeitern bald geläufigen Theil man unter A. Allgemeine
Bedingungen begreift, während örtlich-nöthige Zuſätze unter B. Besondere
Bedingungen beigeſügt werden, dürfte ſein:

1. der Vorbehalt der Genehmigung im Einzelnen und Ganzen auf den
Schluß der Verhandlungen oder auf eine kurze Friſt.
2. Das Aufſtellen allgemeiner Normen über die Art des Bauens und
das Verhalten der Arbeiter gegenüber der Bauaufficht z. B.
Steigerer iſt verpflichtet, nach den Lattengeſtellen und Verpfählungen
ſowie den ihm ſonſt angegebenen Maaßen zu bauen, den Anordnun-
gen der Baubehörde und ihrer Stellvertreter ſich zu fügen, insbe-
ſondere
 - a. den Wegkörper durch Ab- und Auftrag auf ſeine volle Breite von
...^m herzuſtellen, überſchüſſige Erdmaſſen an beſtimmten Stellen
abzulagern, fehlende von angewieſenen Plätzen beizuschaffen;
 - b. die Erdböſchungen im Verhältniß von 1:x, die unteren durch
lagenweiſes Feſtſtampfen eben und feſt herzurichten;
 - c. alle Wurzelſtöcke aus der Baufläche zu entfernen;
 - d. die Normen über die Breite der Fahrbahn und Fußbankette, über
Schichtenhöhe und Stärke des Geſtücks und Beſchlägs,
 - e. deſſelben über die Anlage und Maaße der Abzugsgräben, deren
Zug, Gefälle, Befeftigungen u. ſ. w.

- f. die Normen für die Futtermauern und Steinböschungen, deren Fundamente, obere und untere Dicke, Bauart u. s. w. genau einzuhalten;
- g. gegen Springen und Abrollen von Steinen beim Bauen, sowie gegen Unglücksfälle während des Felsensprengens die nöthigen Vorkehrungen zu treffen;
- h. längs des Randes gefährlicher Wegstellen (mit Böschung über . . . m Höhe) zum allgemeinen Schutz Felsstücke als sogenannte Abweiser fest und tief einzusetzen, beziehungsweise Geländer oder dergleichen anzubringen.
3. Die Uebernehmer der Wasserabzüge (Mulden, Rinnen, Dohlen zc.) haben so zeitig, daß sie mit den übrigen Arbeiten Hand in Hand gehen, die ihnen obliegenden Bauten in Angriff zu nehmen.
 Folgen dann die Normen für die Form der Durchlässe, das Gefälle, die Tiefe und Sichtweite derselben, die Maße ihrer Einzeltheile und die zu verwendenden Baustoffe.
 Ausgraben der Fundamente ist Sache des Uebernehmers, Eindecken und Ueberhöttern nur, wenn seine Bauarbeit dem Bau des Wegkörpers erst nachfolgt.
4. Normen über die Anlage der Schotterstellen, Wendplätze und sonstiger Nebenanstalten.
5. Nur die vorgezeigten Felsparthien sind zum Abräumen (Brechen, Sprengen) im Voranschlag inbegriffen; versteckte Felsen werden nach Blosslegen auf ihren Kubikinhalt aufgenommen und nach Ausmaaß mit . . . Mk. p. Kub.-Meter (oder . . . bis . . . Mk. je nach Schwierigkeit der Arbeit und gutächtlichem Ermessen der Baubehörde) besonders vergütet.
6. Zum Affordvollzug nöthiges Material (Deckelplatten, Mauersteine, Rasen, Erde zc.), welches sich im eigenen Loose nicht vorfindet, hat der Affordnehmer sich an unschädlichen Plätzen anweisen zu lassen. Für Sprengen, Brechen, Graben zc. desselben wird Vergütung nicht geleistet.
 In gleicher Weise wird das nöthige Gehölz für die Arbeiten und Sicherheitsvorkehrungen unentgeltlich nach Bedarf verabreicht. Eigenmächtige Aneignungen sind verboten.
 Alles nöthige Arbeitsgeschirr hat der Uebernehmer selbst zu stellen und zu unterhalten.
7. Wenn unvorhergesehene Umstände während des Vollzugs Aenderungen an der bisherigen Absteckung oder in der Bauart bedingen (Felsen, Gewässer, beweglicher Boden u. s. w.), so müssen dieselben willig ausgeführt werden. Hier wie überhaupt wird Mehrarbeit oder Mehraufwand durch verhältnißmäßige Aufbesserung des Affordbetrags unter rücksichtsvoller Schätzung der Baubehörde — nach Verhältniß der Afford-Ansätze vergütet.
 Weitere Vergütungen als jene, welche der Afford zusagt oder welche durch Mehrarbeit begründet sind, hat kein Affordnehmer anzusprechen.
8. Als steigerungsfähig gelten nur Leute, deren Charakter, Fähigkeit und persönliche Verhältnisse eine solide, anstandslose Bauausführung erwarten lassen.

Nach dem Ausbieten der Affordarbeiten wird unter den 3 Letztbietenden Auswahl vorbehalten.

Nachgebote am Schluß der Verhandlung werden nur angenommen, wenn das letzte Gebot über dem Voranschlag stehen blieb.

9. Der Affordnehmer leistet für seine Werke auf 2 (bei Steinbauten und Brücken auf 5) Jahre Gewähr, vom Tage der Uebernahme gerechnet. (Eigenhändiges Unterzeichnen des Affords; Bürgschafts- oder Kau-tionsstellung).
10. Die Bauarbeiten können sogleich nach Genehmigung des Affords beginnen und müssen binnen beendet sein.

(Fristerstreckung bei nachweislicher Bauverhinderung).

Zeigt sich ein Uebernehmer beim Bau lässig, unfähig oder unfüg-sam und läßt sich vorausssehen, daß bis zur Endfrist seine Arbeiten nicht fertig oder unbrauchbar seien, so kann der Affordgeber auf Kosten des Affordnehmers entweder Hilfsarbeiter in genügender Zahl oder einen anderen Uebernehmer einstellen. Ueberschreiten dann die Baukosten die Affordsumme, so hat der erste Uebernehmer oder im Falle seiner Vermögenslosigkeit sein Bürge den Mehrbetrag zu ersetzen.

11. Gleiches Verfahren für jene Fälle, wo Uebernehmer die Anordnungen der Baubehörde und ihrer Aufseher während des Baues unbeachtet lassen oder zu schwierigeren Arbeiten unkundige Leute verwenden.
12. Eigenmächtige Veränderungen an den Profilen und sonstigen Abstec-ungen, für deren unverletzte Einhaltung jeder Uebernehmer verant-wortlich und haftbar ist, ziehen die Wiederherstellung auf seine Kosten und Abndung mit Geldstrafen bis zu . . . Mk. nach sich. Werden sie erst entdeckt, wenn schon Arbeiten nach der stattgefundenen Fäl-schung ausgeführt sind, so tritt das Verfahren des § 10 Abs. 2 ein.

Wiederholte offenbar absichtliche Fälschungen ziehen Aufhebung des Affords und Ausschluß von Affordbegebungen nach sich.

13. Haftbarkeit für Beschädigungen aus Unvorsichtigkeit oder offenbar bös-williger Absicht.
14. Einsichtsnahme der fertigen Arbeitsloose durch die Baubehörde. Wenn geprüft und als tadellos anerkannt, Abrechnung und Zahlungsanweisung auf die betr. Baukasse. Vorher, wenn das erste $\left\{ \begin{array}{l} \text{Drittel} \\ \text{Viertel} \end{array} \right\}$ der Arbeit geleistet ist, nach Ermessen der Baubehörde angemessene Abschlags-zahlungen.

Die besondern Bedingungen, welche man etwa noch beifügt, be-treffen zumeist einzelne Theile des Baues, so beispielsweise die folgenden: .

1. Der Unternehmer hat die Bauart und Maaße einzuhalten und jene Materialien zu verwenden, welche ihm die Bauanschläge und Entwürfe angeben.
2. Sein Baumaterial wird von der bauleitenden Behörde auf Güte und Haltbarkeit geprüft; nur gutgeheißenes Material darf verbaut werden.

Als Mörtel muß $\left\{ \begin{array}{l} \text{Cement} \\ \text{Beton} \\ \dots \end{array} \right\}$ in Anwendung kommen. Auf Verlangen

muß vorher eine Probe mit dem Mörtel angestellt werden, welche einen genügenden Beweis seiner Güte liefert. Nach der Bauvollendung

muß er die (näher bezeichneten) Ansprüche auf Verhärtung u. s. w. befriedigen.

Die Bausteine müssen eine ebene Stirne, saubere Stoffugen u. s. w. haben, die Haussteine müssen von guter Gesteinsart sein (von keiner, welche verwittert), rißfrei, scharfkantig behauen u. s. w.

Die Herbeischaffung alles Materials ist Sache des Uebernehmers.

3. Zeigen sich beim Bau Schwierigkeiten des Geländes, für welche die Bauart ungenügend und unsicher erscheint, so hat der Uebernehmer zeitig darauf hinzuweisen u.
4. Die nöthigen Lehrgerüste hat der Uebernehmer zu liefern und aufzustellen.

Er hat die Nachteile nachlässiger Aufstellung und zu früher Ausrüstung zu tragen, aber binnen . . . Wochen nach der Bauvollendung auszurüsten (Tragfähigkeit der Gewölbe).

Gibt ein zu starkes Senken beim Ausrüsten Anlaß zu Bedenken, so kann ein Umbau auf Kosten des Uebernehmers angeordnet werden.

Jede Affordbegebung wird schriftlich vollzogen; die Bedingungen werden verlesen und gegenüber den Anfragen erläutert. Nach Mittheilung der allgemeinen Normen wird jedes Loos mit seiner Nummer, Ortsbenennung (Walldort, Abtheilung, Schlag) und Begrenzung, Art und Umfang der Arbeiten in Zahlen angegeben, das Nöthige über den Vollzug beigefügt und der Bauanschlag ausgerufen; der letztere gründet sich auf die richtig gestellten Berechnungen nach der endgültigen Absteckung und Profilirung.

Ist der Zuschlag erfolgt, so wird der Name des Affordnehmers und seines Bürgen eingeschrieben, der Affordbetrag mit Zahlen und Worten beigefügt und Unterschrift erhoben. Schließlich ertheilt man, wenn die Summe der Gebote der Anschlagsumme entspricht, die Genehmigung.

Stößt man im Verlauf der Affordbegebung auf Anstände (hohe Forderungen, Rückhalt, geheime Verabredungen, Mißtrauen), so kann es geboten sein,

- a. eine zweite Steigerungsverhandlung zu versuchen,
- b. vorläufig nur einen Theil der Baustrecke zu vergeben und für den Rest einen günstigeren Zeitpunkt abzuwarten,
- c. mehrere Loose zusammen auszubieten und wegen der Uebernahme besondere Verhandlung zu pflegen,
- d. zunächst eine Strecke in Selbstbetrieb zu nehmen, bis sich Geneigtheit zu einem Affordabschluß zeigt.

Für größere Bauten sucht man aus weiterem Umkreis Arbeiter zu gewinnen.

Für umfangreiches Felsensprengen, Steinbrechen und Klopfen (viele Geschirrausbesserungen) ist eine Feldschmiede einzurichten; wo viele Mannschaften arbeiten, ihnen überhaupt möglichst Vorschub zu leisten.

Auf der Erfüllung der gegenseitigen Verbindlichkeiten und der Einhaltung der vorgeschriebenen Baumaße muß ohne Leidenschaft und Härte, aber entschieden und beharrlich bestanden werden.

Es ist deswegen darauf zu halten, daß die nöthigen Meßinstrumente und Maße stets zur Stelle sind. Für schwierigere Baustrecken und Bautheile, wie Rampen und Wendplätze, Brücken und Dohlen müssen den Uebernehmern deutliche Handrisse und Abschriften der Bauanschläge behändig werden.

Fünftes Kapitel.
Bauleitung und Aufsicht.
§ 161.

Selbst mit peinlichster Sorgfalt abgesteckte Weglinien sichern keine guten und schönen Bauten, wenn die Ausführung der fleißigen Leitung und Aufsicht ermangelt. Sobald die Herstellungsarbeiten beginnen, sei es im Tagelohn oder Afford, muß auch die ausführende Behörde ihr Erscheinen auf der Baustelle um so häufiger wiederholen, je ausgedehnter, schwieriger und kostspieliger die Bauten sind. Bei jedem Besuch richtet sie ihr Augenmerk auf die Beschaffenheit des Baugrunds und der Baustoffe, auf die Einhaltung der Baulinien und Steigungen, auf die Art und Weise, wie die Arbeiter die einzelnen Bauten behandeln, den Verpflichtungen und Weisungen nachkommen. Die vielerlei Anfragen, die nöthigen Rügen, die ergänzenden und berichtigenden Anordnungen und Nachmessungen beweisen den Nutzen wiederholter Anwesenheit. Die Aufnahmen und Berechnungen können Fehler enthalten, einzelne Baugesenstände übersehen haben oder theilweise auf Voraussetzungen beruhen, welche sich nicht verwirklichen. Durch persönliches Benehmen mit den Uebernehmern und Arbeitern oder mit dem bestellten Bauaufseher, den Gegenstand vor Augen, ordnet und erledigt sich Alles leichter als vom Schreibtische aus. Ein kundiges Auge entdeckt Fehler im Entstehen. Mit zwei Worten sind sie zu beseitigen. Schon die offenkundige Thatsache öfteren Einsindens und der Wachsamkeit vereitelt vornherein manche böse Absicht, eine kleine Nachmessung oder Nachschau große Mißgriffe.

Die ausführende Behörde steht jedoch gewöhnlich zugleich einer größeren Waldwirthschaft vor. Sie bedarf daher immer der Unterstützung und Vertretung durch einen Bauaufseher.

Keine Bauaufsicht zu bestellen, ist eine Sparsamkeit am unrechten Ort.

Bei Tagelohnarbeiten von geringerem Umfang und einfacher Art genügt es, aus der Zahl seiner ständigen Arbeiter, deren jede Wirthschaft einige besitzt, einem zuverlässigen und gewandten Mann (Vorarbeiter) nach gehöriger Verständigung gegen eine kleine Lohnaufbesserung die Aufsicht zu übertragen.

Wo die Forstschukbeamten vermöge der Dienstorganisation zugleich mit Verwaltungsdiensten betraut sind und bei natürlicher Befähigung einen hinlänglichen Bildungsgrad besitzen, werden sie bald die einfacheren Verrichtungen des Wegbaues, Handhabung des Nischtheils und der Setzwage, der Visirkreuzen zc., kleine Kurvenabsteckungen und Gefällmessungen, Profilirungen für Erd- und Mauerarbeiten u. s. w. kennen lernen.

Dann kann ihnen über weniger kunstvolle Bauten unbedenklich die Aufsicht anvertraut werden. Wie weit nach persönlicher Begabung, Dienstverhältniß und Größe der Bauaufgaben diese Unterbeamten noch ausreichen, muß die Baubehörde zu bemessen wissen.

Das längere Entfernen vom eigentlichen Dienste macht Ersatzkräfte nöthig. Dann ist ein Gewinn nur bei besonderer Brauchbarkeit erzielt.

Sind bei Bauten technische Schwierigkeiten zu überwinden: Ueberschreitung steiler Felsbalden, quellreichen, versumpften oder beweglichen Geländes — Aufbau hoher Dämme, tiefe Einschnitte — Terrassenbauten — Rampen — Thalübergänge; handelt es sich um großen Bauaufwand und die Aufsicht

über zahlreiche Mannschaft mit Unternehmern an der Spitze, welchen ein gewandter und in Kenntnissen und Erfahrungen mindestens ebenbürtiger Aufseher gegenüberstehen muß; halten endlich gar entfernter Wohnsitz und strenger Betriebsdienst den bauführenden Forstbeamten vom häufigen Besuch der Bauarbeiten ab — dann gebietet die Vorsicht eigens einen Bauaufseher anzustellen.

An dieser Klasse von Leuten ist vielfach Mangel, welcher nur mit der Zeit durch eine bessere Schulbildung in den s. g. Realfächern sich heben wird. Finden sich in einer Gegend verfügbare Leute, welche auf dem empirischen Weg, durch längere Beschäftigung bei Straßen- und Eisenbahnbauten oder aus Neigung und eigenem Trieb die nöthige Befähigung erlangt haben, so hat die Baubehörde eine große Sorge weniger.

Dann wird ihr Streben sein müssen,

- a. den Aufseher mit den leitenden Grundsätzen des Waldwegbaues näher bekannt zu machen,
- b. speziell über die Aufgaben zu belehren, welche wegen der Erfordernisse der betreffenden Waldungen zu erfüllen sind (Wegbau-System),
- c. seine dienstlichen Befugnisse festzustellen und deutlich genug für ihn abzugrenzen (Instruktion),
- d. durch hinreichende Beschäftigung und genügende Bezahlung ihm das Verbleiben in seiner Stellung zu ermöglichen,
- e. durch häufige Controle sich seiner Pflichttreue zu versichern und mit allen Mitteln Versuchungen von ihm fern zu halten.

Da Bauaufseher nur zu größeren Bauten zugezogen werden, liegt die Gefahr nahe, daß durch Einverständnis des Aufsehers mit den Affordanten dem Bauherrn belangreiche Nachtheile zugefügt werden.

Bewährt sich im Lauf der Zeit ein Aufseher, so kann man allmählig seine anfänglich vorsichtig bemessenen Befugnisse erweitern und sein Arbeitsgebiet vergrößern. Aus bescheidenen Leistungen kann er durch Unterweisung und vielfache Verwendung, bei natürlicher Anlage und einiger Vorbildung, stufenweise zu umfanglicheren Arbeiten, Nivelirungen, Aufnahmen, Berechnungen und selbst zur Anfertigung von Entwürfen und Handrissen herangezogen werden.

So gewinnt endlich die Baubehörde eine werthvolle Beihülfe für die weitere Durchführung größerer Aufgaben. Sind dieselben nicht so ausgedehnt, daß ein Aufseher ständig beschäftigt würde, so können demselben noch Beschäftigungen ähnlicher Art in demselben Bezirke z. B. Kulturaufsicht, oder von gleicher Art in einem oder mehreren Nachbarbezirken zugewendet werden.

In manchen Gegenden und Ländern ist der gesammte Waldwegbau den Forstbehörden entzogen und besonderen Baubeamten übertragen, ohne daß ersteren der gebührende Einfluß auf den Ausbau des Waldwegnetzes eingeräumt wäre. Gegen diese Einrichtung bestehen gerechte Bedenken. Lediglich die Betriebsführung kann beurtheilen, welches Wegbau-System den Anforderungen der Wirthschaft entspricht und von welcher Art und Ausdehnung das Wegnetz sein muß, um dem Absatz und dem inneren Verkehr zu genügen. Allermindestens muß hierüber die Entscheidung den Forstbehörden allein zustehen. Der Wegbau steht mit der Wirthschaft und ihren Anstalten im engsten Zusammenhang und die Bauarbeiten selbst heischen die Mitwirkung des Betriebsführers bei Abräumung der Wegbaufläche, Ablagerung über-

schüssigen, Gewinnung mangelnden Materials; viele Arbeitskräfte stehen ihm zu Gebote, sind ihm bekannt und werden am besten mit Rücksicht auf die übrigen Walbarbeiten verwendet, sonst könnte leicht der Waldeigenthümer sich selbst Konkurrenz machen!

Jenes Verhältniß, bei welchem dem forstl. Betriebsführer der Wegbau von seinem Beginn bis zum Gebrauch und der Instandhaltung der Wege völlig unterstellt und ein Bauaufseher untergeordnet ist, hat den großen Vortheil einer einheitlichen Behandlung der Sache. Könnte dem Betriebsführer die Bauleitung nicht übertragen werden, so müßte die nöthige Kraft auf Dauer als „Wegbaumeister“ berufen, immer aber verpflichtet werden, jeden Bau mit Zustimmung des Betriebsführers herzustellen. Beide miteinander müßten das vom Waldeigenthümer oder seinen Vertretern gutgeheißene Waldwegnetz zur Richtschnur nehmen.

Damit der Bauaufseher in seiner Stellung gerne verbleibt, sich mit Eifer seinen Aufgaben unterzieht und allen Versuchungen widersteht, muß seine Bezahlung reichlich genug bemessen sein, entweder in Form eines festen Gehalts oder — besser — von Tagesgebühren. Seine Thätigkeit beginnt mit dem ersten Aufsuchen der geeigneten Zugslinien, ist am wichtigsten während des Baues: Absteckungen und Nachmessungen, Anordnungen in Absicht soliden Bauens, Aufnahme von Mehrarbeiten, Berechnung von Mehraufwand, Bauabänderungen, Wiederauffuchen verlorener Punkte, Aufnahme und Prüfung fertiger Arbeitstheile wegen Abschlagszahlungen und verschiedenes Andere. Erst wenn die letzten säumigen Akkordanten zum Abschluß ihrer Arbeiten gedrängt worden, hört auch seine Arbeit auf der Baustelle auf, wenn ihn nicht Nacharbeiten nochmals herbeirufen.

Im Kostenüberschlag wichtiger Bauten sieht man reichliche Mittel für Bauaufsicht in der Regel vor; es empfiehlt sich, daraus dem Aufseher für erfolgreiche Pflichterfüllung schließlich eine klangvolle Anerkennung zu spenden.

III. Abtheilung. Die Wegpflege.

§ 162.

Mit der Fertigstellung eines Baues ist die Bauarbeit keineswegs beendet; vielmehr reihen sich die Nacharbeiten unmittelbar an, um größere oder kleinere Unvollkommenheiten, welche sich bezüglich der Baustoffe, der Bauanordnung und der Arbeitsleistung allmählig herausstellen, zu beseitigen. Dazu kommt die Abnutzung, welche mit dem Straßengebrauch beginnt, mit ihm fortdauert und in ihren schädlichen Wirkungen durch fleißige Unterhaltungsarbeiten auf ein geringstes Maaß einzugrenzen ist.

Dieß Zusammentreffen der Nacharbeiten mit der Instandhaltung macht die Aufgabe der Wegpflege für den Anfang viel schwieriger als für späterhin, wo sich die Fahrbahn befestigt, die erste Auflockerung auf die bleibende reduziert, die obere und untere Böschung sich bewachsen, das Mauerwerk sich verhärtet hat und jeder unsolide Bauthheil verbessert oder beseitigt ist.

Die Nacharbeiten bleiben niemals erspart, weil die eine oder andere Leistung sich sofortiger Prüfung entzieht, in mancher Hinsicht noch Erfahrungen noththun und die verwendeten Baustoffe entweder aus Mangel an besseren gewählt wurden oder an inneren, dem Auge nicht zugänglichen Gebrechen leiden. Es ist deswegen ein einfaches unumgängliches Gebot der Vorsicht, für jeden Bau auf die nächstfolgenden Jahre Nachbesserungskosten vorzusehen.

Den meisten Angriffen, nämlich allen äußeren Natureinwirkungen und der eigentlichen Abnutzung selbst, ist die Fahrbahn ausgesetzt. Die übrigen Bauthheile haben zu leiden: durch Wasser, Temperaturwechsel, chemische Prozesse, Wurzeln der Holzgewächse, gewaltthätige Angriffe u. s. w.

Sämmtliche Theile eines Baues erfordern, um auf die Dauer brauchbar zu bleiben,

- I. Maßregeln, welche vornherein die Wegpflege erleichtern;
- II. Arbeiten der Instandhaltung, welche die Widerstandsfähigkeit erhalten, befestigen und wiederherstellen;
- III. Schutz und Aufsicht.

Die wichtigste, durch sichere Erfahrungen der größten Ersparnisse theilhaftige Wegpflege ist der Instandhaltung —

- A. der Fahrbahn; in zweiter Reihe erst
- B. den übrigen Erdbauten,
- C. den Stein- und
- D. den Holzbauten —

zugewendet. Die Aufgabe der Wegpflege ist es, mit dem geringsten Aufwande den Schäden zu wehren und zum Vortheil des Verkehrs die Wege zeitig

wieder herzustellen. Dazu gehört bei großen Wegnetzen allgemeine und örtliche Erfahrung und Umsicht in der Anordnung.

Erstes Kapitel.

Maßregeln der Erleichterung.

§ 163.

Die Wegpflege wird vornherein erleichtert durch

1. die Wahl jener Richtung und Lage, wo die geringsten Angriffe zu vermuthen sind (Sommerseite, trockener fester Boden, geringste Neigung desselben, gefahrlose Umgebung);
2. Annahme mäßiger Gefällverhältnisse und Vermeidung häufiger scharfer Gefällwechsel;
3. Verwendung guter, bewährter Baustoffe (der Verwitterung, Auswaschung, dem Stoß u. widerstehend);
4. Wahl einer Bauart, welche den örtlichen Verhältnissen der Witterung, des Verkehrs, dem Verständniß der leitenden und ausführenden Arbeitskräfte entspricht;
5. Herstellung einer tragfähigen festen Fahrbahn;
6. Vermeidung zu großer und zu kleiner Bahnbreiten, sowie
7. überflüssiger (selten gebrauchter) Bauzubehörden;
8. Sicherung pünktlicher, sauberer Ausführung durch ständige Leitung und Aufsicht;
9. ein richtiges Instandhaltungs-Verfahren, bez. zeitige und gründliche Erneuerung abgängiger Bautheile (verwitterte Steine, anbrüchiges Holz);
10. zeitweise Wegauflichtung, namentlich in Tieflagen und geschlossenen Beständen, um dem Licht und Luftzug Eingang zu verschaffen und die Fahrbahn durch mäßige Feuchtigkeit gebunden zu erhalten.

Zweites Kapitel.

Arbeiten der Instandhaltung.

A. Der Fahrbahn.

§ 164.

Im Allgemeinen hängt Art und Aufwand der Bahnunterhaltung von ihrer Bauart und Breite, von dem Wirthschaftsbetriebe im Walde, nämlich der Menge und Schwere der Erzeugnisse und der Art ihrer Abfuhr (Bau und Belastung der Fuhrwerke, Fahren, Schleifen, Schlitten u.), ferner von der Beschaffenheit des Bodens und der Baustoffe, vom Grad der Beschattung, vom Verlauf der Witterung u. dgl. ab.

Die Kosten, von so vielen Einflüssen abhängig, müssen in hohem Grad schwanken, im Walde schon deswegen, weil nur wenige Hauptwege dem ständigen Verkehr dienen, während viele Nebenwege Jahre lang ruhen. Im Verhältniß zum erzielten Nutzen kostet die Abnutzung bei großem Verkehr am wenigsten. Der direkte Aufwand auf Steinbahnen ist zweifelsohne am größten, aber bei Hauptwegen lohnt er sich mittelst der Verkehrserleichterung im Holzzerlös, während Erdbahnen, dem Gebrauch auf große Strecken auf-

gedrungen, indirekt durch niedrigere Erlöse theuer werden. Umgekehrt erscheint eine kostspielige Bahnherstellung auf Nebenwegen als todte Kapitalanlage.

Ebenso ist eine Steinbahn von unnöthiger Breite eine Verschwendung, weil die Witterung mehr zerstört als der Gebrauch — aber bei zu geringer Breite eine verfehlte Sparjamkeit, weil zur Geleisbildung gezwungen und der Verkehr gehemmt wird.

Steinbahnen in gehörigem Stande sind bei mittlerer Breite (d. h. 3,6 bis 4,5^m für Waldwege) am billigsten zu unterhalten. Gutes Verfahren der Steinbahnbildung und -Erhaltung, sowie rechtzeitige Ausführung sind wesentlich. Gewalzte Bahnen sind gegen die ungewalzten für Verkehr und Pflege viel vorzüglicher.

Hohe Fuhr- und Arbeitslöhne erschweren das Sparen, aber kleine Minderungen am Einheitspreis oder längere Erneuerungsperioden durch gute Stoffwahl machen bei großem Bedarf viel aus. Erspart wird auch durch gleichzeitigen Bezug größerer Massen, kurze Zeit vor dem Gebrauch, rechtzeitige Vergebung der Lieferungen, durch Auffuchen guter ständiger Bezugsquellen, geognostische Erforschung der Umgegend, Anschließen der Schätze im eigenen Walde und Herstellung guter Zugänge.

Die Pflege der Bahnen bedingt folgende Arbeiten:

1. Reinhaltung aller Bahnen und Ableitung des Wasserzulaufs,
2. Erhaltung der Erdbahnen und Wiederherstellung abgenutzter Steinbahnen,
3. Umbau verdorbener Steinbahnen,
4. Schneebahnen.

§ 165.

Reinhaltung und Wasserableitung.

Erstes Erforderniß für gebrauchstüchtige Wege ist ihre Freihaltung von Stoffen, welche die Bahn verunreinigen und aufweichen. Laub, Nadeln, Moos, Reifig und Spähne, angeschwemmter Schlamm und Sand, von den Berghängen durch Fälln, Holzschleifen, Regen- und Schneewasser, Auffrieren der Böschungen zc. herabgebrachter Schutt sind fleißig wegzuschaffen, theils mit Hauen und Krücken, theils mit Reifigbesen, mindestens jährlich einmal mit Eintritt des Frühjahrs, nach Erforderniß mit zeitweiser Wiederholung. Insbesondere ist nach Fertigstellung von Holzschlägen eine gründliche Ausräumung geboten.

Im Walde wird durch genügende Aufastung und Auslichtung die Reinhaltung und Abtrocknung gefördert. Längs den Ackerfeldern darf das f. g. Ueberackern, das Verengen der Wege, Zumerfen der Gräben u. f. w. nicht gebuldet werden.

Auf Steinbahnen erzeugt die Abnutzung fortwährend Staub und Koth, welche, dem Verkehr lästig und der Straße schädlich, von der Oberfläche abzuziehen sind, sobald sich größere Mengen angesammelt haben, in der Regel wenigstens im Frühjahr und Spätjahr. Geringer Schlamm, dessen Bildung bei festem Gestein und grobem Steinschlag eine sehr langsame ist, bildet eine vortheilhafte Bahndecke, dient zur Ebnung und Schonung. Der mit hölzernem Kraker abgezogene oder mit Besen weggefeigte weiche, halbflüssige Schlamm ist sogleich zu beseitigen (keine Verhärtung auf der Straße), der

Staub am besten mit Reifigbesen abzukehren. Läßt man keine Staubmassen aufkommen und hilft etwas durch Rothabzug nach, so erhält man die Fahrbahn eben und fest, den zeitigen Ersatz der Abnutzung vorausgesetzt, bevor die Bahndecke durchgefahren wird.

Zur Erhaltung der Bahn ist gleichzeitig fleißige Wasserableitung nöthig, namentlich während Thau- und heftigem Regenwetter, theils durch Offenhalten aller Durchlässe und Gräben, theils durch Deffnen und Einziehen der Geleise und Einebnen muldiger Fahrbahnstellen — eine Hauptaufgabe der Wegwarte.

§ 166.

Erhaltung der Erd- und Ausbesserung der Steinbahnen.

a. Die Erdbahnen bedürfen zur Erhaltung der Fahrbarkeit anhalten-der Aufsicht und Pflege, so lange eine mäßige Benutzung stattfindet. Bei strengem Gebrauch nützen die Ausbesserungen ohne Anwendung von Steinen wenig und erübrigt nur, in den Ruhepausen durch Aushebung, Abwölbung und Förderung der Abtrocfnung das anfängliche Profil wieder herzustellen. Bei Sandboden kann den Erdwegen durch Ueberführen mit bindigerer Erde, umgekehrt bei zähem Thonboden durch Uebersanden mehr Fahrbarkeit verliehen werden.

Wenig beschattete Erdwege überziehen sich bald mit niederen Gewächsen, allmählig selbst mit Holzpflanzen und verwachsen bis zur Unwegsamkeit. Holzgewächse sind zur Befestigung der Erdböschungen und Begränder willkommen, innerhalb der Kronenbreite sind sie durch Rodung und Austrieb fernzuhalten. Die Befassung der Erdwege bildet eine schützende Decke gegen Angriffe des Wassers und tieferes Einschneiden des leichteren Fuhrwerks, gewährt sogar während der Jahre der Ruhe einen oft ansehnlichen Ertrag, welcher die Anlagekosten wieder einbringt. Vorzugsweise erwünscht ist ein dichter Rasen auf Sand-, Moor- und Schlammboden.

Im Uebrigen besteht die Erhaltung der Erdwege im fleißigen Einziehen der Geleise, Ausfüllen von Vertiefungen und Ableiten des Wassers, was durch thunlichst hohe Wölbung begünstigt wird. Durch Einlegen von Kies und Schotter in die Geleise und Schlaglöcher kann allmählig eine stark gebrauchte Erdbahn in eine erträgliche Schotterbahn umgewandelt werden.

b. Die Steinbahnen werden abgenutzt und zerstört: mechanisch durch Zerdrückung, Zerbrechung, Reibung, chemisch durch Zerfetzung unter atmosphärischen Einflüssen (mechanisch und chemisch durch Verwitterung). Dem gegenüber muß die Abnutzung der Bahnoberfläche durch richtige Mittel, mit Erstrebung des höchsten wirtschaftlichen Erfolgs, auf das geringste Maß zurückgeführt werden. Die sichersten Mittel sind: Anwendung festen, haltbaren Gesteins und Verbindung zu einer geschlossenen, glatten Oberfläche, denn unebene Bahn befördert durch Vermehrung der Stöße und deren ungleiche Wirkung auf Steinkanten, Spitzen und Flächen die Abnutzung, harte ebene Bahn begünstigt eine ruhige, gleichmäßige Fortbewegung größerer Lasten; mangelhafte Unterhaltung vermehrt die Abnutzung.

Der wirtschaftliche Erfolg richtiger Bahnpflege liegt einerseits darin, daß die billigere Abfuhr der Erzeugnisse die Kaufpreise steigert, anderseits, daß die größeren Ausgaben für besseres Gestein und sorglichere Bahnherichtung, weil in größeren Perioden wiederkehrend und mit kleineren Arbeiten

der Wartung verbunden, doch ein kleineres Lastenkapital darstellen können, als kleinere Ausgaben in öfterer Wiederkehr.

Beim Gestein ist bemerkenswerth als Ergebnis von Untersuchungen über die Tragkraft verschiedener Arten:

- α. Die härtesten Arten (Quarzfels, Porphyr, Basalt) haben gegen die weichsten (Kalktuffe, bröckelige Sandsteine, Gypsgesteine), wenn die Größe des Kornes dieselbe, eine 18—20fache Widerstandsfähigkeit gegen Zerdrückung z. B. wenn
- | | |
|---|------------|
| Basalt zc. (Belastung 140—145 ^k p. □ ^{zm}) . . . | = 1,00 |
| Granit, Syenit u. dergl. | = 0,8 —0,9 |
| Grauwacke, Kalkfalk, harter Muschelfalk u. dergl. | = 0,7 —0,8 |
| Härteste Sandsteine | = 0,5 —0,6 |
| Buntsandstein, geringer Muschelfalk | = 0,2 —0,3 |
| Geringste Sandsteinforten | = 0,05—0,1 |
- β. Bei allen Gesteinsarten in Würfelform hat ein Schotter, dessen Kante $D = 5^{\text{zm}}$, gegen jenen, dessen Kante $d = 2,5^{\text{zm}}$, die vierfache Tragkraft, demnach Verhältniß = $D^2 : d^2$.

Es entscheiden jedoch örtlich außer der Zerdrückung, Zerreibung, dem Erfrieren, Aufweichen, Auslaugen, Abschwemmen noch gar mancherlei Einflüsse, zumal das Gestein selbst nirgends übereinstimmt und nach Lagern und Schichten in der Güte wechselt*).

Die Kosten der Wegpflege bewegen sich jedenfalls im Walde zwischen den größten Extremen, weil die Art der Fahrbahnanlagen und Unterhaltung, die Güte des verwendeten Gesteins, die Größe und Art des Verkehrs, der Beschattungsgrad u. s. w. am verschiedensten ist. Es mögen daher die Kosten vom Ein- bis zum Zwanzigfachen auf den Hauptwegen schwanken.

Für öffentliche Verkehrswege im Walde kann ein jährlicher Verbrauch auf je 100 lauf. Meter Straßenbahn gerechnet werden

I. bei starkem Verkehr

- | | |
|--|--|
| von 10—12 ^{k/m} guten Schotters | |
| „ 18—20 ^{k/m} geringen „ | |

II. bei schwachem Verkehr

- | | |
|---|--|
| von 4—6 ^{k/m} guten und | |
| „ 8—10 ^{k/m} geringen Schotters. | |

Vertlich sind hierüber leicht und in kurzer Zeit Erfahrungen zu erwerben.

Der größte Unterschied im Aufwand liegt stets in den Kosten der Gewinnung, Beifuhr und Zerkleinerung der Steine; jene für Einlegen, Verlegen, Anwalzen zc. sind nahezu gleich. Der Effekt des besseren Gesteins ist an den Orten größter Abnutzung der höchste, hier also seine Verwendung geboten, auf Seitenwegen ein so großer Aufwand meist unlohnend.

*) Ueber die jährliche Abnutzung auf den Landstraßen Badens giebt M. Becker („Straßen- und Eisenbahnbau“) einige Erfahrungszahlen für 6^m Bahnbreite, welche in k/m. p. lauf. Meter sich so darstellen:

Verkehr:

Material	gering	mittl.	stark
1. gut	0,04—0,09	0,09—0,13	0,13—0,18
2. mittelmäßig	0,09—0,13	0,13—0,18	0,18—0,22
3. gering	0,13—0,18	0,18—0,22	0,22—0,27

Die ständige Arbeit der Wegpflege: Einziehen der Geleise, Verebnen, Wasserableiten ist beim weichen Gestein immer am größten.

Wenn drei Gesteinsarten zu Gebot stehen, eine harte (I), mittlere (II) und eine weiche (III), deren Preise p. k/m sind:

A. Gewinnen	}	. . . . .	6,0	4,5	2,0	Mk.
Beifuhr						
Zerkleinern	}	. . . . .	2,0	1,7	1,6	„
B. Einlegen						
Anwalzen zc.)			= 8,0	6,2	3,6	Mk.
welche Kosten wiederkehren alle 3				2	1	Jahr

C. Geleiseinziehen zc. 1,0 1,4 1,6 Mk.
 (für jene Strecke, wo man 1^{k/m} Steine einzulegen pflegt),
 so stellen obige Ausgaben bei 4% ein Laftenkapital dar von
 89,08 110,98 130,00 Mk.*)

Es dürften also die Kosten sub A (des härtesten Gesteins) die fünf-
 fachen (anstatt der dreifachen) sein und dennoch wäre der Vortheil ein größerer,
 weil nachhaltiger.

Manche Gesteinsarten liefern überhaupt niemals feste Bahnen.
 Für die Steinbahnen lassen sich zwei gegensätzliche Unterhaltungssysteme
 beobachten:

1. Das System des Flickens. Jene Wegstellen, deren Bahnfläche
 holperig, uneben und zusammenhanglos geworden, so daß das Fahren be-
 schwerlich und unangenehm ist und Zugvieh und Geschirr angreift — wer-
 den bis auf die Tiefe ihrer Schlaglöcher aufgehauen, mit steilen Rändern
 versehen, dann verebnet, bis auf die Bahnhöhe mit Schotter ausgefüllt und
 festgestampft oder gewalzt. Entweder wählt man dazu feuchte Witterung
 oder befeuchtet die betreffenden Wegstellen, damit kein Staub entsteht und
 die eingelegten Steine sich rasch mit der Umgebung verbinden. Losgelöste
 größere Steine werden mit dem Hammer und Schlägel zerkleinert und mit-
 benützt. Nur die auffälligsten Unebenheiten werden auf einmal verbessert,
 Nachbesserung für späterhin vorbehalten.

Dieses System eignet sich für weniger besuchte Wege, sehr hartes Ge-
 stein, welches die äußerste Zerkleinerung gestattet, und sehr schmale oder
 sehr breite Bahnen.

2. Das System der Eindeckung verlangt die streckenweise gleichmä-
 ßige Unterziehung der ganzen Fahrbahn unter eine durchgreifende neue Be-
 schotterung, sobald die Abnutzung des Steinbahnkörpers weit genug vorge-
 schritten war. Bei feuchter Witterung, im Spät- oder besser im zeitigen
 Frühjahr wird die bisherige Oberfläche zu verebnen und neu zu wölben
 gesucht. Nach dem Einlegen hat wieder ständige Aufsicht und Pflege für
 fleißiges Einziehen der Geleise, Ableitung des Wassers durch Deffnen der
 Gräben und Abzüge, womöglich auch für Anwalzen oder Feststampfen zu
 sorgen. Die Eindeckung ist das beste Verfahren für Schotterbahnen von
 mittlerer Breite und großem Verkehr, besonders aber nöthig für Fahrwege

*) Nach der Formel: $K = \frac{A + B}{1,0p^n - 1} + \frac{C}{0,0p}$ mit Unterstellung der Baarauslagen
 auf das Jahresende.

deren Steinschlag weniger widerstandsfähig ist und gröbere Stücke fordert, denn die wiederkehrende Deckung schafft hier bessere und ausgiebigere Nachhülfe.

Häufig ist noch ein großer Theil des Abhubs zur Ueberdeckung oder sonstwie verwendbar.

§ 167.

Umbau verdorbener Steinbahnen.

Wenn durch mangelhaften Neubau, Mißbrauch bei strenger Abfuhr und ungünstiger Witterung, durch sorglose Unterhaltung oder sonstwie eine Steinbahn zerfallen ist, so muß in kürzester Frist der normale Stand in Wölbung, Stärke des Beschlags, Dichtigkeit und Ebnung der Bahn hergestellt werden. Für den günstigsten wirthschaftlichen Erfolg ist hier zu merken:

- a. Je länger die Wiederherstellung hinausgeschoben wird, desto größer wird die Zerstörung und ein desto größerer Theil des ersten Aufwandes geht verloren.
- b. Der Verlust an Wölbung, Bahndichtigkeit und Tragsfähigkeit muß, sobald die Abnutzung eine gewisse Grenze zu überschreiten droht, durch Umbau im Großen ersetzt werden. Man stellt am besten periodisch die Fahrbahn in solchen Strecken wieder her, wie ihre Abnutzung durchschnittlich erfolgen mag (also jährlich $\frac{1}{n}$).
- c. Zur baldigen Herstellung einer neuen Bahndecke wählt man stets das härteste, festeste und bindungsfähigste Gestein aus, mit der Erwägung, daß Gesteine von doppelter Festigkeit an Kosten bis einschließlich des Verbauens das 4 bis 5fache gegen einfache Festigkeit kosten dürfen (z. B. Basalte, Diorite, Porphyre gegen weichere Kalksteinforten).
- d. Bei schwachem Verkehr und gutem Gestein genügen schmale Bahnen und dünne Schotterlagen (Kostensparniß durch Verschmälerung zu breiter Bahnen).

Geleise und Schlaglöcher werden vorher eben ausgefüllt, vortretende Steine beseitigt und gute Anschlüsse zwischen Altem und Neuem bewirkt.

- e. Zum Umbau wird ein so grober Beschlagn gewählt, als die Absicht auf gehörige Verbindung und ebene Fahrbahn noch erlaubt, möglichst würfelförmig (größter Widerstand) und gleich groß.
Das Gegentheil hat ungleiche Abnutzung, unebene Bahn, Stoß der Räder, vermehrte Zerstörung und Reibung, Aufhalt der Bewegung zur Folge.
- f. Steht verschiedenerlei Gestein zu Gebot, so vermeide man Mischungen und wähle lieber eine dünnere Decklage mit dem härteren Gestein über weichem Gestüdf.
- g. Die Anwendung von Walzen zum Verdichten der Steinbahnen auch bei größeren Ausbesserungen ist nach allen neueren Erfahrungen eine rentable Auslage.
- h. Die Zeit des Umbaues ist nicht unwichtig und die Frühjahrszeit die beste.
- i. Der Umbau ist stets auf der ganzen Bahnbreite vorzunehmen, weil sonst die Fuhrwerke ausweichen und bald die übergangene Seite stärker abnutzen.

Kleine Vorräthe behält man zum Nachlegen und zu Ergänzungen zurück und lagert sie neben der Bahn.

§ 168.

Schneebahnen.

Die Aufräumung verschneiter Wege pflegt zumeist nur des öffentlichen Verkehrs wegen zu geschehen. Man hat dabei mehr nach den Umständen der Zeit und Vertiklichkeit zu handeln, als allgemeine Regeln zu beachten.

Starke Windwehen (Schneewoden), von welchen einzelne Lagen besonders leiden, müssen weggeschaufelt werden. Nach gleichmäßigem Schneefall, welcher auf längeren Strecken das Fortkommen der Fuhrwerke unmöglich macht, läßt man den „Bahnschlitten“ (Schneepflug) gehen, entsprechend bespannt und in der Ebene oder bergab noch beschwert. Vor dem Schneebahnen wartet man das Ende des Schneefalls ab, fängt aber möglichst vor dem Festfrieren der Schneedecke an. Ein Mittel, um die Fahrbahn von Schneewehen frei zu erhalten, ist in § 131 angegeben.

B. Instandhaltung der übrigen Erdbauten.

§ 169.

Zugleich mit der Straßenbahn muß auch das übrige ursprüngliche Straßenprofil zu erhalten und zu befestigen gesucht werden.

Die Gräben werden ausgeräumt, sobald der Wasserabzug nachläßt und Stauung oder Ueberlauf droht, namentlich nach Gewitterregen oder Eintritt von Thauwetter, in Holzschlägen längstens nach ihrer Fertigstellung und wiederholt während der Abfuhr. Neben Holzplätzen baut man dem Zuführen der Gräben durch das Eindecken mit hölzernen Britschen oder dergl. vor. Die Grabenböschungen sind stets wohl befestigt zu erhalten. Im Tiefland geschieht das „Aus schlagen“ der Gräben zur Zeit des niedrigsten Wasserstandes, sonst im Frühjahr, so lange der Boden weich ist und sich leicht begrünt.

Die Grabenerde ist mannigfach verwendbar: für Ausbesserung und Erhöhung der Fußwege, Befestigung und Ergänzung der Böschungen, auch zum Ueberdecken neuer Beschotterung, vorzugsweise aber gegen Verwehungen leichter Sandbauten.

Fußwege sind von allen Gewächsen frei zu erhalten, Erdböschungen nur von hochstämmigen Bäumen, welche, vom Winde bewegt oder geworfen, zu stark lockern. Ausschlagholz ist längstens alle 10—12 Jahre auf den Stock zu setzen und zeitweise zurückzuhauen. Das Bewachsen der Böschungen ist überhaupt zu fördern, um an Unterhaltungskosten zu sparen. Bergwasser sucht man abzufangen oder in ein festeres Bett zu leiten, Wasserrisse mit Gestein auszufüllen und die Einlage durch Stampfen zu befestigen.

Randpflanzungen unterstützen die Instandhaltung der Erdbauten und Fahrbahnen, sind jedoch meistens erst mit dem Abtrieb der Schläge emporzubringen und bedürfen von der ersten Zeit an fleißiger, sachverständiger Wartung.

Fußwege werden verbessert:
wenn zu sandig, mit leichter bindiger,
wenn fett und graswüchsig, mit sandiger oder kiefiger Erde,
wenn naß, durch Erhöhung oder Sicherungen; Reit- und Schlittwege durch Ueberführen mit Steingeröll, Grand und Kies.

C. Instandhaltung der Steinbauten.

§ 170.

An den Steinbauten ist die Instandhaltung wörtlich zu nehmen: Erhaltung der Fundamente, Profile und Steinkörper im haufertigen Zustande.

Alle sich eindringenden Holzgewächse sind hier immer zeitig zu beseitigen, da sie das Gemäuer auseinander treiben. Verwitterte oder sich lösende einzelne Steine sind zu ersetzen, lockere Fugen auszukleimen oder frisch mit Mörtel zu verstreichen. Drohen Mauertheile zu weichen (was an Ausbauchungen deutlich erkennbar), so muß unverzügliche Abtragung dem Einsturz vorbeugen und Bauverfestigung eintreten.

Die größte Aufmerksamkeit erfordern die Brückenbauten: fleißige Wegräumung der Anschwemmungen und Ableitung des Gewässers (vor Thauwetter nöthigenfalls Aufeisen), Schutz des Grundbaues durch Steinbewurf oder Senkwerke, im Nothfall Vorlegen starkbeasteter Bäume.

Alles Eisenwerk ist durch öfteren Anstrich zu schützen u. s. w.

D. Instandhaltung der Holzbauten.

§ 171.

Ständiger und zeitiger Erneuerung bedürfen vor Allem die Brücken aus Holz, beziehungsweise die Holztheile derselben, schon wegen der Sicherheit des Verkehrs.

Neben unsicheren Balken sind Nothbalken einzuziehen, wenn nicht sofortiger gänzlicher Umtausch nöthig oder thunlich.

Bedarf die Brückenbedeckung der Auswechslung, so verlegt man die alten noch brauchbaren Flecklinge neben einander. Wird der Brückenbeleg nur ausgebeffert (gestickt), so dürfen keine Erhöhungen sich dadurch ergeben.

Alles Holzwerk an Brücken oder Geländern bedarf der Reinhaltung von Schlamm, Gras- und Strauchwuchs und der sorgfältigen Unterhaltung des Anstrichs, sowie der Fugenverkleidung. In regelmäßigen Perioden sind die Holzbauten einer genauen Durchsicht und Erneuerung zu unterziehen. Anbrüchiges Holzwerk ist unverzüglich zu entfernen. Todtes Flechtwerk ist durch entsprechende Anpflanzungen zu ersetzen, wenn der Boden sich indessen hinlänglich befestigt hat.

Drittes Kapitel.

Schutz und Aufsicht.

§ 172.

Sobald ein Netz von regelmäßig gebauten Bringungsanstalten ein Waldganzes durchzieht, müssen entweder die Schutzbezirke so klein werden, daß jeder Schutzbeamte Zeit genug findet, um sich neben dem eigentlichen Waldschutz und der übrigen Verwaltungsthätigkeit auch der Wegpflege hingeben zu können, oder es müssen zur Aufsicht und Wartung besondere Wegwarte bestellt werden. Die Aufgabe liegt weniger im Schutz gegen Wegbeschädigung und Mißbrauch, vielmehr liegt ihr Schwerpunkt in der Instandhaltung der Fahrbahn, dem Offenhalten der Wasserabzüge und der zeitigen Abhilfe aller Baumängel.

Diese Aufgabe wird für ausgedehnte Wegnetze mit mehr Sachkenntnis und Zuverlässigkeit bei Bestellung besonderer Straßenwarte erfüllt als bei der Vereinigung der Straßen- und Waldaufsicht, ohne theurer zu werden.

Man übergibt einem ständigen Wegwart die Aufsicht über eine so große Kette von Wegen, daß er während des ganzen Jahres durch die Instandhaltung beschäftigt ist und nur zur Zeit der Schotterlieferung und Einlage einiger Hilfsmannschaft bedarf. Ein tüchtiger Wegwart, etwa vorher im Waldwegbau eine Zeit lang beschäftigt und dann mittelst kurzen Hilfsdienstes in seinen Beruf eingeführt, kann rechtwohl im Durchschnitt 3—5 Kilom. Hauptwege mit 5—7 Kilom. Nebenwegen bei zeitweiser Unterstützung durch Tagelöhner besorgen.

Für die geregelte Dienstführung entwirft man gemeingiltige Vorschriften (Instruktionen), welche die überall zutreffenden Obliegenheiten und Befugnisse leicht faßlich darstellen, so namentlich:

- a. die Dauer der täglichen Arbeitszeit;
- b. das Verhalten bei Verhinderungen;
- c. die Ausstattung (Kleidung, Kennzeichen, Geschirr);
- d. die Behandlung der Wege und ihres Zugehørs, Bezug und Verwendung des Straßenmaterials, Gewinnung und Behandlung der Hilfsarbeiter;
- e. das Verfahren gegenüber dem Mißbrauch und der Beschädigung der Wege;
- f. die Bedingungen der Anstellung, Belohnung, Entlassung.

Für Unterkunft und Aufbewahrung von Geschirr und Gerätschaften werden den Wegwarten zweckmäßig kleine Baulichkeiten an geeigneten Punkten hergestellt.

IV. Abtheilung. Das Waldwegnetz.

Erstes Kapitel.

Im Allgemeinen.

I. Zusammenhang mit der Waldeintheilung.

§ 173.

Waldwegnetz und -Eintheilung haben die gemeinsame Aufgabe: der Wirthschaft Ordnung und Beweglichkeit zu verleihen, in den Verkehr und Absatz Sicherheit und Stetigkeit zu bringen, für Vermessung, Vorraths- und Ertragsermittelung einen Anhalt zu geben, die Waldpflege zu unterstützen.

Dabei haben die Waldwege den Kraftaufwand für die Weiterförderung der Erzeugnisse auf das geringste Maaß zurückzuführen und die menschliche Arbeit in thunlichster Ausdehnung durch mechanische und thierische Kräfte abzulösen.

Ihre Grenze findet diese Aufgabe in den Mehrkosten der Bauten und ihrer Pflege gegenüber dem bisherigen Aufwand für Tragen, Schleifen zc., in der Unmöglichkeit, den menschlichen Kraftaufwand gänzlich zu ersetzen und in der Abneigung, dem im forstlichen Betriebe schon steckenden sicheren Kapital eine Kapitalanlage auf unsichere und späte Rente beizufügen.

Mit der Ausdehnung der Bringungsanstalten ermäßigt sich ohnehin die Nachfrage nach Arbeitskräften allmählig, und die Waldarbeit verliert soviel von ihren Beschwerden und Gefahren, daß das steigende Angebot von Arbeit die Einträglichkeit weiterer Bauten wieder fraglich macht.

Die Grenze zwischen der einträglichsten Anwendung mechanischer oder mechanisch-thierischer Kraft und vorwiegend menschlicher Arbeitskraft kann weder zeitlich noch örtlich eine ständige werden. Einerseits wechseln die Arbeitslöhne, die jährlichen Hiebmassen und ihre Bringungsarten, andererseits ändern sich die Kosten der Bringungsanstalten, sowohl insofern sie sich vervollkommen und neue Erfindungen hinzutreten, als auch insofern durch Ertragssteigerung in Menge und Güte auf der gleichen Fläche Neubauten sich eher lohnen.

In dem Maaße als kleinere Flächen durchzogen und umspannt werden, lassen sich auch einfachere Einrichtungen treffen: Schleif- und Schlittwege, verlegbare Rollbahnen u. s. w. („Wege unterer Ordnung“.)

Es wird also, je nachdem man ein einfaches System von Wegen (erster und zweiter Ordnung) oder ein System mehrerer Ordnungen in Betracht

nimmt und alle einflussreichen Momente für die Erzeugung und den Absatz mit in Anschlag kommen, eine Fülle wirtschaftlicher Kombinationen sich darbieten. In vielen Fällen ist jede Kombination ausgeschlossen und das beste Bauystem schon gegeben. Dagegen lassen sich öfter zahlreiche Kombinationen erdenken. Man wird dann ohne Wagnisse stetig mit den Bauten vorgehen, unterdessen Erfahrungen sammeln und ohne Unterlaß die Anforderungen und Gelegenheiten der Dertlichkeit erkunden.

Die Auswahl vereinfacht sich

- a. in ganz ebenem, trockenem Gelände ohne Wasserläufe,
- b. im regelmäßigen Schlagbetrieb (Ausschlagwald, Hochwald mit künstlicher Verjüngung),
- c. in annähernd normalen Verhältnissen (geordnete Altersabstufung und Schlagreihenfolge),
- d. in wohlhabgerundeten großen Waldganzen mit ausgeprägter gleichförmiger Wirthschaft und geringer Zahl der Absatzrichtungen.

Am schwierigsten fällt die Entscheidung im Gebirgswalde mit Fehlwirthschaft, bei Unstetigkeit des Betriebs, der Absatzrichtungen, der Arbeitshilfen und Böhne. Man wird am ehesten hier mit Nothbauten oder leichten änderungsfähigen Einrichtungen auszureichen suchen.

Da jede Abtheilung eines Wirthschaftsganzen unabhängig von den nächsten Waldtheilen erschließbar sein und mit ihren Erträgen gewisse Zeitabschnitte decken muß, so ergibt sich die Nothwendigkeit, das Bauystem mit der Waldeintheilung in engsten Zusammenhang zu bringen. Aber die Abhängigkeit besteht nicht durchweg, vielmehr wird umgekehrt die Bildung der Abtheilungen sich mehr oder weniger in Form und Größe nach dem Wegnetz zu richten haben, denn bald genügt es, jeden Schlag nur auf einer breiten oder zwei schmalen Seiten zu berühren, bald bedarf es, bei größeren Schlägen, der völligen Umspannung, bald gebietet die Bodenformung, das Gefälle, der Kostenpunkt u. Ahd., daß die Wege theilweise die Abtheilungen durchziehen, theilweise umspannen und unfahrbare Hülfslinien hinzukommen.

Die Waldeintheilung steht bei der Schlagwirthschaft in innigster Beziehung zur Umtriebszeit, das Wegnetz insoferne ebenfalls, als die Abtheilungen geradezu oder annähernd eine gewisse Anzahl Jahresschläge umfassen sollen.

Deswegen kann die Frage nach dem wirtschaftlich lohnendsten Bauystem nur bedingungsweise im Zusammenhang mit der Waldeintheilung gelöst werden.

Gewichtiger, auch für letztere, sind die Fragen:

1. Welches der mittlere Abstand der ständigen Verkehrswege (Wege oberer Ordnung) und der unständigen Nebenwege (Wege unterer Ordnung) sein solle?
2. Welche örtliche Anforderungen in Betracht kommen?
3. Wie Aufwand und Erfolg gegeneinander abzuwägen sei?

Der große Werth einer richtigen Waldeintheilung soll dadurch nicht abgeschwächt, sondern nur in ihrer Beziehung zum Wegbauystem auf ihre wahre Bedeutung zurückzuführen gesucht werden.

Gerade wegen der großen örtlichen Verschiedenheiten ist die Waldeintheilung von jeher ungleichen Grundsätzen unterworfen worden, wobei persönliche Ansichten oder Zeirichtungen mehr vorwogen, als gemeingiltige

wissenschaftliche Motive. Ziemlich allgemein huldigt man in neuerer Zeit folgenden Hauptfäden:

- I. Die Eintheilung ist mit dem Wegnetz zu verschmelzen, soweit es die Rücksichten der Wirthschaftsführung (Verjüngung, Schlagführung z.) ohne Opfer gestattet.
- II. Die regelmäßige Schlagtheilung hat wegen ihrer vielen Vortheile den Vorzug, wo sie irgend durchführbar erscheint, ist auch beizubehalten, wenn die Umgebung einzelner unfahrbarer Strecken die Eintheilung nicht beeinträchtigt.
- III. Ueberall wo die Geländeform die Vortheile regelmäßiger Theilung in Frage stellt, ist das Wegbausystem als Grundlage der Waldeintheilung anzusehen und einem regelrechten Wegbau mehr Gewicht beizumessen, als der Regelmäßigkeit und Flächengleichheit der Wirthschaftsfiguren.
- IV. Jenem Wegsystem ist der Vorzug zuzuerkennen, welches am wenigsten Baufläche und Kosten erfordert und der Aufbereitung, Lagerung und Abfuhr des Holzes den meisten Vorschub leistet, ohne die Waldeintheilung zu erschweren.

Soweit hiernach das Wegsystem eine Grundlage dauernder Eintheilung mit abgibt, erheischt es gründliche Erwägung und Durchberathung und bildet einen Gegenstand der Forsteinrichtung und ihrer jedesmaligen Erneuerung.

II. Die Entfernung der Wege.

§ 174.

Mit dem näheren Zusammenrücken der Wege wird die Entfernung innerhalb der Schläge verkürzt und eine Ersparniß an Bringungskosten (Rückerlöshen), sowie mancher mittelbare Vortheil für die Wirthschaft und Verwaltung erreicht, jedoch andererseits der Aufwand für Bau und Unterhaltung der Wege gesteigert und der Holzherzeugung eine größere Fläche entzogen.

Um sicher zu beurtheilen, welche Wegnetzformen und Wegabstände den größten wirthschaftlichen Effect erzielen, müßte untersucht werden, bei welchem Baussystem, nach Deckung der jährlichen Auslagen durch die Ersparnisse an Produktionskosten, der höchste Gewinn die Unternehmung lohnt.

Wenn der Jetztwerth aller Bauanlagen = K , der künftig-jährliche Aufwand für Wegpflege = a , dagegen die Ersparniß an Bringungskosten, Walzpflege u. dergl. in Folge des Erfasses oder der Vermehrung der bestehenden Wege = e und die vermuthliche Zunahme des jährlichen Roherlöses in Folge besseren Absatzes = i , so besteht sichere Deckung, wenn

$$K \cdot o,op + a = e + i$$

Ein Gewinn ergibt sich, wenn $e + i > K \cdot o,op + a$.

Um hierüber sich annähernd zu verlässigen, muß man wissen,

- A. um wieviel durch Vermehrung der Wege die Förderung der Niebsmassen an die Wegränder sich verkürzt und die Bringungskosten kleiner werden;
- B. wie große Waldtheile bei jedem Abstand der Wege umspannt werden und in welchem Verhältniß zur Flächeneinheit alsdann die Wegnetzlänge und die Baufläche steht.

Beides muß sich mit dem Wechseln der Wegnetzformen anders gestalten.

§ 175.

Die mittlere Förderweite.

Begabstände, Förderungsweite und die Kosten der letzteren stehen in innigster Beziehung, aber in keinem einfachen Verhältniß, denn die mittlere Förderweite d. h. die Entfernung, auf welche die Nutzungen durchschnittlich aus den Schlägen getragen oder sonstwie beigegeführt werden müssen, hängt ab

1. von der Form, welche jeder Abtheilung durch das Wegnetz und die Walbeintheilung gegeben wird;
2. von der Neigung und Beschaffenheit des Bodens, welche innerhalb jedes Waldes und Schlages wechselt und je nach der Bringungsweise zur Einhaltung einer Richtung (z. B. nur bergab) oder zu Umwegen nöthigt;
3. von der Bestockung, deren Masse innerhalb der Schläge nach Holzarten, Alter, Bodengüte u. s. w. ungleich vertheilt ist (z. B. unten dichter und länger) und deren Sorten auf verschiedene Weise und zum Theil erst durch den Empfänger gefördert werden.

Fassen wir zunächst die einfachsten Verhältnisse ins Auge:

Bekanntlich gewährt der Kreis die kleinste Flächenbegrenzung. Seine Anwendung zur Waldeintheilung würde manche Vortheile gewähren.

Die mittlere Entfernung aus der Kreisfläche läßt sich einfach dadurch herleiten, daß man berechnet, bei welchem Halbmessertheil $\frac{R}{x}$ eine Ringzone vom halben Kreisflächeninhalt sich ergibt:

$$\left(R - \frac{R}{x}\right)^2 \pi = \frac{R^2 \pi}{2}, \text{ woraus}$$

$$1 - \frac{1}{x} = \sqrt{\frac{1}{2}}, \text{ also } \frac{1}{x} = 1 - 0,707 = 0,293 \dots$$

und mittlere Förderweite

$$w_k (N_w) = 0,3 R. \quad 1)$$

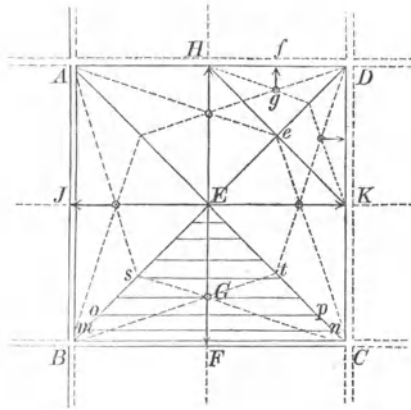
Auf weiltläufigerem Wege wird nahezu das gleiche Ergebnis erzielt, wenn man den Kreis in n Zonen von gleicher Breite oder gleichem Flächeninhalt getheilt denkt und die Summe der Produkte aus Flächen und Abständen vom Kreisumfang durch den Kreisflächeninhalt dividirt.

Was für den ganzen Kreis gilt, ist für den Kreisabschnitt und den Ring gleichfalls gültig.

Bei der Quadrattheilung kann in gleicher Weise verfahren werden. Es sei z. B. in Fig. 292 für $\square ABCD$ das mittlere w zu bestimmen, 1 Seite = Q , also $EF = Q : 2$. Im $\triangle BCE$ stellen die Flächenstreifen $mn, op \dots$ Flächentheile (also auch Massentheile des Holzvorraths) vor, deren Größe gegen BC hier im quadratischen Verhältniß zu- und deren Entfernung im einfachen Verhältniß abnimmt.

Man gelangt jedoch zu einem hinlänglich genauen w , wenn analog der Auffuchung des Schwerpunkts durch Halbierung von BE und CE und Ziehung von Cs und Bt in EF der Punkt G auf graphischem Wege ermittelt wird.

Fig. 292.



Alsdann wird

$$w = FG = \frac{1}{6} Q \tag{2}$$

Der „Schwerpunkt der Förderweite“ kehrt im Quadrat 4mal wieder und die Verbringung sämtlicher Nutzungsmassen von G nach F macht die gleiche Arbeit, wie die Förderung derselben von ihren Entstehungsorten auf die nächsten Punkte der Schlagränder. Macht die Gewichtseinheit Holz (m) auf die Strecke w den noch unbekanntem Aufwand K und beträgt das Schlagergebnis aus den Sorten $M_1 M_2 \dots = nm$, dagegen der Aufwand für die Gewichtseinheit jedes Sortimentes $K_1 K_2 \dots$, so wird der Gesamtaufwand = nK und

$$K = \frac{M_1 K_1 + M_2 K_2 + \dots}{nm}$$

Bei Zerlegung von $\square ABCD$, welches mit 2Q Fahrwegstrecke belastet erscheint (AD und CD gehören den Nachbarquadraten an), also auf die Baustrecke Q einen Bringungsaufwand von $\frac{1}{2} nK$ hat, in 4 Quadrate AJEH u. s. w. wird für jedes derselben die Förderweite

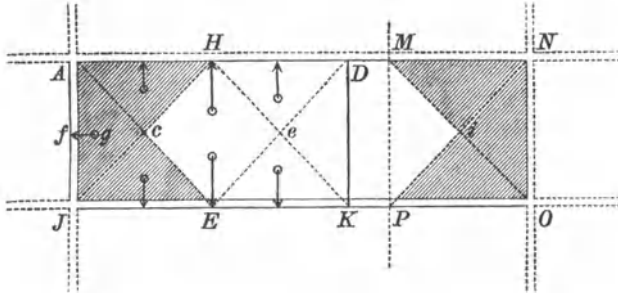
$$w_1 = fg = \frac{1}{6} q = \frac{1}{12} Q$$

und jedes Quadrat mit der Wegstrecke Q belastet. Alsdann ist für $\square ABCD$ die Weglänge doppelt und die Förderweite halb so groß geworden. Sind dadurch die Bringungskosten ebenfalls auf die Hälfte vermindert, die Wege HF und JK aber als solche unterer Ordnung billiger herzustellen, so ergibt sich ein wirtschaftlicher Gewinn.

Das Verhältniß ändert sich dagegen bei einer Theilung von ABCD durch 1 Linie, FA oder JK, d. h. bei der

Rechtecksform (Fig. 293). Aus $\frac{1}{2} Q^2 = \square ADKJ$ ergibt sich ein Rechteck, dessen Langseite S : Breitseite s = 2 : 1. Durch Ziehung der

Fig. 293.



Hilfslinien AE, DE, HJ und HK wird diese Figur in 8 Dreiecke von je $\frac{1}{16} Q^2$ Fläche getheilt. Die mittlere Förderweite berechnet sich, da für die Innenfläche HcEe gegen H und E die Förderweite = w, für alle äußeren Dreiecke dagegen = $\frac{1}{2} w$ ist, auf

$$w_{\text{m}} = \left(\frac{3}{8} w + \frac{1}{8} w \right) : \frac{1}{2} = \frac{5}{8} w$$

oder $\left(\text{da } \frac{1}{2} Q = 3w = s \right) = \frac{5}{24} s.$

Allgemein wird, auf die Breitseite s bezogen, für jedes Rechteck, dessen $S : s = n : 1$ und dessen Fläche = $F = ns^2$, indem man dasselbe in je 3 Dreiecke zu beiden Enden, 2 Dreiecke HEc und MPi und ein mittleres Rechteck HMPE von der Länge $(n - 2) s$ zerlegt,

$$w_{\text{r}} = \frac{2 \cdot \frac{3}{4} s^2 \cdot \frac{s}{6} + 2 \cdot \frac{1}{4} s^2 \cdot \frac{s}{3} + (n - 2) s^2 \cdot \frac{s}{4}}{ns^2} = \frac{s}{n} \left(\frac{3n - 1}{12} \right) = s \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{12n} \right) \quad 3)$$

z. B. wenn $S = \frac{7}{5} s$, wird die Größe w_{r}

$$= \frac{1}{7} \cdot \frac{16}{12} s = \frac{4}{21} s$$

Im Vergleich mit einem Quadrat von gleichem Flächeninhalt ist, da $ns^2 = Q^2$ und $w = \frac{1}{6} Q$, $s = 6w : \sqrt{n}$, daher

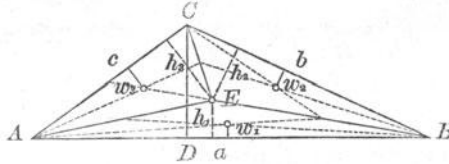
$$w_{\text{r}} = \frac{w}{2} \frac{(3n - 1)}{\sqrt{n^3}}$$

Die Rechtecksform vermittelt also zweckdienlich zwischen verschiedenen Quadratgrößen in Bezug auf Weglänge und Förderweite und läßt die Wahl für das Verhältniß $n : 1$, so daß, wenn s eine unveränderliche Größe

ist, die Zahl der zusammenzufassenden Schläge oder die Größe des Schlags und der Abtheilung wählbar bleibt.

Für die mitunter vorkommende Dreiecksform bestimmt sich w_a , wenn alle drei Seiten fahrbar, durch Zerlegung in 3 Dreiecke vom Mittelpunkt E aus (Fig. 294), indem man das Mittel aus den einzelnen Förderweiten

Fig. 294.



$w_1 - w_2 - w_3$ durch Rechnung sucht. Wenn zu den 3 Seiten $AB = a$, $BC = b$ und $AC = c$ und der ganzen Höhe $CD = h$, die Einzelhöhen von E aus $= h_1 - h_2 - h_3$ und die Förderweiten $= w_1 - w_2 - w_3$ sind, so wird

$$w_a = (a h_1 w_1 + b h_2 w_2 + c h_3 w_3) : a h$$

woraus, da allgemein $w = \frac{1}{3} h$,

$$= (a h_1^2 + b h_2^2 + c h_3^2) : 3 a h \quad 4)$$

Im Vergleich mit Quadrat und Rechteck steht hier dem kleineren w im Verhältniß zur Fläche stets eine längere Wegstrecke $(a + b + c)$ gegenüber.

Ähnlich läßt sich bei allen zusammengesetzten und unregelmäßigen Figuren die Größe w , wenn die Schätzung nicht genügt, durch Konstruktion und Rechnung herleiten.

Wenn jedoch, wie an Berghängen, die Hiebmassen alle bergab auf die Thallinie oder theilweise seitwärts an eine Steige und nach oben zu verbringen sind, oder wenn wegen der Steilheit die kürzeste Linie aufgegeben werden muß, so ändern sich die Herleitungen.

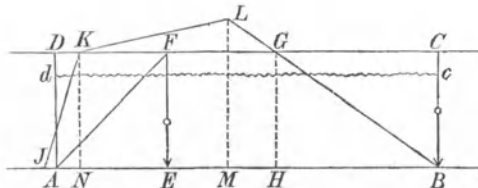
Für Dreiecke wird, mit Bezug auf Seite a als Thallinie,

$$w = \frac{1}{3} h \quad 5)$$

Für Parallelogramme bedarf es

a. wenn (Fig. 295) Parallelwege längs AB und CD ziehen und deren

Fig. 295.



Abstand = s ist, keines Beweises, daß

$$w_{rII} = \frac{1}{4} s \quad 6)$$

sei, gleichmäßige Bestockung und gleiche Transportbedingungen nach beiden Seiten vorausgesetzt.

- b. Wenn 1 Lang- und 1 Breitseite z. B. $AB = S$ und $AD = s$ fahrbar, so berechnet sich, nachdem $\square ADFE$ abgetrennt und durch Linie AF diagonal geteilt worden, für die $\triangle AFD$ und $AFE = s^2$

$$w_1 = \frac{1}{3} s$$

und für die Restfläche $FEBC = (n - 1) s^2$

$$w_2 = \frac{1}{2} s$$

und hieraus als mittlere Förderweite

$$\begin{aligned} w_{rIII} &= \left(s^2 \frac{s}{3} + (n - 1) s^2 \frac{s}{2} \right) : n s^2 \\ &= s \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{6n} \right) \end{aligned} \quad 7)$$

korrespondierend mit 3).

- c. Sind 3 Seiten fahrbar, so wird [analog 3) und 7)]

$$w_{rIV} = s \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3n} \right) \quad 8)$$

- d. Ist endlich nur 1 Seite S oder s fahrbar, so wird einfach

$$w_{rV} = \frac{1}{2} S, \text{ bezieh. } \frac{1}{2} s \quad 9)$$

Lassen sich an einem Hange die Nutzungen des oberen Randstreifens $CDdc$ nach oben bringen, so mindert sich für die Restfläche w um $\frac{1}{2} Dd$.

Die Inbetrachtung dieses kleinen Unterschiedes wird indessen meistens unterbleiben können, weil das Bergauftragen gegen die anderen Förderungsweisen weit zurücksteht.

Bei der Trapezform berechnet sich (Fig. 295)

- a. wenn die längere Parallele $JB = a$ fahrbar, $GK = b$, $JN + BH = m + n = a - b$ und $GH = d$ ist,

$$w_{II} = \frac{bd + (m + n) \frac{1}{3} d}{a + b} = \frac{d}{3} \cdot \frac{a + 2b}{a + b} \quad 10)$$

- b. wenn die kürzere Parallele fahrbar,

$$w_{II} = d - w_{II}$$

- c. wenn beide fahrbar

$$w_t = \frac{1}{2} d$$

Wo die Entwicklung der Förderweiten für andere Schlagformen zu weit-

läufig wäre, kann es genügen, mit Beachtung der fahrbaren Seiten, gutächtlich w für die einzelnen Flächentheile $f_1 f_2 \dots$ zu bestimmen und die mittlere Förderweite durch die allgemeine Formel

$$W = \frac{f_1 w_1 + f_2 w_2 + \dots}{f_1 + f_2 + \dots} \quad (11)$$

zu berechnen.

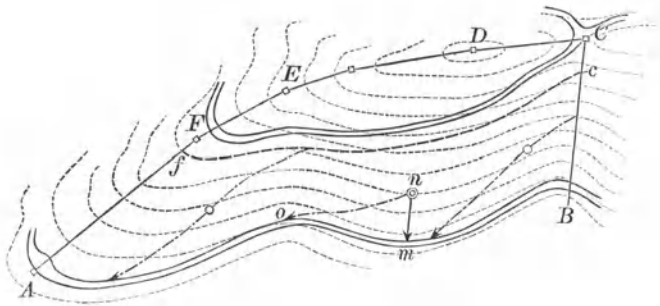
Wie die bisherigen Entwicklungen zeigen, ist also die Größe der Förderweite von der Form der Schläge und der Fahrbarkeit ihrer Seiten abhängig.

In allen Waldungen wird sie weiterhin von der Menge und Größe der Bodenhindernisse beeinflusst, durchgängig so, daß letztere w vergrößern, theils wegen des schweren Fortkommens über Stock und Stein, Anwuchs, Unebenheiten, Sumpfstellen, Gräben, theils wegen der nöthigen Umwege um Felsen, Abstürze, Stämme u. s. w.

Am geringsten in der wasserarmen Ebene, mehren sich die Hindernisse im Gebirge und in ungleichaltrigen Beständen so, daß der mittleren Entfernung 5—10 und mehr Procent zuzuschlagen sind.

Die Neigung der Hänge, bei niederem Grade der Förderung zu Thale günstig, erhöht die Bringweite, sobald Steilheit zwingt, eine längere Bahn mit mäßigerem Gefälle zu wählen. In dem Theile AfcB der Abtheilung AB EF (Fig. 296) sei $w = mn$ und das natürliche Gefälle

Fig. 296.



= $g\%$, somit zwischen m und n der Höhenabstand $h = w \frac{g}{100}$.

Muß die Bringung an den Fahrweg AB, statt über mn , in der Richtung no mit dem geringeren Gefälle p stattfinden, so wird dadurch ein längerer Weg zur Ersteigung der Höhe h nöthig, es wird

$$w_1 = h \frac{100}{p}$$

und nach Einsetzung obigen Werthes für h

$$= w \frac{g}{p} \quad (12)$$

Wird eine Abtheilung durch eine Steige FC durchzogen oder seitlich

begrenzt, so wird längs derselben bis zur Linie fc die Bringung kürzer. Beeinflusst dieß den Kostenfaktor, so ergibt sich ein kleineres w für die ganze Fläche.

Anderß wiederum, wenn die seither übliche Bringung der kürzesten Richtung folgte und durch eine andere ersetzbar wird, welche ungeachtet der Umwege ihres mittleren Gefälles vermöge der besseren Einrichtungen und Krasterparnisse dennoch in kürzerer Zeit und billiger die nämliche Arbeit leistet.

§ 176.

Das Wegflächenprozent.

Der Antheil von 100 Flächeneinheiten an der gesammten Wegnetzlänge eines Waldes, d. i. das Wegflächenprozent gewährt einen Maßstab, um zu beurtheilen, theils wie mit der Größe der Schlagflächen und der Zusammenfassung derselben zu Abtheilungen der Anspruch an Baufläche und Kosten sich mindert, theils welche Ansprüche in dieser Hinsicht die verschiedenen Wegnetzformen erheben.

Nur für Waldungen von ausgeprägtem wirtschaftlichem Charakter und für bestimmte Wegsysteme kann das Prozentverhältniß ein ständiges sein. Es muß sich nach der Größe und Art der Wirthschaft, der Rentabilität, dem Standort u. dgl. verändern.

A. Für die Quadratform wird, wenn die Schlagfläche = f und die Bauflächenbreite = b , aus

$$f : 2b\sqrt{f} = 100 : p, \quad p = 200b : \sqrt{f} \quad 1)$$

Bei Zerlegung in 4, 9, 16... Quadrate wird das Prozent das 2, 3, 4... fache, bei Zerlegung in 2 Rechtecke das 1,5 fache.

Bei einer Vereinigung von x Schlägen zu 1 Abtheilung wird aus $x f : 2b\sqrt{x f} = 100 : p_x$

$$p_x = 200b \sqrt{\frac{1}{x f}} \quad 2)$$

Wenn $f = 1^{\text{HA}}$ und $b = 5^{\text{m}}$, so wird $p_x = 10 : \sqrt{x}$ und es beträgt für

$x =$	1	2	3	4	5	10	20
$p_x =$	10,0	7,07	5,77	5,00	4,47	3,16	2,24

Für jeden Meter, um welchen b ab- oder zunimmt, muß p um $\frac{1}{5}$ sich mindern oder vergrößern.

Da Weglänge und Flächenprozent, wenn x Schläge zu 1 Abtheilung vereinigt werden, in dem Verhältniß $1 : \sqrt{x}$ abnimmt, so würde z. B., wenn bei der Jahresschlagtheilung $p = 2$ war, für je 10 vereinigte Schläge $p_{10} = 2 : \sqrt{10} = 0,63 \dots$

B. Beim Rechteck A E F G (Fig. 297), dessen Seiten s und S

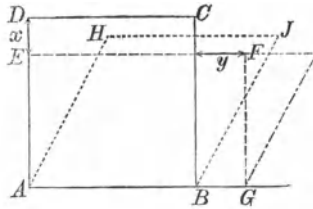
$$= \sqrt{f} - x \text{ und } \sqrt{f} + y \left(= \sqrt{f} \left[1 + \frac{x}{\sqrt{f} - x} \right] \right)$$

im Vergleich mit dem Quadrat sind, muß das Wegflächenprozent p_r mit der Differenz von x und y wachsen; aus

$$f : b (2\sqrt{f} + y - x) = 100 : p_r$$

wird
$$p_r = p \left(1 + \frac{y - x}{2\sqrt{f}} \right) \quad 3)$$

Fig. 297.



oder mit Zugrundlegung der Breitseite $s = S : n$ kommen auf f an Wegstrecken $(n + 1) s$, also

$$p_r = 100 \frac{(n + 1) b s}{f}$$

Da $f = S \cdot s = n s^2$, so wird $s = \sqrt{\frac{f}{n}}$

und $p_r = 100 (n + 1) b : \sqrt{n f}$ 4)

Für x Schläge daher aus Ansatz

$$x f : b (n + 1) \sqrt{\frac{x f}{n}} = 100 : p_r$$

$$p_r = 100 (n + 1) b : \sqrt{n x f} \quad 5)$$

Wenn $f = 1^{\text{HA}}$ und $b = 5^{\text{m}}$, vereinfacht sich die Formel in $5 (n + 1) : \sqrt{n x}$ und ergeben sich für verschiedene Werthe von x und n folgende Prozentverhältnisse:

für n =	2	3	4	5
	wird p =			
x = 1	10,61	11,55	12,50	13,41
2	7,50	8,17	8,80	9,50
3	6,10	6,67	7,22	7,75
4	5,30	5,77	6,25	6,71
5	4,74	5,16	5,59	6,00
10	3,35	3,65	3,95	4,24
20	2,37	2,58	2,80	3,00

Aus diesen wenigen Zahlen erhellt der große Unterschied an Baufläche und Aufwand, welchen die Netzformen (Größe von n) und die Schlagvereinigungen zu Abtheilungen (Größe von x) bedingen. Jedoch treten die Differenzen von einer gewissen Schlagflächengröße an merklich zurück, z. B. für $x = 20$ hat das Quadratnetz ein $p = 2,24$, das Rechtecknetz von 2,37 bis 3,00.

Bei der Schlagtheilung wird die Weglänge l (auf f) = $(n + 1) s$, die Wegnetzlänge L auf $u f = F$ wird $(n + 1) s u$.

Bei der Periodentheilung verkürzt sich, indem in Fig. 298 ABCD = $x f$, AD = $x s$, AB = CD = $n s$ wird, die Weglänge für $x f = n x s^2$

auf $(n + x) s$, also Antheil l_1 (für f) = $s \frac{n + x}{x}$; die Wegnetzlänge L_1 (d. h. jene der Betriebsfläche von u Schlägen und $u : x$ Periodenschlägen) wird

$$= u \frac{n + x}{x} s = \frac{L (n + x)}{x (n + 1)}$$

Schlagflächengleichheit die Abstände der Parallelen AQ , aq , BR , br . . . mit der Entfernung vom Konvergenzpunkte der Schnittlinien Ab , De , Gh . . . und zugleich in dem Verhältniß, als die α , γ , δ . . . sich vom rechten Winkel entfernen, kleiner werden. Die Wegstrecken nehmen also zu

1. mit der Annäherung der Abtheilungen oder Schläge gegen den Konvergenzpunkt,
2. mit der Entfernung von der Achse AZ ,
3. in dem Maße, als durch größere Längenerstreckung der Schläge die Längslinien an Einfluß auf die Schlaggrößen gewinnen.

Es werden die Wegstrecken für f in

$$\text{Schlag I bis V} = AD + \frac{Aa}{\sin \beta} \quad (\text{bez. } \sin \gamma, \delta \dots)$$

$$\text{,, VI ,, X} = ad + \frac{Ba}{\sin \beta} \quad (\text{bez. } \sin \gamma, \delta \dots)$$

$$\text{,, XI ,, XV} = BE + \frac{Bb}{\sin \beta} \quad (\text{bez. } \sin \gamma, \delta \dots)$$

somit für Schlag I am kleinsten, für Schlag XV am größten.

Bei gleichem Abstand der Parallelwege müßten die konvergierenden Linien Ee , Hh . . . andere Richtungen erhalten wie die Linien Ed , Hg u. s. w., was die Fahrbarkeit des Wegnetzes beeinträchtigt.

E. Wo die Verhältnisse zu einem unregelmäßigen Wegnetz aus Dreieck und Vielecken zwingen, wird mit der Entfernung vom Parallelogramm das Flächenprozent und der Bauaufwand in rasch zunehmendem Verhältniß gesteigert. Es müssen deswegen Abstände und Wegzüge ausgedacht und Schlagvereinigungen gebildet werden, welche möglichst abgerundete Abtheilungsformen gewähren.

Die bisher betrachteten Netzformen gelten für Schneußentheile, also vorwiegend für Waldungen der Ebene.

Im Allgemeinen nimmt hier noch das Wegflächenprozent zu,

- a. wenn man im Wegnetz die Wege höherer Ordnung vorwiegen läßt,
- b. wenn die Tiefage zu größerer Kronen- und Grabenbreite oder zu Aufdammungen nöthigt,
- c. wenn man auf regelmäßigen Grenzzügen Randwege hinzufügt.

Schneidet man dagegen Außentheile mit vielen Gegenwinkeln ab, so reduzirt sich das Wegnetz.

F. Bei regelmäßigen Bergformen bildet der Kreis die Grundlage des Wegnetzes und der Waldeintheilung. Für eine ganze Bergkuppe = x f ergibt sich nach Annahme eines mittleren Halbmessers R ein Umfangsstück

als Wegantheil l für $f = \frac{2R\pi}{x}$. Wenn der Centriwinkel von $f = \beta$, so wird $f = R^2\beta : 2\rho$ und $l = R\beta : \rho$ und (Wegflächenbreite = b)

$$p_s = 200 b : R, \quad 7)$$

wobei die Verbindungen zwischen den Gürtelwegen, weil kein allgemeiner Ausdruck dafür beibringlich, vernachlässigt sind.

Im Gebirge steigert sich das Flächenprozent durch

- a. die zahlreichen Geländefalten,
- b. die Neigung der Bergwände,
- c. unzugängliche Geländestrecken.

Die Wegstrecken werden im Verhältniß zur umschlossenen Fläche länger, die Bauflächen viel breiter.

§ 177.

Die Wegabstände, Förderweiten und Flächenprocente einiger Wegnetzformen.

Die Regelmäßigkeit der Wegnetze gewährt überall, wo sie nicht auf Kosten der Fahrbarkeit und Rentabilität erzwungen werden muß, so unzweifelhafte und zahlreiche Vorzüge, daß eine Meinungsverschiedenheit allein noch bezüglich der zweckmäßigsten Abstände der Schneußenlinien bestehen kann.

A. Die Quadratform. Erfahrungsmäßig entsprechen, indem für Nieder- und Mittelwald nur wenige Schläge zwischen je 2 Schneußen liegen, für Hochwald dagegen eine Abtheilung 5 bis 10 und mehr Jahresschläge enthält,

- α. für kleine Wirtschaften (bis 100^{HA}) Abtheilungsflächen von 5—10^{HA},
- β. für mittelgroße (100—500^{HA}) solche von 10—20^{HA} und
- γ. für große Wirtschaften (über 500^{HA}) solche bis zu 40^{HA}, nur ausnahmsweise mehr*).

Demgemäß ergäben sich Wegabstände von (rund)

225 bis 320,	bis 450,	bis 630 ^m
Wegflächenprocente (für $b = 5^m$) von		
4,5 bis 3,2,	bis 2,25,	bis 1,57 % und
mittlere Förderweiten von		
37 bis 50,	bis 75,	bis 100 ^m
(oder 50 bis 133 Schritte).		

B. Uebergehend zur Rechteckform gelangt man zu zweierlei Wegabständen und zwar, wenn z. B. $S : s = 2 : 1$,

für $s =$	^α 158 bis 224,	^β bis 316,	^γ bis 447
" $S =$	das Doppelte		
daher Wegflächenprocente (für $b = 5^m$)			
von 4,74 bis 3,36,	bis 2,37,	bis 1,68 %	
und mittlere Förderweiten			
von 33 bis 47,	bis 65,	bis 93 ^m	

Steigert man das Verhältniß $S : s = n$ auf das 3-, 4- und mehrfache, so nehmen die Abstände s und w immer mehr ab, die Wegflächenprocente zu. Im Bauaufwand ergibt sich jedoch ein bemerkenswerther Unterschied, ob die Wege höherer oder niederer Ordnung die S-Seite einnehmen. Im ersteren Falle steigt der Aufwand, ohne immer durch einen Gewinn an Arbeitskosten und höhere Preise aufgewogen zu werden. Meistens wird man umgekehrt zu verfahren trachten: wenige Haupt- und zahlreiche Seitenwege bauen.

C. Wo die Verhältnisse vorwiegend die Bogenlinien aufdrängen, werden die Wegnetze zu Ringnetzen. Die Wegabstände können dann

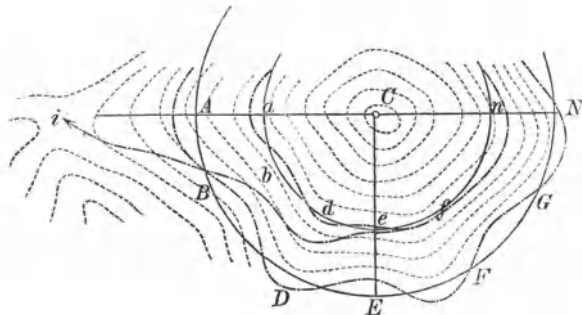
- a. für die Umfangslinien (Gürtelwege) als Halbmesserdifferenzen,
- b. für ihre Verbindungen (Thalwege, Steigen und Hochstraßen) als Bogenstücke bemessen werden.

*) Die preussische Jagentheilung schuf Quadrate von 222 Morgen 40 D. R. = $56 \frac{2}{3}^{\text{HA}}$, welche sich jedoch als zu groß erwiesen.

Ein Ringnetz böte zweierlei Vortheile, nämlich die kleinste Gesamtwegstrecke und den natürlichsten, einfachsten Verkehr mit dem Waldesinnern.

Für die Bergkuppe Fig. 300 sei der mittlere Halbmesser $CA = R$, ihr

Fig. 300.



Inhalt $= \pi f$; bei einem äußeren Gürtelweg $= 2R\pi$ wäre $p = 200 : R$ und w (Förderweite) $= \frac{1}{3} R$.

Das Einfügen eines Gürtelwegs $aen\dots$ und eines Verbindungswegs ei zur Verringerung der Förderweite, so daß die Gürtelzone $= \frac{\pi f}{2}$ wird, führt folgendes neue Verhältniß für die Wegabstände, für p und w herbei:

$$\frac{1}{2} \pi f = (R^2 - Ca^2) \pi = (R^2 - r^2) \pi, \text{ woraus}$$

$$r = R : \sqrt{2} = Ca$$

$$\begin{aligned} \text{Länge der Gürtelwege} &= 2\pi (R + r) \\ &= 2R\pi \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \end{aligned}$$

$$\text{hiesu } Be, \text{ etwa} = \frac{1}{2} r \pi, = 2R\pi \frac{1}{4\sqrt{2}}$$

$$\begin{aligned} \text{somit Gesamtlänge } L &= 2R\pi (1 + 0,707 + 0,177) \\ &= 3,768 R\pi \end{aligned}$$

$$p_s = 376,8 : R$$

$$w_s = \frac{R - r}{3} \cdot \frac{1}{2} + \frac{r}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{6} R.$$

(Beiläufige Verdoppelung der Weglänge, Halbierung der Förderweite.)

Als Grundsatz ergibt sich daraus, einen zweiten Weg stets tiefer als in halber Berghöhe einzufügen ($CA : Ca = 1000 : 707$), schon weil die unteren Hänge massenhaltiger als die Kuppen und Rücken zu sein pflegen.

Starke Einbuchtungen der Berghänge beeinträchtigen die Vortheile der Ringnetze.

Wenn nun

α. Berghang ABD . . . N (Fig. 300) = 20^{HA} durch Linie abd . . . n halbiert werden sollte, so wäre bei der Berechnung als Halbkreis

$$CA = 356,8^m, Ca = CA \cdot 0,707 = 252,3^m$$

$$\text{folglich Wegabstand } Aa = CA - Ca \text{ (oder } = 0,293 R) = 104,5^m$$

β. Wenn AB . . . N = 40^{HA}, so würde in ähnlicher Weise

$$CA = 504,6^m, \text{ folglich Wegabstand } Aa = 0,293 \cdot 504,6 = 147,9^m$$

γ. Für AB . . . N = 80^{HA} würde

$$CA = 713,6^m \text{ und Abstand } Aa = 209,1^m$$

Wäre NCE anstatt des Halbkreises die zu halbkreisförmige Fläche von 20, bezieh. 40 oder 80^{HA}, so müßte der Wegabstand Nn oder Ee = 147,8, bezieh. 209,1 oder 295,7^m genommen, der Abstand also ein 1,4 facher werden.

Für die ersteren drei Fälle betrüge die durchschnittliche Förderweite bergab für x f (obere und untere Abtheilung)

$$\begin{array}{ccc} \alpha & \beta & \gamma \\ 45 \text{ bis } 60, & \text{bis } 84, & \text{bis } 120^m \end{array}$$

(für die untere weniger, die obere mehr). Sohin entsprächen, abgesehen von den nöthigen Verbindungswegen, im Vergleich mit den Schneisewegen der Ebene, kleineren Wegabständen um Weniges größere Förderweiten, aber beide sind, wie obige Rechnung und Fig. 300 (Dd > Bb, Ff > Ee u. s. w.) andeutet, weniger stetige Größen.

Im großen Ganzen wären die Wegabstände, um nach bisheriger Annahme zugleich abtheilungsbildend mitzuwirken,

A. in der Ebene

für Quadratnetze 200—600^m

„ Rechtecknetze 150—450^m (und das 1,5—2,5 fache für die Langseite)

„ Paralleltrapeze, Trapezoide zc. etwas mehr, je nach Größe der Winkel;

B. im Gebirge

für Ringnetze 100—300^m, jedoch

a. zunehmend in schwierigem Gelände für Wege oberer Ordnung bis zum Zweifachen, dagegen

b. dem Minimum sich nähernd mittelst des Einfügens von Wegen unterer Ordnung;

je nach der Größe der wirtschaftlichen Vortheile, welche die Bauten erwarten lassen.

III. Vertikale Anforderungen.

§ 178.

Das Waldwegnetz, als ein wichtiger Hebel zur Ertragssteigerung, muß zur Dienstleistung für die örtlichen Operationen der Gütererzeugung wie der Nutzung und Abfuhr eingerichtet werden.

Obgleich während und nach seiner Ausföhrung durch neue öffentliche Verkehrseinrichtungen oder durch Entschlüsse des Waldbesizers selbst (Eigentums-, Betriebs-, organische Veränderungen u. s. w.) eine andere Sachlage geschaffen werden kann, ist dennoch das Wegnetz gerade so wie die Betriebseinrichtung auf ein längeres Bestehen zu bemessen.

Für beides ist vorgängige Kenntniß der Wirtschaftsfläche, ihrer äußeren Form, zeitlichen und normalen Produktion und der wirtschaftlichen Eigenheiten unerläßlich.

Für das Wegnetz insbesondere kommt in Betracht:

A. In der Ebene

1. ob das Innere der Schläge dem Fuhrwerke zugänglich ist, oder wegen Wasserläufen, Rässe, zur Schonung des Unterwuchses oder aus sonstigen Gründen die Nutzungen an die Schlagränder getragen werden müssen und die derzeitigen Abstände dafür zu große sind;
2. ob die Weganlagen durch dammartigen Aufbau, Brückenbauten über zahlreiche Wasserläufe u. s. w. vertheuert werden oder die Abstrichungen den Wasserläufen parallel ziehen;
3. ob strenge Flächenwirthschaft eine feste regelmäßige Schlageintheilung bedingt oder eine Theilung in Periodenschläge für die Wegrichtungen mehr Spielraum läßt;
4. ob Nugholzwirthschaft zum Bau vieler breiter Hauptwege nöthigt oder für Brennholzwirthschaft leichtere Wegbauten den Zweck erfüllen;
5. ob die Wegzüge mit Rücksicht auf die herrschenden Winde behufs sicherer Schlagführung zu wählen sind.

B. Im Gebirge

1. ob der Verkehr innerhalb eines Thalgebiets bleibt und vorwiegend sich bergab bewegt oder mehrere Thalgebiete und gleichzeitige Absatzrichtungen nach Oben und Unten zu verbinden sind;
2. ob die Berghänge hoch, steil und hauptschwierig oder für Wegbau zugänglich, welche Theile derselben für andere Bringungsanstalten geeigneter, welche dagegen als eigentliche Felsbalden auszuscheiden sind;
3. ob mit dem Wegnetz eine feste oder bewegliche Eintheilung in Jahresschläge oder nur, für natürliche Verjüngung, eine Waldeintheilung zu verbinden ist, welche zwar eine regelmäßige Hiebsführung anstrebt, aber sich in das Wegnetz einfügt;
4. ob ein Netz aus lauter Fahrwegen mit geringeren Abständen entspricht oder zwischen größeren Abständen sich billigere zweckdienliche Bringungsanstalten einfügen lassen und welcher Art die letzteren nach dem jetzigen Stande der Erfahrung sein können;
5. wie die Hauptwegzüge gemäß der durch die Thalbildungen veränderten Windrichtung für die Schlagführung zu ändern sind.

U. And. m.

IV. Abwägung zwischen Aufwand und Erfolg.

§ 179.

Die Durchführung eines Wegnetzes erheischt ein großes Kapital, über dessen ergiebige Anlage man nicht im Unklaren bleiben darf. Ebensovienig wie für andere Unternehmungen läßt sich freilich mit Sicherheit zum Voraus der Erfolg bemessen, denn es kann die Ergiebigkeit sich erst in langen Zeiträumen geltend machen und manche Zwischenfälle können sie stören oder aufhalten.

Eine wirtschaftlich erwogene Baustricke muß

1. mit strenger Sparsamkeit d. h. ohne zweckfremde Zuthaten und zwecküberschreitende Dimensionen, aber mit ausreichenden Einheitsfäßen veranschlagt werden;
2. ihre Bauart muß dem künftigen nachhaltigen oder ausfakenden Gebrauch entsprechen und einer billigen Wegpflege Vorschub leisten;

3. ihrem Aufwand für Bau und Pflege muß eine so große aussetzende oder jährliche Nutzung gegenüberstehen, daß die erwartbaren Mehrerlöse daraus nicht allein einen kostendeckenden, sondern zugleich einen amortisirenden Betrag darstellen, letzteres deswegen, weil jeder Bau nach kürzerer oder längerer Zeit seine Aufgabe erfüllt hat und des Umbaues bedarf oder Bauunternehmungen neuer Art ihn verdrängen.

Zu derartigen Erwägungen ist nöthig

- ad 1. und 2. die Kenntniß der Anlage- und Pflegekosten für verschiedene örtlich passende Bauarten, also allgemeine und örtliche Erfahrung;
 ad 3. Kenntniß der Wirtschaftsfäche, ihrer Produktion (bez. der Holzvorräthe), der Höhe der derzeitigen Produktpreise, Fuhr- und Bringerlöhne, sowie die Fähigkeit, die Differenz mit den künftigen Preisen und Löhnen und die muthmaßliche Dauerhaftigkeit oder Benützbarkeit zu veranschlagen. Die Dauerzeit der Bauten kann füglich in der allgemein üblichen Weise angesetzt werden, z. B.

leichte (Nadelholz-) Bauten	zu 10—15 Jahren
schwere (Eichenholz-) Bauten	„ 20—25 „
trockene Erd- und Steinbauten	„ 50—75 „
massive Steinbauten in Cement zc.	„ 100—120 „

Bewährte allgemeine Erfahrungssätze sind:

daß sich für lange Baulinien der Aufwand nur bei großer Massenförderung,

für theure Steinbauten selbst auf kürzester Strecke nur bei anhaltendem Gebrauch lohnt,

daß dagegen leichte Erd- und Holzbauten für kleine Walderträge und aussetzenden Betrieb genügen.

Die Veranschlagung muß zwischen Anlagen für nachhaltigen und aussetzenden Gebrauch (Wegen oberer und unterer Ordnung) und zwischen Außen- und Innenwegen unterscheiden.

Für die Außenwege d. h. die Zufahrten zu den nächsten Straßen oder Verbrauchsorten braucht man nur die Walderträge, welchen sie jährlich oder periodisch dienen, und die muthmaßlichen Preissteigerungen derselben zu veranschlagen.

Z. B. 1000^m östliche Zufahrtstraße zu 200^{HA} Wald mit 900^{k/m} Hiebssatz, wovon $\frac{4}{9}$ östlich zu gehen pflegen, kosten

Ankauf p. lauf. Meter	0,9 Mk.	
Anlage p.	4,6 „	
= 5500 Mk., wovon 4%		= 220 Mk.
Jährliche Unterhaltung	48 „	
p. 100 lauf. Meter		= 480 „
Amortisation 1% der Baukosten		= 55 „
	Jährlich zusammen	755 Mk.

Die bisherigen Fuhrlöhne betragen durchschnittlich p. k/m und Kilom. 4,0 Mk., jene auf guten Nachbarstraßen 2,5 Mk., Differenz = 1,5 Mk., wozu vermuthliche Preissteigerung durch erhöhte Konkurrenz = 0,3 Mk. p. k/m, zusammen muthmaßlicher Mehrerlös jährlich $\frac{4}{9} \cdot 900 \cdot 1,8 = 720$ Mk.

Sparsamkeit in Bau und Unterhaltung verspricht somit günstige Ergebnisse, in Anbetracht, daß der Hiebssatz von 4,5 k/m p. h. noch steigt, die Nebenutzungen außer Betracht blieben und die vermehrte Konkurrenz auch den übrigen $\frac{5}{9}$ des Hiebssatzes zukommt.

Günstiger würde der Ueberschlag ausfallen, wenn überschüssige Holzvorräthe in kurzer Frist durch den Bau verkäuflicher gemacht werden sollten.

Für die Innenwege (Einzelstrecken des Wegnetzes) kommt in Anschlag: einerseits ihr Bau- und Unterhaltungsaufwand einschl. Bodenwerth, andererseits die Menge der erwartbaren Erzeugnisse, zu deren Förderung sie dienen sollen, der Gewinn an der Preiseinheit der Nutzungen und an der Lohneinheit der Förderungsarbeit.

Für Aufwand und Bodenwerth lassen sich hinlänglich sichere Erfahrungsgrößen beibringen, um die entfallende Jahresrente abzuleiten.

Nur ist, wenn der Effect einer Vermehrung der Wege veranschlagt werden will, zu beachten, daß die Kosten der Wegpflege für die Längeneinheit abnehmen, weil die Abnutzung der Fahrbahn sich auf die größere Strecke vertheilt.

Auch die Schätzung der Ertragsmassen wäre nicht so schwierig, da die Rechnung auf entferntere Zeiträume nicht erstreckt zu werden braucht und ein Neubau nur stattzufinden pflegt, wo auf nahen Zeitpunkt größere Nutzungen zu erwarten sind.

Schwieriger ist dagegen die Veranschlagung des Gewinns durch Preissteigerung und Lohnminderung. Allgemeine Erfahrungen bestehen hierüber nicht. Es bleibt vorläufig der einzige Ausweg, den muthmaßlichen Gewinn der Dertlichkeit gemäß einzuschätzen. Im Einzelfall ergibt sich indessen eine Preissteigerung nur, wenn entweder ein bisher wegloser Waldort dem Fuhrwerk aufgeschlossen wird oder wenn ein Waldort, wo die Hiebsergebnisse im Schlage sitzen bleiben, mit mehr Wegen durchzogen wird. War das Ausrücken an die Fahrwege schon üblich, so verkürzt sich die Entfernung nur für den Holzhauer, für den Holzempfänger nicht. Dennoch können örtlich dem Waldeigenthümer noch vielerlei Nebenvortheile z. B. aus besserer Sortirung, Verkäuflichkeit des Reisigs zc. erwachsen und veranschlagt werden.

Beispiel. Ein haubarer Bestand von 25^{HA} in Quadratform (500^m Seitenlänge) soll durch einen Fahrweg quer durchschnitten werden. Die Weglänge wird somit = 500^m, die bisherige Förderweite $\left(\frac{500}{6} = 83\text{ m}\right)$ ermäßigt sich auf 52^m = rund $\frac{5}{8}$ w. Der durchschnittliche Bringerlohn war bisher = 0,8 Mk. p. Derbymeter, wovon

das Fördern	0,65 Mk.	} kostete.
„ Auf- und Abladen u. f. w.	0,15 „	

Der künftige Lohn wird also muthmaßlich p. Derbymeter = $\frac{5}{8} \cdot 0,65 + 0,15 =$ rund 0,55 Mk. betragen. Differenz = 0,25 Mk.

Bei 10jähriger Verjüngung seien durchschnittlich jährlich 1100 Derbymeter zu nützen, woraus sich eine jährliche Lohnersparniß von $\frac{1100}{4} = 275$ Mk. und ein Jetztwerth bei 4% von 2230 Mk. ergibt.

Dem gegenüber soll betragen
 der Bauaufwand einschl. Bodenwerth zu 4 Mk. p. lauf. Meter = 2000 Mk.
 Hievon trifft die nächsten 30 Jahre (nämlich die Zeit bis zur ersten Durchforstung im 25. Jahre) ein Antheil von jährlich $2000 \times 0,04 = 80$ Mk.
 und 1%ige Amortisation = 20 „

	Jetztwerth von 100 Mk.	
	30jährigen Aufwandes	= 1729 Mk.
Kosten der Wegpflege, veranschlagt zu 0,2 Mk. jährlich für den lauf. Meter,		
= 100 Mk.; Jetztwerth für die nächsten 10 Jahre (nachher Ruhe)		= 811 „
	Zusammen	2540 Mk.

Die ungünstige Differenz von 310 Mk. muß in Anbetracht der sonstigen unveranschlagten Vortheile, des Steigens der Löhne, der Produktion u. f. w. außer Acht bleiben und die Anlage als zweckmäßig gelten.

Erstreckung der Amortisationsfrist und Unterstellung eines niedrigeren Zinsfußes nähert die beiden Werthe, z. B. für 1/2% Amortisation stehen 2230 gegen 2367 Mk.; für 3%igen Zinsfuß 2346 gegen 2421 Mk.

Die Abwägungen bei Einzelbauten können weiterhin untersuchen,

1. welche Bauarten wirthschaftlich die lohnendsten seien,
 - a. Eisen- oder Stein- gegen Holzbauten,
 - b. Steinbahnen gegen Erdbahnen,
 - c. Stützmauern gegen Erdböschungen zc.
2. welche Gefälleverhältnisse sich wirthschaftlich empfehlen, nämlich
 - a. stärkere Gefälle mit kürzerer Wegerstreckung, also geringeren Anlage-, aber höheren Unterhaltungs- und größeren Transportkosten (z. B. Vorspann) gegen
 - b. mäßige Gefälle längerer Wege event. mit theurem Kampenbau, aber geringerer Abnutzung der Fahrbahnen und Ersparniß an Zugkraft.

Für das gesammte Wegnetz muß, um das Bausystem zu finden, welches den größten wirthschaftlichen Effekt gewährt, wieder ein anderer Rechnungsgang eingeschlagen werden.

Für verschiedene Arten von Wegnetzen, mittlere Wegabstände und Förderweiten ist der dem jährlichen Hiebsatz nöthige Bringungsaufwand zu veranschlagen.

Zugleich ist, nach Unterstellung einer gleichen Baufrist für Durchführung jedes Wegnetzes, die Größe der Baukapitalien, ihr Jetztwerth und der mittlere Jahresantheil zu suchen.

Wird schließlich für jede Art von Wegnetz die Summe gezogen aus

- a. dem mit den Wegabständen steigenden jährlichen Bringungsaufwand und
 - b. dem mit der Zunahme der Wegabstände fallenden und im Uebrigen von der Bauart abhängigen Jahresantheil am Bauaufwand,
- so bietet sich dadurch eine Vergleichung der wirthschaftlichen Effekte.

Beispiel. 640^{HA} Wald mit einem Hiebsatz von 3200 Debmeter können mit einem Quadratnetz von

- a. 80 Schlägen zu 8^{HA} (Quadr. Seite = 282,84^m) oder
- b. 40 " " 16^{HA} (" " = 400,00^m) "
- c. 20 " " 32^{HA} (" " = 565,68^m) "

ausgestattet werden. Dann ergibt sich

	Gesamtweglänge in Meter	Förderweite	Bringungsaufwand	
			p. Debmeter in Markt	Im Ganzen
a.	45254	47 ^m	0,40 + 0,20 = 0,60	1920 Mk.
b.	32000	67 ^m	0,57 + 0,20 = 0,77	2464 "
c.	22547	94 ^m	0,80 + 0,20 = 1,00	3200 "

Bei einer Baufrist von 20 Jahren und wenn

- I. für sämtliche Wege die gleichen Bauarten oder
 - II. " c. lauter Wege 1. Ordnung (zu 3 Mk. der lauf. Meter),
 - " b. Wege 1. und 2. Ordnung (zu 3 und 1,6 Mk. der lauf. Meter),
 - " a. Wege 1., 2. und 3. Ordnung (zu 3, 1,6 und 0,5 Mk. der lauf. Meter)
- unterstellt werden, ergibt sich ein jährlicher Bauaufwand wie folgt:

I.			II.		
	Baufstrecke	Aufwand		Baufstrecke	Aufwand
a.	2263 ^m	6789 Mk.	1. Ordn.	1127	4470 Mk.
			2. "	473	
			3. "	663	
b.	1600 ^m	4800 Mk.	1. Ordn.	1127	4138 Mk.
			2. "	473	
c.	1127 ^m	3381 Mk.	Wie bei I.		

Bei Annahme eines Zinsfußes von 4% berechnen sich hiefür, wenn man auf die künftigen Wirtschaftserträge gleichmäßig die Baulasten vertheilt*), leicht die Jahresantheile und die jedem Baujystem eigenthümlichen jährlichen Lasten aus Bau- und Bringungsaufwand (v und t):

	t	I.		II.	
		v	v + t	v	v + t
		M a r k		M a r k	
a.	1920	3690	5610	2429	4349
b.	2464	2609	5073	2249	4713
c.	3200	1838	5038	1838	5038

Diese Zahlenverhältnisse würden bei etwas veränderten Unterstellungen und anderem Zinsfuß so ziemlich die nämlichen bleiben müssen. Sie sprechen für eine Verengerung der Wegneze durch Zwischenlegen billigerer Wege zu ausfiekendem Gebrauch zwischen wenige gute Hauptabfuhrwege.

Zweites Kapitel.

Die verschiedenen Wegnezzsysteme und ihre Bedeutung.

§ 180.

Die Aufgabe, ein Wegnezz zu entwerfen, wird an jedem zweiten Orte eine andere, denn die äußeren Verkehrswege und -Richtungen, Form und Beschaffenheit des Waldbodens, Waldzustand und Wirtschaft, das Vorhandensein brauchbarer Wege, die Absichten des Waldbesizers auferlegen immer wieder andere Rücksichten.

I. Die Wegneze unterscheiden sich nach ihrem Verhältniß zur Waldeintheilung:

1. Die Geländeausformung erlaubt völlige Verschmelzung von Weidem: Schneußenliniensystem (Wegnezz des Flachlandes);
2. die Wölbungen und Faltungen des Geländes schreiben die Richtungen und den Zug der Weglinien vor und die Eintheilung lehnt sich an das Wegnezz an: Kurvenliniensystem (Wegnezz des Gebirges);
3. in Einem Waldganzen müssen bald Schneußen-, bald Kurvenlinien gebildet werden: kombiniertes Liniensystem (Hügelland und Hochebene).

II. Nach dem Grad der Gleichförmigkeit und dem Umfang einer Wirtschaft haben die zur Förderung auf der Achse gebauten Wege entweder sämmtlich die gleiche Gestaltung in Bezug auf Dimensionen und Bauart:

- a. Einfaches Fahrwegssystem
oder sie werden nach der Nachhaltigkeit des Gebrauchs verschieden ausgestattet:
- b. gegliedertes Fahrwegssystem oder
System der Haupt- und Stellwege.

*) Nach der Formel $v = k \frac{1,0p^n - 1}{1,0p^n}$, worin v den Jahresantheil der Baulasten und k den n (= 20) Jahre dauernden Bauaufwand bedeutet.

III. Der Waldeigenthümer richtet entweder einen Theil der Wege für öffentlichen Fahrbetrieb und außerdem eine Anzahl Wegzüge für eigenen Fahrbetrieb mit oder ohne Räderfahrwerke her:

c. Kombirirtes Förderungssystem

α. mit Schleif- und Schlittwegen,

β. " Rollbahnen und Rieszwegen,

γ. " Reit- und Fußwegen,

oder das ganze Wegesystem wird vom Eigenthümer auf eigenen Fahrbetrieb angelegt:

d. System der Schienenwege mit ständigen oder unständigen Nebenanstalten für Rollbahnen, mit Schleif- und Rieszwegen, Schlittwegen u. s. w.

Also der Verlauf der Wegzüge und ihr Antheil an der Waldeintheilung, Bauart und Gebrauch der Wege unterscheiden die Wegesysteme im Ganzen. Darnach muß denn das Wegflächenprozent, der Aufwand für Bau und Unterhaltung und schließlich der Erfolg der Bauunternehmungen, welcher sich im höheren Waldertrag ausdrückt, namhaft differiren.

§ 181.

Das Schneußenetz.

Es ist ein regelmäßiges, wenn die Schneußenlinien in gleichen Abständen und unter gleichen Winkeln sich schneiden. Es erfordert flache gleichförmige Bodengestaltung.

Der bekannte Satz, daß das Quadrat die kleinste geradlinige Begrenzung hat, empfiehlt scheinbar diese Form in der s. g. „Jagenteilung“ als die geeignetste. Dagegen spricht:

1. der Grundsatz der Wirthschaftlichkeit, welcher gebietet, in den Hauptrichtungen des Abfahres weniger Linien konkurriren zu lassen, als man Zufahrten in der Querrichtung (Nebengestelle) annimmt, und durch Ersparnisse an Bringungskosten und andere Vortheile die Baukosten zu decken;
2. der Umstand, daß im Walde die Mehrung des Verkehrs, der Lagerstellen, der Sicherheit u. s. w. durch andere Abstandsverhältnisse ebenso gut oder besser erreicht wird.

Die geschlossene Quadratform ist zu unbehilflich und unbiegsam, um sich maßgebenden Richtungen der Gewässer, der Grenzzüge oder des Verkehrs anzubequemen, ist der Absicht der Ertragsausgleichung mittelst Proportional schlägen entgegen, verhindert oder erschwert die Führung langer schmaler Schläge und verwirklicht ihre Hauptaufgabe, an allen vier Randlinien die Nutzungen aufzunehmen und weiter zu geben, nur bei ebenem, festem und unburchschnittenem Boden. Ungeeignet ist sie, wo ohne Schlagreste eine wechselnde, nach den Grenzzügen, öffentlichen Straßen, nach Boden und Bestockung passende Schlägezahl als Abtheilung mit Wegen umzogen werden soll.

Mit seltenen Ausnahmen ist die Schneußenlegung in Rechtecken vorzuzüglich, auch vor anderen Schneußenetzen, wenn in große ziemlich gleichförmige Waldmassen ein Wegesystem einzulegen ist. Viele Schattenseiten der Jagenteilung werden vermieden, nur jene nicht, daß die öffentlichen Verkehrswege innerhalb des Waldes, welche selten parallel ziehen, die Schneußen zu oft kreuzen und zu unbequemen Schlagfiguren und Wegeinlenkungen

zwingen; ferner daß die häufigen Kreuzungen mit Wasserläufen zu Anständen bei der Holzausbringung und bei Entwässerungen oder zur Vermehrung der Brücken- und Dohlenbauten Anlaß geben.

Es kann daher geboten sein, zum Trapez- oder zum unregelmäßigen Schneufennetz überzugehen, indem man die Schneußenlinien theils den nächsten Straßen oder Wasserläufen parallel, theils konvergierend mit den weiterfolgenden, theils nahezu rechtwinklig zu denselben anlegt. Die Figuren der Abtheilungen oder Schläge werden dann zu Hautlingen, Trapezen oder Trapezoiden u. s. w., ohne daß ein durchschnittlicher Abstand der Wege aufgegeben wird.

Diagonalen, welche in mehreren Richtungen den ganzen Wald oder einige Abtheilungen durchschneiden, theils Erbschaft an älteren Straßen oder Waldwegen, theils neue Verkehrserfordernisse, ergänzen das Gewebe.

Ein einfaches Fahrwegnetz aus wenigen Kreuzwegen reicht für kleine Walddistrikte aus.

Ein Netz von Haupt- und Stellwegen wird erforderlich, sobald die Flächengröße und Wirthschaft einen ausgedehnten Gebrauch langer Wegstrecken mit sich bringt. Der gleichmäßige Ausbau aller Wege würde dann vom Waldertrag einen unverhältnißmäßigen Theil verschlingen. Den ständigen Verkehr vermitteln außer den öffentlichen Straßen einige Fahrwege oberer Ordnung mit breiter Steinbahn, die Verbindungen zwischen ihnen stellen einfachere und schmälere Schotter- oder Erdbahnen, bez. Faschinen- oder Knüppelwege her.

Einspurige Zufahrten in Form einfachster Erdbahnen durchschneiden in größeren Waldmassen nochmals die Abtheilungen, bez. ziehen den Schlaglinien entlang, um durch Verkleinerung der Wegabstände an Arbeitskraft noch mehr zu sparen.

Es lassen sich also die Wegabstände, sowie man die billigeren Wege der unteren Ordnung vermehrt, von 600—700^m mit bestem Erfolg auf ein beliebiges Minimum herunterdrücken.

In großen Wirthschaften läßt sich für dieß Fahrwegnetz Ersatz durch ein Schienenwegnetz denken: zweispurige Schienenwege bilden die ständigen Hauptbahnen; einspurige Stränge, mit welchen jeweils zur Bedarfszeit die bestehenden Erdbahnen ausgestattet werden, die Verbindungen mit den Hiebsorten; schmale leichte Rollbahnen verzweigen sich in die Schläge hinein und nehmen die Nutzungen auf.

Auf den Hauptbahnen ordnen sich die beladenen Einzelwagen zu kleineren oder größeren Zügen, welche direkt bis zu den Absatzorten oder nur zu Lagerplätzen an den Waldrändern gefördert werden.

Jedes Schneufennetz läßt sich dazu umbilden, denn es bedürfen nur die Kreuzungen noch einer Abrundung mit einmündenden Bogenlinien von hinlänglich großem Halbmesser und einzelne Orte der Ausweichplätze, andere der Auf- und Abladestellen.

Für ein Schienenwegnetz würde die erste Anlage die Hauptbahnen noch mehr beschränken wie beim Fahrwegnetz, die schmalen Rollbahnen und einspurigen Schienenwege würden vorwiegen. Die größere Geschwindigkeit der Förderung ließe einen kleinen Unterschied der Wegabstände weniger in Betracht kommen, als einen Zeitverlust durch häufiges Umladen, Mangel an Fahrzeugen oder dergl.

Fig. 301 und 302. Die Wegnetzärtchen (am Schlusse des Buches) veranschaulichen das regelmäßige und unregelmäßige Schneufennetz mit gegliedertem Fahrwegsystem.

§ 182.

Das Kurvennetz.

Bei der Abhängigkeit der Kurvenlinien einerseits von der Bodenauf-
formung (Verlauf der Horizontalkurven), andererseits von der Gefällgrenze,
welche nach Gesteinsart, Bauart und Bestimmung der Wege wechselt, ist
es viel schwieriger, allgemeine Normen für Gebirgswegnetze aufzustellen.

Soll die Waldeintheilung gleichzeitig vollzogen oder berichtigt werden,
was sich überall empfiehlt, so muß auf die Zerlegung des Waldes in Stücke
von möglichst gleichem standörtlichem Verhalten mehr Bedeutung gelegt
werden, als auf die Formung der Abtheilungen. Doch soll der kleinste
Umfang angestrebt werden.

Das Wegnetz selbst genügt im Gebirge niemals für die Eintheilung,
denn eine große Anzahl unumgänglicher natürlicher Trennungslinien läßt sich
nicht fahrbar machen. Um so mehr müssen die offenen Linien des Weg-
netzes zur Waldeintheilung eine Grundlage abgeben.

Bezüglich der Größe und Form der Abtheilungen viel weniger gebunden
wie im Flachland, findet man dagegen mitbestimmende Umstände, welche
dort fehlen, so namentlich

1. eine sehr ungleiche Entfernung der Thalzüge und Wasserscheiden,
2. einen häufigen Neigungswechsel der Einhänge wie der Rücken und
Thalgründe,
3. öfteren Mangel an geeigneten Stellen für Wegeinmündungen und
Rampen und
4. Grenzzüge, deren Gefälle und vieles Gegengefälle zu Umwegen oder
zum Abschneiden nöthigt;
5. die Holzbeibringung geht vorwiegend bergab, die Förderweite und der
Bringungsaufwand ist größer,
6. der Kurvenzug und die Bauart der Wege beanspruchen mehr Bau-
fläche und Aufwand und letzterer lohnt sich im schwierigen Gelände,
wo er am höchsten ist, am wenigsten; dagegen ist
7. unter den Förderungsmitteln mehr Auswahl geboten und durch mecha-
nische Einrichtungen die Abkürzung der Entfernungen ermöglicht.

Das Gebirgswegnetz muß vor Allem die leichteste und billigste Förderung
bezwecken, um den Wald dem Markte zu nähern.

Die Hauptwegzüge müssen daher die nächsten bequemen Abfuhr rich-
tungen einhalten; dieß sind

- a. die Steigen, welche die Thäler mit den Gebirgspässen als niedrigsten
Punkten der Wasserscheiden verbinden,
- b. die Thalstraßen, welche in die nächsten Verkehrsstraßen einmünden,
- c. die Hochstraßen, welche theils längs dem Rand der Hochebene hin-
oder über sie hinwegziehen, theils die Gebirgspässe direkt verbinden
und die obersten Ruppen umsäumen.

Diese Wege oberer Ordnung, deren Abstände unbestimmbar sind, erhalten
gründlichen Ausbau mit Steinbahn.

Un sie schließen sich die Gürtelwege längs der unteren Waldränder
an, von gleicher Bauart und Breite, wenn sie Nachbarthäler verbinden und
große Waldflächen anschließen. Sonst werden sie gleich den Gehängwegen
behandelt.

Letztere müssen (als Stellwege) das Bedürfniß befriedigen, die einzelnen

Waldtheile und ihre Förderungsanstalten mit den Hauptwegen in Verbindung zu setzen, und bilden zugleich selbst ein Förderungsmitglied der berührten oder durchzogenen Abtheilungen. Ihre Kronenbreite und Bauart (Stein-, einfache Schotter- oder Erdbahn) hängt von der Stärke des Gebrauchs ab, ihr mittlerer Abstand (100 bis 300^m) von letzterem, von den Baukosten, der Art und Ausdehnung der übrigen Bringungsanstalten, der Menge und dem Werth der Walderzeugnisse.

Am kleinsten werden die Abstände, wenn alles Holz herausgetragen und längs den Gehängwegen gelagert werden soll.

Besser jedoch tritt ein kombinirtes Förderungs-system ein:

- a. Schleif- und Schlittwege durchziehen in Verzweigungen und mit mäßigen Abständen (80—120^m) die Hänge und münden theils in die Steigen, Thalstraßen und Randwege, theils in die Gehängwege selbst ein.
- β. Rollbahnen nehmen alle Hiebmassen auf und führen sie den nächsten Steigen oder Thalstraßen zu — oder alles Stammholz wird auf Rieswegen zu Thal gebracht, das Brennholz auf Schlittenbahnen u. s. w.

Vertheuert die Ungunst der Bodenverhältnisse alle diese Anstalten (steile, felsige, zerrissene Einhänge), so steigen die Abstände der Gehängwege auf 300—400^m und höher, ja an ihre Stelle treten nur Schleif- und Schlittwege und andere Bringungsanstalten (Stamm- und Erdbahnen, Seilbahnen und dergl.).

Als letzte Ergänzung des Wegesetzes treten nach Bedürfnissen des öffentlichen Verkehrs, des Betriebs, der Verwaltung oder der Jagd die Reit- und Fußwege in mannigfacher Form und Richtung hinzu.

Die Wegeskarte, Fig. 303, gibt die Darstellung eines Gebirgswegesetzes mit kombinirtem Förderungs-system.

Nicht in gleicher Weise wie in der Ebene ist ein Schienentwegesetz im Gebirge einzurichten, noch weniger ein Fahrwegesetz dazu umzugestalten. Das Hinderniß liegt in dem Erforderniß niederer Gefällgrenzen und größerer Bogenhalbmesser für die Einmündungen in die Hauptwege. Man wird deswegen im Gebirge wohl immer bei kombinirten Wegesetzen bleiben müssen und zu breitspurigen Schienentwegen nur die Thalstraßen und sanfteren Steigen anlegen, die Gehängwege zu schmalspurigen Rollbahnen benützen und auf passend hergerichteten Schlittweg- und Riesbahnen die Schlagergeb-nisse zu ihnen beibringen.

In wie weit Schienentwege und mit welcher Ausstattung sie den Waarenverkehr im Walde vermitteln werden, ist Gegenstand der Erwägung für die nächste Zukunft. Für kurze Strecken trägt sich ihre Anlage nicht aus. Ihr Selbstbetrieb aufzulegen dem Waldeigentümer die Aufwendung eines viel größeren Verwaltungskapitals als bisher: umfangliches Inventar, Leitungs- und Aufsichtskosten und theure Erfahrungen. Aber die Bahn-beförderung gewährt große Regelmäßigkeit und Raschheit, vollkommene Ausnutzung des Waldes, Unabhängigkeit vom Niethfuhrwerk. Große Wald-komplexe mit reicher Produktion, deren Preise noch weit hinter den ander-wärtigen Marktpreisen stehen, werden dafür das Versuchsfeld sein.

Drittes Kapitel.

Entwerfung und Ausführung des Wegnetzes.

§ 183.

Entwerfen des Netzes.

Dem Entwurfe eines Wegnetzes muß ein zuverlässiges Vermessungswerk aus trigonometrischer Aufnahme zu Grunde gelegt werden. Eine Kopie oder ein Abdruck desselben genügt; kleine Fehler von solchen sind einflußlos. Der Waldplan muß nebst der äußeren Begrenzung die fremden Einschlüsse, die Wasserläufe bez. Wasserflächen und Sumpfstellen, die Höhenzüge mit möglichst vielen Höhenangaben, die Gemarkungs- und sonstigen Scheidelinien und jedenfalls alle vorhandenen Fahrwege (auch Trace-Wege) enthalten.

Alle Höhenzüge, welche das Wegnetz beeinflussen, sollten durch Horizontalkurven in Abständen von höchstens 25^m dargestellt sein. Ihre Aufnahme ist ebensowenig eine Aufgabe der Wegnetzlegung, als die Forstvermessung eine Aufgabe der Forsteinrichtung ist. Aber diese umfangreiche Arbeit ist freilich, wenn sie noch mangelt, unerläßlich und erstes Erforderniß die genaue Bestimmung einer Anzahl Höhenpunkte.

Bringt das Vermessungswerk keine Einzelheiten des Nachbargeländes bei: Lage der Abfakorte, Land- und Wasserstraßen, Feld- und Privatwege, Eigenthumsgrenzen und Kulturarten — so sucht man das Nöthige den topographischen Karten, Gemarkungs- oder Privatplänen zu entnehmen.

Ist der Waldbesitz zerstückelt oder ist für mehrere Waldbesitzer ein gemeinsames Wegnetz zu entwerfen, so wird ein Uebersichtsplan zusammengetragen, wozu ein Maßstab von 1:16000 bis 25000 genügt.

Außerdem sind Boden-Ausformung und -Zustand, die Fundorte der Baustoffe, die Abfahrrichtungen u. dergl. eingehend zu erkunden.

Den ersten Anhalt für den Entwurf bietet der Zug der schneidenden, streifenden oder nahen Straßen und Straßenprojekte. Unverrückbare Einmündungspunkte d. h. solche, wo Eigenthums-, Verkehrs-, Wirthschafts- und Bodenverhältnisse keine Wahl lassen, sind genau aufzunehmen. Für geeignete, aber verschiebbare derartige Punkte ist die Strecke des Spielraums zu bemessen.

Nachbarliche Verhältnisse sind zur Einleitung einer Verständigung zeitig ins Auge zu fassen (gemeinsamer Bau, Geländeabtretung, Gestattung der Durchfahrt gegen Entschädigung und Mitzenuß). Bei Anständen wird Verschiebung versucht.

Sind die bestehende Waldeintheilung und die befahrenen Waldwege geprüft, letztere, inwiefern sie nach Bauart und Gefälle zu Wegen oberer oder unterer Ordnung taugen — so wird über die ganze oder streckenweise Beibehaltung oder Verwerfung entschieden und werden die neuen Hauptwegzüge entworfen. Von festen Ausgangspunkten sucht man die Linien über feste oder wählbare Zwischenpunkte zu den festen oder zu beweglichen Verzweigungs- und Endpunkten hinzuführen, mit Unterscheidung: ob Waldeintheilung und Wegnetz gänzlich oder theilweise zusammenfallen oder letzteres maßgebend ist, ob die Wegzüge nach gewissen Richtungen oder innerhalb gewisser Gefällgrenzen zu bestimmen sind.

Im einen wie im anderen Falle sind schwierige Geländestrecken besonders

zu beachten, im letzteren zugleich die von der Bodenart bedingte Gefällgrenze, die Bauart und Bedeutung jeder Zuglinie.

Die umsichtigste Wahl der Richtungen fordern die Hauptwege, weil Grundlage des Wegnezes. Häufen sich in bedenklicher Weise die Schwierigkeiten einer Richtung, so werden Konkurrenzlinien aufgesucht und verglichen, indem man mit Hilfe des Plans und einiger Messungen oder Abschreitungen einzelne Punkte fixirt. Dazu sind auch flüchtige Nivelirungen zweckdienlich.

Die Hauptwege und einige natürliche Linien zerlegen den Wald in eine Anzahl große Stücke. Für jedes derselben sucht man die Wege der folgenden Ordnung auf, allerdings mit Bedacht auf den inneren Zusammenhang, Gemeinsamkeit guter Anschlußpunkte und konforme Waldeintheilung.

Die Wege der unteren Ordnungen lassen sich, wenn die Hauptwege durch theilweises oder durchgängiges Uebertragen auf das Gelände geprüft, berichtigt und im Plane eingetragen sind, leicht einfügen. Sie sind weniger oder gar nicht abhängig von einander (wenn für Durchgangsverkehr, dem Wegnez fremd) und erlauben mehr örtliche Abweichungen in Anknüpfung, Erstreckung und Verlauf.

Die Benützung der Grenzen zu Weganlagen (Randwege) ist beim Entwurfe noch besonders zu erwägen.

Längs gestreckten ebenen Grenzzügen legt man Fahrwege an, um durch Gemeinsamkeit der Einrichtungen zwischen den Nachbarn an Bau- und Pflegekosten zu sparen, Nachteile der Ueberschattung und Holzfällung abzuwenden, die offenen Grenzstreifen zu nützen, die kürzeste Absatzlinie nach Außen zu gewinnen u. s. w.

Zur Grundlage für Eintheilung und Wegnez dürfen aber die Grenzlinien nicht dienen. Vielmehr müssen, den inneren Weg- und Theilungslinien entsprechend, die an Gegenwinkeln reichen Außentheile abgeschnitten und dem Walbesinnern die regelmäßige Schneisenthailung und die gleichmäßigen Wegabstände gewahrt bleiben.

Am allerwenigsten dürfen behufs beharrlicher Verfolgung einer Grenze die Wegbauregeln in Bezug auf Streckung und Rundung der Züge und ihrer Gefälle verletzt werden. Grenzwege können sich nur aus günstiger Sachlage oder mit gleichzeitiger Grenzregulirung ergeben.

Gleich fehlerhaft ist das Beharren auf gleichmäßiger Schneisenthailung, wenn die Waldfläche eine zerrissene und weitläufige Form hat, Straßen und Wasserläufe in Winkelzügen den Wald schneiden, gerade Linien theurer werden. Unregelmäßige Netze sind auf gleichförmigem Gelände vermeidlich, regelmäßige auf wechselndem Gelände erzwungen. —

Im Gebirge sind die Wege nur theilweise Eintheilungslinien. Um die Zahl der letzteren einzuschränken, sind sie aber ausgiebig zu nützen. Verufen dazu sind die Steigen, Thal- und Hochstraßen, sowie jene Gehängewege, welche standörtliche Scheidungen von wirthschaftlicher Wesenheit (frei, geschützt) vollziehen und entsprechend große Abtheilungen bilden helfen. Die gröbere Scheidung nach Thalzügen, Einhängen, Hochflächen und Ruppen, sowie nach einer für jeden Waldtheil selbständigen Förderung und Abfuhr wird zuerst durch das Wegnez gegeben. Dazu ist die umsichtigste Wahl der Hauptwegzüge und Prüfung des Bestehenden nöthig, damit nicht hinterher die Waldeintheilung aufs Neue alterirt wird. Viel mehr wie in der Ebene ist ein gutes Bringungssystem im Gebirge Grundbedingung

erfolgreicher Wirthschaft. Das Beibehalten alter Wegzüge von zweifelhafter Dienlichkeit schadet hier mehr; Rücksicht auf den Kostenpunkt verlockt aber dazu.

Der Entwurf des Netzes muß sich daher auf gründliches Studium des jetzigen und künftigen Absatzgebietes und der vorhandenen öffentlichen und nachbarlichen Verkehrseinrichtungen, der Absatz- und der mineralischen Fundorte, der Lage zu den Nachbarwaldungen und käuflichen Liegenschaften etc. stützen. Man ergänzt danach die Uebersichtskarte, prüft die Verkehrslinien innerhalb und außerhalb des Waldes, vergleicht sie mit den wirtschaftlichen Zielen und merkt, im Hinblick auf die Hauptzüge der Wasserscheiden und Thäler, die wichtigsten Anschlußpunkte vor: zuerst die Pässe und Thälübergänge, dann Kreuzungspunkte und Rampen, Hoch- und Thalebene u. s. w.

Pläne mit Höhenkurven benützt man nach Prüfung der letzteren zur probeweisen Auffuchung der Hauptwegzüge, mit der Erwägung:

1. ob der Absatz nur thalabwärts oder zugleich bergauf oder vorwiegend (und ob bleibend) gegen hochliegende Wohnorte oder in andere Thalgebiete geht;
2. welche Bauart und Gefällgrenzen die Gebirgsart gestattet und ob bei Mangel an guten Baustoffen (zu Steinbahnen, Brücken, Mauerwerk) Bezug von Außen beabsichtigt und möglich ist;
3. welche Bringungssysteme, ob die bisher üblichen oder neue, dem Wegnetze zu Grunde liegen sollen.

Die so wichtigen Verbindungen der Thalgebiete durch die Steigen zu den Pässen müssen in langen Zügen mit möglichst wenigen Rampen durchgeführt werden.

In Wichtigkeit reihen sich die Wegzüge einer- oder beiderseits der großen Längs- oder Hauptthäler, jene am Saum der Hochebenen oder über diese hinweg und überhaupt die Abscheidungen der Hochlagen, sodann die unteren Randwege an. Die Hauptzüge müssen jeder größeren Waldgruppe direkten Anschluß gewähren und die längste Zeit des Jahres benutzbar sein (Süd- und Westseiten die besten).

Diesen natürlichen Linien folgen erst die künstlichen, mehr in das Belieben gestellten längs der Hänge, hohe Wände in Abtheilungen zerlegend, andere nur anschließend.

Ziehen Gehängewege auf weite Strecken parallel mit einer Thalstraße, so empfiehlt sich das Einfügen einiger Steigen als Verbindungsstücke.

Die Randwege können den unteren Grenzen nur streckenweise folgen, müssen tief hinabstreichende Waldtheile abschneiden und unterhalb liegen lassen. Obgleich Gegengefälle zu vermeiden ist, sind sie möglichst tief zu legen (Vereinbarung mit den Nachbarn). Ihre gute Einlenkung in die nächste Steige oder Thalstraße ist nahe dem Thalboden meist leichter als höher oben, jedoch beeinflusst durch die Höhenlage, Erstreckung und den Winkelzug der Grenze und die Absicht der Weiterführung in Nachbarthäler.

Während für die Steigen das Gefälle, mit einiger Abnahme gegen Oben, sorglich zu bestimmen ist, hängt es bei Thalstraßen mitunter vom Wechsel des Thalgefälles ab; für Randwege vom Grenzzug, welcher zuweilen Horizontallegung gebietet, obgleich wie bei Höhen- und Gehängewegen mäßige Steigung (3—6%) wünschenswerth ist. Die Bauart (ob Steinbahn oder Erdweg) mag für Rand- und Gehängewege sogleich mitbestimmt werden.

Mit Einfügung der Gehängwege und ihrer Verbindungen ist im Wesentlichen das Wegnetz fertig. Insbesondere, wo kleinere Abstände unthunlich, wo die Gehängwege als Sackgassen endigen müßten oder die Beschaffenheit der Hänge ihre Anlage verbietet (Felsbalden), müssen die Wege unterster Ordnung als Ersatzanstalten sogleich mit in Erwägung gezogen werden. So sind z. B. die Schlittwege von den Höhen und Rücken mit Gefälle zu den beiden nächsten Thaleinsenkungen zu leiten und von jeder Einsenkung vereinigt bergab zu führen. Lage, Richtung, Gefälle, Einmündungspunkte, ihre Abstände u. s. w. sind durch einfache Linienzüge kenntlich zu machen.

Schließlich treten die Holzlagerplätze an Kreuzungspunkten, in den Thalböden oder an Wendstellen hinzu.

§ 184.

Festlegung und Ausführung des Netzes.

Bei Schneuffennetzen werden alle Linien in das Gelände festgelegt und etwa in 2^m Breite in kürzester Frist geöffnet. In voller Baubreite werden nur die zunächst in Aussicht genommenen Baustrecken aufgehauen (bez. gerodet). Man beginnt alle Aufhiebe auf der einen Randlinie der Schneuffen, weil sie, nicht die Schneuffenmitte, die Abtheilungslinien bilden.

Vorläufig werden alle Kreuzungs- und Endpunkte und eine sichernde Anzahl Zwischenpunkte dauerhaft verpfählt, bis die Versteinung sämmtlicher Fixpunkte nachfolgt.

Der Eintrag in die Uebersichts-, jetzt Wegnetzkarte erfolgt für alle Schneuffenlinien so, daß ihre Bedeutung als Haupt- oder Nebenlinien des Verkehrs hervortritt und die fertigen Baustrecken zu erkennen sind. Mit dem Fortschreiten der Wegbauten müssen auch die Einträge der fertigen Strecken Schritt halten, die Netzkarte muß darüber Aufschluß geben; sie muß auch die Zubehörenden aller projektirten und ausgebauten Wegzüge an Brücken und Dohlen, Rampen, Wend- und Lagerplätzen u. s. w. aufweisen.

Für Gebirgsnetze müssen in die Wegnetzkarte die Wege oberer Ordnung auf Grund einer Absteckung und Aufnahme mit dem Winkelinstrument zuerst eingezeichnet werden, weil von ihrem Verlauf die übrigen Wegzüge abhängen. Soweit letztere zugleich als Eintheilungslinien dienen, ist die Festlegung auf dem Gelände durch Verpfählung, die genaue Aufnahme und nachfolgende Versteinung der Winkelpunkte nicht minder selbstverständlich. Für alle Wege, deren Zug die Eintheilung nicht berührt und deren Anlage nicht in den nächsten Zeitraum fällt, genügt es, die Anschluß- und Schnittpunkte festzustellen und sich über die Ausführbarkeit zu verlässigen.

Sofortiger Auftrieb der ermittelten Straßenachse auf 1—2^m Breite ist für alle Hauptwege und jene Wege mittlerer und unterer Ordnung, welche zur Eintheilung beitragen, unbedingt nöthig; auf volle Baubreite dagegen erst vor Baubeginn, dessen baldiger Eintritt für die Hauptwege vorangeht. Bis die anderen wichtigeren Linien in Bau kommen, empfiehlt sich ihre durchgängige Anlage als Tracewege (Erprobung, Sicherung, erprobte Verpfählung). Für alle vorerst Projekt bleibenden und für die Eintheilung bedeutungslosen Wege unterer Ordnung genügt es, in der Wegnetzkarte die Anschlußpunkte und Richtungen nur anzudeuten.

Gegen einen durchgreifenden Aufstieb aller Wegzüge auf volle Baubreite längere Zeit vor dem Baubeginn sprechen mehrere sehr triftige Gründe:

1. die richtigen Grenzen der Baufläche sind vor Vollendung der Vorarbeiten nicht genau zu bestimmen;
2. die Vortheile der Abfuhrerleichterung gehen für die Abtriebsergebnisse verloren;
3. unreife Bestände von geringem Werth fallen massenhaft der Art anheim, während ein unverantwortlicher Zuwachsverlust eintritt;
4. die Baufläche verhärtet, verwurzelt und verwildert;
5. bis zum endlichen Ausbau können sich neue Bedürfnisse und Absatzrichtungen, neue Anschauungen und Bauysteme geltend machen.

Dagegen gewinnt die Wegnetzarte an Uebersichtlichkeit, wenn man die Weglinien nach der Zeit ihres vermuthlichen Ausbaues, unter Annahme von 3—5 Bauperioden, mit entsprechenden Zahlen oder Buchstaben bezeichnet (siehe die Wegnetzplänchen Fig. 301 bis 303) oder für ihren Eintrag verschiedene Farben oder Zeichen wählt und die Stein- oder Pfahlmarken der Schlag- und Weglinien mit ihren Zeichen auch einträgt.

Anhang.

Kostenüberschlag

über den

Bau eines Verbindungswegs zwischen der Wehrathalstraße, dem Orte Schwarzenbach und der Domaine Superioratswald, bis zur St. Antonistraße (Weg in das Wiesenthal)*).

Der Verbindungsweg bezweckt den Aufschluß der Abtheilungen 6 bis 10 und theilweise 13 des Domänenwaldes Distrikt I Superioratswald. Wie der Situationsplan, Fig. 304, zeigt, knüpft die Baulinie in Abtheilung 4 mittelst einer Rampe an die Wehrathalstraße an, zieht auf der Ortsgemarkung Todtmoos-Schwarzenbach zuerst längs des Schwarzenbächleins aufwärts, erreicht dann nach wiederholter Wendung die Waldgrenze in Abtheilung 6, zieht an derselben hin bis zur südöstlichen Ecke der Abtheilung 8, dem s. g. „Altensteinereck“, wendet dort in einer Rampe und durchschneidet die Abth. 8, 9 und 10, bis in Abth. 13 das Todtmoos-Zeller Sträßchen (St. Antoniweg) erreicht wird, welches an der Waldecke bei Grenzstein No. 1 den Domainenwald verläßt und durch ein Seitenthal zur Wiesenthalstraße einlenkt.

Die Abth. 6 bis 10, bis daher nur auf der Ostseite der Abth. 6 und nördlich der Abth. 10 von Fahrwegen berührt, im Uebrigen beinahe unerschlossen, haben eine Gesamtfläche von 222,83^{HA} und nach den Aufnahmen der letzten Einrichtungs-Erneuerung einen Holzvorrath von

93200 Derbymeter 120—140jähriger Buchen und Tannen,
10260 „ „ an jungen und mittelfähigen Beständen.

Außerdem werden die Abtheilungen 4 und 13 besser zugänglich und die Absatzrichtungen vermehrt. Die hohe Bedeutung, Urentbehrlichkeit und Erträglichkeit der Bauunternehmung liegt somit auf flacher Hand.

Die Gesamtlänge beträgt	7300 ^m	wovon
in Abtheilung 4 eine Strecke von	537 ^m	
in der Ortsgemarkung Schwarzenbach durch Privat- und Gemeindegüter (Wiesen, Felder, Waidfelder und Orts- wege)	2631 ^m	
dazwischen in Abth. 6	197 ^m	
in Abth. 7, 8, 9, 10 und 13	3935 ^m	

Es waren somit für mehr als ein Drittel der Baustraße mit Güterbesitzern Verhandlungen über Geländeabtretungen zu pflegen, welche ungeachtet der verwickelten Eigenthumsverhältnisse zu einem anstandslosen und durchaus befriedigenden Abschlusse gebracht sind, da die Betheiligten den Segen guter Fahrstraßen zu würdigen verstanden.

*) Einer Bauausführung im Forstbezirke St. Blasien im badischen Schwarzwalde entnommen, wovon Herr Bezirksförster Wasmer die Berechnungen zc. freundlichst zur Verfügung stellte, und in metrisches Maaß übertragen.

Der Bau soll binnen 4 Jahren durchgeführt werden. Nach der Fertigstellung können die Hiebmassen theils durch den Ort Schwarzenbach, theils auf dem Zell-Todtmooser Sträßchen durch die Abth. 12 und 13 in das Wehrthal, theils bei Grenzstein No. 1 durch den Anschluß an die St. Antonisstraße über Happach, Mambach u. s. w. in das Wiesenthal verbracht werden, was neue Konkurrenz in Aussicht stellt.

Das Gelände ist von der Einmündung in die Wehrthalstraße (Profil 1 bis 23), längs dem Schwarzenbach-Einhang, schwierig durch Steilheit und Felsen, in den Güttern unterhalb Schwarzenbach durch Vermoosungen in den Wiesen, durch Felsköpfe und Gesteintrümmer in den Waidfeldern, auch etwas vertheuert durch mehrfachen Rampenbau, Zufahrten, Verlegung von Brunnenstüben und Wasserungseinrichtungen. Es bedarf bald umfangreicher Felsensprengungen, Stützmauern, Steinböschungen und Dohlen, bald tiefgreifenden Aushubs sumpfigen Bodens, welcher durch mineralische Massen ersetzt werden muß, in Verbindung mit Grabenziehungen. Dagegen gewähren im Uebrigen die Einhänge vom Eintritt in den Wald, Abth. 7 Umrang, an und bis gegen St. Antoni meist einen guten Baugrund und ist beinahe sämmtliches Baumaterial an Ort und Stelle zu gewinnen.

Der Fahrweg soll durchweg eine Kronenbreite von 4,2^m mit 3,6^m breiter Steinbahn, in den Rampen dagegen bei 18 bis 20^m Halbmesser eine Fahrbahn von 6^m erhalten. Die Erdböschungen werden 1:1 bis 1:1,5 geneigt, die Stützmauern werden mit $\frac{1}{8}$ Anzug hergestellt. Die Straßengräben sollen 0,60^m breit und 0,45^m tief werden.

Die Steigungsverhältnisse sind den Vertikalitäten anzupassen gesucht und wechseln vielfach; sie überschreiten 8% nicht. Mit dieser Steigung beginnt der Fahrweg hinter der Rampe an der Wehrthalstraße. Beim Eintritt in die Wiesen der Ortsgemarkung Schwarzenbach sinkt die Steigung auf 7 und 6%, streckenweise auf 5 und 3% herab, steigt auf den Waidfeldern hinter dem Orte wieder auf 7%, um dem Walde möglichst nahe zu kommen, ermäßigt sich von Grenzstein Nro. 60 auf 5, 3 und 1% und behält nach dem Eintritt in den Wald (Abth. Stein A zwischen 7 und 9) den gleichmäßigen Satz von 2,7, dann 3% bis zum Gebirgsfattel bei Abth. Stein E zwischen 7, 9 und 10, worauf schließlich die Endstrecke bis zur Einmündung in den St. Antoni-Weg mit 0,5% abfällt.

Die Baukosten ergeben sich im Einzelnen wie folgt:

1. Gelände-Erwerbungen.

Gemäß Beilage A (Güterberechnung), welche die Größe der einzelnen Geländestücke und ihrer zum Wegbau nöthigen Theile nachweist, und gemäß Beilage B (Kaufvertrag), welche die Namen der Verkäufer, die vertragsmäßigen Kaufpreise und die Kaufbedingungen enthält, sind für die Bauflächen in den Bau-Abtheilungen II, III und IV an Güterkauffchillingen sofort nach erfolgter Genehmigung baar zu bezahlen:

Bau-Abth. II.				Mark
Waidfeld	38,94 ^A	zu	4,75 Mk.	= 185,0
Wiese	8,42	=	15,00	= = <u>126,3</u> 311,3
Bau-Abth. III.				
Wiesen	15,96 ^A	zu	28,6 Mk.	= 456,5
Ackerfeld	11,08	=	9,5	= = 105,3
				<u>Latuz</u> 561,8 311,3

	Uebertrag	561,8	311,3
Reutfeld u. Wiese	6,74 ^A zu 19,0 Mk. =	128,0	
Sägeplatz	0,72 = 19,0 =	13,8	
Waidfeld	13,57 = = 4,75 =	64,5	768,0
Bau-Abth. IV.			
Waidfeld	78,52 ^A }	zu 4,75 Mk. =	387,2
Acker	2,02 =		
Dedung	0,97 =		
Zusammen für 176,94 ^A		1466,5	

Hiezu kommen 53,19^A an unentgeltlichen Abtretungen Seitens der Gemeinde und eines Privatbesizers.

Auch macht sich die Gemeinde Schwarzenbach verbindlich, 600 laufende Meter des fertigen Neubaus zur ordnungsmäßigen Instandhaltung zu übernehmen.

2. Bauausführung

in Abtheilungen oder Looßen, auf Grundlage der Massenberechnungen und Bauaufnahmen (Beilage C).

<p>Abth. I., Profil 0 bis 13, Länge 537,0^m, mit einer Rampe an der Wehrathalstraße, durch Domainenwald bis zum Waidfeld der Gemarkung Todtmoos-Schwarzenbach:</p>	Anschlag im Einzelnen | Ganzen <hr style="width: 100%;"/> M a r k
<p>a. Stockrodung und Abräumung den laufenden Meter zu 0,3 Mk. :</p>	161,1
<p>b. Abhub von Erd- und Steinschutt und Herstellung der Auftragskörper*) 3044^{k/m} zu 0,6 Mk.</p>	1826,4
<p>c. Fessensprengung 865^{k/m} zu 1,6 Mk.</p>	1384,0
<p>d. 4 Deckelbohlen, zusammen 31,5 lauf. Meter mit 0,5^m Lichtweite zu 3,4 Mk.</p>	107,1
<p>e. Stützmauerbau oberhalb der Wehrathalstraße 33^m lang, 44,5^{k/m} zu 1,7 Mk. Arbeitslohn, einschließlich Auslesen und Zurichten der Mauersteine</p>	75,7
<p>Graben des Fundaments</p>	10,0
<p>f. Herrichtung der Fahrbahn. Fundamentirung für 537^m Weglänge auf 3,6^m Breite und 18^zm Höhe mit 9^zm grobem Gestüch, den lauf. Meter zu 0,5 Mk.</p>	268,5
<p>für die Rampe auf 90^m Länge und 5,4^m Breite, den lauf. Meter zu 0,6 Mk.</p>	54,0
<p>Ueberhötterung auf den laufenden Meter 0,2^{k/m} Steine (5^zm stark), zu 1/3 Mk. p. lauf. Meter .</p>	179,0
<p>für die Rampe zu 1/2 Mk.</p>	45,0
<p>Ueberkiesung 5^zm hoch, den laufenden Meter zu 0,1 Mk.</p>	53,7
<p>auf der Rampe „ 0,15 „</p>	13,5
Zusatz	4178,0

*) Die Anlage der Straßengräben ist unter den Arbeiten mit inbegriffen.

	Anschlag im	
	Einzelnen	Ganzen
	M a r k	
	Uebertrag	4178,0
g. Wiederherstellung der Zufahrt zur Sägmühle		36,0
h. Beschaffen und Einsetzen von 150 Stück Abweisssteinen, 1,2 ^m lang, 0,4 ^m stark, p. Stück 1 Mk.		150,0
I.		4364,0
Abth. II. Profil 13—33, Länge 603,0 ^m , vom Do-		
mainenwald bis zum Uebergang über den Vicinalweg bei der gewölbten Brücke in Schwarzenbach:		
a. Stockrodung und Abräumung auf 300 laufende Meter zu 0,3 Mk.		90,0
b. Erdarbeit 1040 ^{k/m} zu 0,6 Mk.		624,0
c. Felsensprengung 908 ^{k/m} zu 1,6 Mk.		1452,8
d. Bau von 8 Deckeldohlen, zusammen 54,9 lauf. Meter zu 3,4 Mk.		186,7
e. Stützmauerbau von Profil 31 bis 33, 42 ^m lang, 3 ^m hoch, 1 ^m dick = 126 ^{k/m} zu 1,7 Mk. Arbeitslohn		214,2
für Fundamentgraben und Gerüste		25,0
f. Herrichtung der Fahrbahn wie in Loos I Fundamentirung p. lauf. Meter zu $\frac{2}{3}$ Mk.		402,0
Ueberschotterung p. lauf. Meter zu 0,4 Mk.		241,2
Ueberkiesung p. lauf. Meter " 0,1 "		60,3
g. Verasung der oberen und unteren Böschung auf 270 ^m Länge p. 100 lauf. Meter zu 6 Mk.		16,2
h. Einsetzen von 200 Abweisssteinen, p. Stück 1,2 Mk.		240,0
II.		3552,4
Abth. III. Profil 33—48, Länge 753 ^m , vom Uebergang über den Vicinalweg bis oberhalb dem „Buck“, mit 2 Rampen:		
a. — — —		
b. Erdarbeit 2962 ^{k/m} zu 0,6 Mk.		1777,2
c. Felsensprengung 1021 ^{k/m} zu 1,6 Mk.		1633,6
d. Bau von 10 Deckeldohlen, zusammen 65,4 lauf. Meter zu 4,0 Mk.		261,6
e. Stützmauerbau längs des Baches bei der Sägmühle, 27 ^m lang, 2,1 ^m hoch, 0,9 ^m stark = 51,0 ^{k/m} ferner Bau einer Futtermauer in der Rampe daselbst, 36 ^m lang, 2,25 ^m hoch, 0,9 ^m dick = 72,9 „		
Zusammen 123,9 ^{k/m} zu 1,8 Mk. =		223,0
Gatus		3895,4

	Aufschlag im	
	Einzelnen	Ganzen
	M a r k	
Uebertrag	3895,4	
Sammeln und Beiführen der Mauersteine p. k/m zu 1,2 Mk.	148,7	
Fundamentgraben p. lauf. Meter 1 Mk.	63,0	
Auswölben und Ausdohlen einer Brunnenstube	50,0	
f. Herrichtung der Fahrbahn wie in Voos I.		
Fundamentirung auf 753 lauf. Meter zu $\frac{2}{3}$ Mk.	502,0	
Ueberschotterung zu 0,4 Mk. {	376,5	
Ueberkiesung " 0,1 " "		
Aufbesserung für " die Fundamentirung, Ueberschotterung und Ueberkiesung der beiden Rampen	66,0	
g. Berasung der Böschungen in den Wiesen und theilweise im Ackerfeld auf 360 ^m Länge, p. 100 lauf. Meter zu 10 Mk.	36,0	
h. Einsetzen von 210 Stück Abweisssteinen, p. Stück zu 1,2 Mk.	252,0	
	<u>III.</u>	5389,6
Abth. IV. Profil 58—93, Länge 1516,5 ^m , vom „Buck“ bis in den Domainenwald, Abtheilungslinie zwischen 7 und 9:		
a. Stockrodung und Abräumung auf 1110 ^m Länge zu $\frac{1}{3}$ Mk.	370,0	
b. Erdarbeit 2573 ^{k/m} zu 0,5 Mk.	1286,5	
c. Felsensprengung 185 ^{k/m} zu 2 Mk.	370,0	
d. Bau von 14 Deckeldohlen, zusammen 85,8 lauf. Meter von gleicher Sichtweite, p. lauf. Meter zu 5,0 Mk.	429,0	
e. — — —		
f. Herstellung der Fahrbahn		
Fundamentirung p. lauf. Meter 0,7 Mk.		
Ueberschotterung " " " 0,2 "		
Ueberkiesung " " " 0,1 "		
1516,5 lauf. Meter zu 1,0 Mk. =	1516,5	
g. Herstellung mehrerer Zufahrten	140,0	
h. Beiführen und Einsetzen von 500 Abweisssteinen zu 1,2 Mk.	600,0	
	<u>IV.</u>	4712,0
Abth. V. Profil 93—144, Länge 2866,5 ^m , von der Abth.-Linie zwischen 7 und 9 durch Domainenwald bis zu Abth. Stein E im „Unrang“:		
a. Stockrodung und Abräumung p. lauf. Meter zu 0,6 Mk.	1720,0	
	<u>Satus</u>	1720,0

	Anschlag im	
	Einzelnen	Ganzen
	M a r k	
	Uebertrag	1720,0
b. Erdarbeit 7156 ^{k/m} zu 0,5 Mk.		3578,0
Ausheben von Moos- und Torfstellen, 230 ^{k/m} zu 0,4 Mk.		92,0
c. Felsensprengung 514 ^{k/m} zu 2,0 Mk.		1028,0
d. Dohlenbauten, 25 Stück		
15,9 lauf. Meter zu 0,6 ^m Sichtweite den lauf. Meter zu 6,0 Mk.		
117,0 lauf. Meter zu 0,5 ^m Sichtweite den lauf. Meter zu 4,5 Mk.		
15,6 lauf. Meter zu 0,3 ^m Sichtweite den lauf. Meter zu 3,5 Mk.		
Zusammen . . . ,		676,5
f. Herstellung der Fahrbahn		
Fundamentirung 0,9 Mk.		
Ueberschotterung 0,3 "		
Ueberkiesung 0,1 "		
2866,5 ^m zu 1,3 Mk., zusammen		3726,5
Aufbesserung für die Rampe am Altensteiner Eck		50,0
g. Verlegung eines Grabens		7,0
h. 750 Stück Abweissteine zu 1,2 Mk.		900,0
	V.	11778,0
Abth. VI. Profil 144—160, Länge 1024,0 ^m , von Stein E im „Umrag“ durch Domainenwald bis zum Anschluß an den St. Antoniweg:		
a. Stockrodung und Abräumung, den lauf. Meter zu 0,6 Mk.		614,4
b. Erdarbeit 2998 ^{k/m} zu 0,5 Mk.		1499,0
Aushub von Mäffern, 378 ^{k/m} zu 0,4 Mk. . . .		151,2
c. Felsensprengung: Keine.		
d. Dohlenbauten, 13 Stück		
73,8 lauf. Meter mit 0,5 ^m Sichtweite zu 4,5 Mk.		
4,8 " " " 0,3 ^m " " 3,5 " "		
Zusammen " "		348,9
Steinbefuhr zu den Dohlen		25,0
e. Mauerbau: Keinen.		
f. Herstellung der Fahrbahn wie in Abth. V. 1024,0 lauf. Meter zu 1,3 Mk.		1331,2
g. — — —		
h. Gewinnen und Einsetzen von 100 Abweissteinen, das Stück zu 1, 2 Mk.		120,0
	VI.	4089,7

	Anschlag im	
	Einzelnen	Ganzen
3. Allgemeine Kosten.		
a. Kosten der Vorarbeiten einschl. Battengestellbau (veranschlagt nach den bereits vorliegenden Rechnungen)	925,0	2565,0
b. Kosten der Arbeitbegebung	40,0	
c. Bauaufsicht	1600,0	
4. Unvorhergesehenes.		
Der Ueberschlag der eigentlichen Baukosten ergibt die Gesamtsumme von 33 886 Mk., hievon 6 Prozent in Erwägung der vielen Bau Schwierigkeiten, in runder Summe . . . . .	. . . . .	2000,0

Zusammenstellung
der Baukosten nach den Arbeitsgattungen.

Bau- Abth.	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	Zu- sammen
	Rodung	Erdbarbeit	Felsen- spreng- ung	Dohlen- bau	Mauer- bau	Fahr- bahn	Ber- schiebene Arbeiten	Abweis- steine	
M a r t									
I.	161,1	1826,4	1384,0	107,1	85,7	613,7	36,0	150,0	4364,0
II.	90,0	624,0	1452,8	186,7	239,2	703,5	16,2	240,0	3552,4
III.	—	1777,2	1633,6	261,6	484,7	944,5	36,0	252,0	5389,6
IV.	370,0	1286,5	370,0	429,0	—	1516,5	140,0	600,0	4712,0
V.	1720,0	3670,0	1028,0	676,5	—	3776,5	7,0	900,0	11778,0
VI.	614,4	1650,2	—	373,9	—	1331,2	—	120,0	4089,7
	2955,5	10834,3	5868,4	2034,8	809,6	8885,0	235,2	2262,0	33885,7
	In Prozenten des Bauüberschlags								
	8,7	32,0	17,3	6,0	2,4	26,3	0,7	6,6	100
	58,0								
	Auf den laufenden Meter = 4,64 Mk. Bauanschlag.								

Uebersicht der Gesamtkosten.

1. Gelände-Erwerbungen 1466,5 Mk.
(Werth der unentgeltlichen Ab-
tretungen 245 Mk.)
2. Kosten der Bauarbeiten 33885,7 "
3. Allgemeine Kosten 2565,0 "
4. Für Unvorhergesehenes 2000,0 "

Im Ganzen 39917,2 Mk.

Pro laufenden Meter = 5,48 Mk. Gesamtanschlag

Aufgestellt zc.

Beilage A
zum Kostenüberschlag des Fahrwegs durch Schwarzenbach und den
Superioratswald.

Verzeichniß der Güterstücke.

Bau- Abth.	Profil- Nro.	Mittl. Breite der		Entfer- nung der Profile Meter	Inhalt der		Kulturart und Eigenthümer
		Ankaufs- Fläche	Rest- Fläche		Ankaufs- Fläche in □ m	Rest- Fläche in □ m	
		Meter			Meter		
II.	13						Gottfr. Kpfr. v. Schw.
	14	9,96	3,96	48			
	15	8,82	4,14	45			
	16	7,62	3,33	45			
	17	7,56	2,52	21			
	18	7,47	7,08	15			
	19	6,81	9,60	21			
	20	6,78	6,60	18			
	21	6,60	6,69	18			
	22	6,69	1,95	30			
	23	6,81	3,12	30			
	24	6,72	1,44	24			
	24+9 m	6,72	—	9	2499,3	1312,2	Waidfeld.
	bis 27+20 m	u. f. w.	—	124,5	842,4	23,4	135 □ m dem Obigen Rest dem Karl Kr. von Schw. Wiesen
	bis 33	—	—	154,5	1395,0	255,2	Gottfr. Kpfr. Waidfeld.
III.	bis 34	—	—	—	—	—	Vicinalweg.
	bis 40	—	—	162,2	1258,2	308,3	Joh. Gh. v. Schw. Wiesen.
	bis 41	—	—	9,0	71,5	14,0	Thomas Kr. u. Conf. Sägeplatz.
	41+9 m bis 42+27 m	—	—	45,0	674,1	159,3	Joh. Gh. u. Genossen Reutfeld u. Wiesen.
	43 bis 43+18 m	—	—	37,5	295,7	23,4	Joh. Gh. v. Schw. Wiesen.
	44—46	—	—	91,5	631,8	63,9	Mehrere Genossen Ackerfeld (unter d. Schulhaus).
	47—49+6 m	—	—	180,0	475,9	25,2	Leop. Zimm. v. da Ackerfeld.
	bis 52	—	—	55,5	283,7 42,1	111,1 81,8	Waidfeld. Wiese.
	53—58	—	—	156,0	1073,3	65,3	Waidfeld.
IV.	59—67	—	—	376,5	2823,9	332,6	Thomas Kr. u. Gen. Waidfeld.
	67—72+20	—	—	—	—	—	Domainenwald.
	72+20 bis 88	—	—	790,5	5028,2	728,5	Waidfeld.
	bis 89	—	—	24,0	201,6	—	Ackerfeld.
	bis 90	—	—	30,0	97,2	—	Gemeindeeigenthum.
					Zm Ganzen	17693,9	3504,2	Wiedung.
					= 2,12 ^{HA}		

Von Profil 90 an befindet sich der Weg innerhalb des Domainenwaldes.

Zusammenstellung der Ankaufsflächen.

Kulturart	Bau-Abtheilung			Zusammen
	II	III	IV	
	A r e			
Wiesen	8,42	15,96	—	} 31,12
Desgl. mit Reutfeld	—	6,75	—	
Ackerfeld	—	11,08	2,02	13,10
Waidfeld	38,94	13,57	78,52	131,03
Sägeplatz	—	0,72	—	0,72
Debung	—	—	0,97	0,97
	47,36	48,07	81,51	176,94

Beilage B

zum Kostenüberschlag.

Güterkauf- bez. Erwerbungs-Vertrag.

(Auszug.)

Geschehen Sch. . . . den 26. April 1871.

Zwischen dem gr. Bezirksförster . . . als Vertreter des gr. Domainenärars
einerseits
und

1. Gottfr. Rpf. von Schw. mit Zustimmung seiner Ehefrau . . .
 2. Karl Rr. von Schw. mit Zustimmung seiner Ehefrau und der Mutter der
letzteren
- u. f. w.
8. den Sägeplatzbesitzern
 - a. Thomas Rr. von Schw. mit Zustimmung seiner Ehefrau
 - b. c. d. e. f. g.
 - h. Leopold Jm. von Schw. als Vormund der entmündigten led. Kath W. von da.
 9. dem Verwaltungsrath von Schw., nämlich dem Gemeinderath Sales M., den
Verwaltungsräthen Ambros Rr. und Lorenz Rr. von da,
Namens der Gemeinde Schw.
andererseits

ist heute folgender

Kauf-, bez. Gütererwerbungs-Vertrag

zu Stande gekommen:

Zur Anlage eines Holzabfuhrwegs von der Wehrathalstraße durch die Gemarkung
Schw. in den oberen Theil des Domainenwaldes Superioratswald.

A.

Verkaufen folgende Grundbesitzer in der Gemarkung Schw. nach-
stehendes Gelände an das gr. D. Aerar:

1. Gottfried Rpf. von Schw. ungefähr

37,80 Ar Waidfeld „im Loch“,	beiderseits der Verkäufer,	1 Ar zu 4,75 Mk.,
0,18 „ Wiesen „in der Neumatt“,	„ „ „	1 „ „ 15,20 „
16,20 „ Waidfeld „am Rain“,	„ „ „	1 „ „ 4,75 „
7,20 „ Ackerfeld „im Berg“,	„ „ „	1 „ „ 9,50 „
2. Karl Rr. und Regina Rr., geb. A., von Schw. mit je hälftigem Antheil ungefähr
8,10 Ar Wiesen „in der Neumatt“, beiderseits die Verkäufer, 1 Ar zu 15,20 Mk.
3. 4. 5. 6.
7. Thomas Rr. von Schw. ungefähr
27,00 Ar Waidfeld „am Berg“, einerseits die neue Weganlage, andererseits Do-
mainenwald, 1 Ar zu 4,75 Mk.

Dieses Gelände begreift die Fläche, welche für den Verkäufer von Dom. Wald-
Grenzstein No. 49—57 zwischen der neuen Weganlage und dem Domainenwald
liegen bleiben würde. Thomas Rr. nimmt dabei in Aussicht, daß nach Her-

stellung des Weges eine Verlegung der Gemarkungsgrenze von Grenzstein Nro. 49 bis Nro. 66/67 stattfindet und ihm das von Grenzstein Nro. 57 bis 66/67 unterhalb der neuen Weganlage für das Dom.-Aerar verbleibende Waldstückchen, auf Grund besonderen Uebereinkommens bezüglich des Werthes, zu Eigenthum zugeschieden wird.

8. Die Sägebesitzer

a. Thomas Kr. von Schw.	mit	$\frac{1}{5} + \frac{1}{6}$	} Anteil
b. Sales M.	" "	$\frac{1}{12}$	
u. s. w.			

Zusammen $\frac{60}{60}$, ungefähr

0,90 Ar Waidfeld (alter Sägeplatz) „im Loch“, einerseits die Verkäufer, anderseits Johann Gh., 1 Ar zu 4,75 Mk.

B.

Treten folgende Grundeigentümer in der Gemarkung Schw. nachstehendes Gelände unentgeltlich an das gr. Dom.-Aerar ab:

1. Thomas Kr. von Schw. ungefähr
0,10 Ar Wiese „im Loch“ zur Bachverlegung, einerf. Bach, anderf. Verkäufer,
3,60 „ Waidfeld „am Bückle“, beiderseits selbst,
36,00 „ Waidfeld „am Berg“, ebenso
2. die Gemeinde Schw. ungefähr
1,80 Ar Ackerfeld (Sandgrube) „im Loch“, einerf. Gemeinde, anderf. Joh. Gh.
6,30 „ bisherigen Gemeindegeweg vom Schulhaus bis auf das Bückle, beiderseits Leopold J.
5,40 „ bisherigen Güterweg „am Bückle“ und „im Berg“, beiderf. Leop. J. und Thomas Kr.

Zugleich macht sich die Gemeinde Schw. verbindlich, von der neuen Weganlage, sofort nach deren Herstellung, die Strecke vom Brückchen über den Schwarzenbach bis zum Rampen auf dem s. g. Bückle mit 600^m (Sechshundert Meter) Länge zur ordnungsmäßigen Unterhaltung zu übernehmen.

Die Bedingungen sind folgende:

§ 1.

Nachdem die Weganlage, zu welcher das Gelände angekauft worden, ausgeführt ist, wird letzteres in Kosten des gr. Domainenärars versteint und vermessen und sodann auf Grund der Vermessungsurkunde der jedem Verkäufer zu zahlende Kaufschilling berechnet. Bei der Versteinerung und Vermessung werden die beiderseitigen Wegböschungen zu dem von gr. Dom.-Aerar angekauften Gelände gezogen.

§ 3.

Auf den verkauften Grundstücken ruhen folgende Lasten und werden über Aufhebung derselben nachstehende Bestimmungen getroffen:

Zu Ord.-Z. A 1. Auf sämtlichen Liegenschaften des Gottfr. K. von Schw. sind im Grundbuch eingetragen:

zu Gunsten der Geschwister m Mk.
" Mutter n "

Soweit sich diese Lasten auf die verkauften Grundstücke beziehen, verzichten die Gläubiger hiemit ausdrücklich auf ihre Pfandrechte und zwar

Brigitte K. und Marie K. mit Zustimmung ihrer Ehemänner

die übrigen ledigen und volljährigen Geschwister und die Mutter im eigenen Namen.

Zu Ord.-Z. A 2.

Zu Ord.-Z. A 3. Auf sämtliche Liegenschaften des Joh. G. v. Schw. sind im Grundbuch eingetragen zu Gunsten

des Schul- und Armenfonds in L. x Mk.

" Joh. B. in L. u "

u. s. w.

Die Forderung des Schul- und Armenfonds in L. ist sammt etwa rückständigen Zinsen aus dem Kaufschilling abzutragen.

Joh. B. u. s. w. verzichten hiemit ausdrücklich auf ihre Pfandrechte, soweit sich solche auf die verkauften Grundstücke beziehen.

Zu Ord.-Z. A 8. Johann G. von Schw. hat das Waidrecht auf dem Sägeplatz des Thomas Kr. und Genossen. Soweit sich sein Recht auf dieses Grundstück bezieht, verzichtet derselbe hiemit ausdrücklich auf dasselbe.

U. f. w.

§ 3.

Außer den in § 2 genannten Lasten haften keine weiteren privatrechtlichen Lasten, insbesondere keine Vorzugs- und Pfandrechte oder Dienstbarkeiten auf den verkauften Grundstücken. Für die Freiheit von solchen Lasten und dafür, daß die verkauften Grundstücke unbeschränktes Eigenthum der Verkäufer sind, wird von letzteren Gewähr geleistet u. f. w. (Die weiteren rechtlich sichernden Formeln sind behufs der Kürzung weggelassen.)

§ 4.

Die Zahlung des Kaufschillings erfolgt nach stattgefundener Vermessung auf Grund der Vermessungsurkunde bei gr. Domainenkasse St. Bl. und zwar

- a. Die unterpfändliche Forderung des Schul- und Armenfonds in L. an den genannten Fond (Ord.-Z. A 3, § 2);
- b. der Kaufschilling des Sägeplatzes (Ord.-Z. A 8, § 2) im Klumpen an den Gemeinderath in Schw., welcher hiemit zum Empfang und zur Ausstellung der dießbezüglichen Bescheinigung ermächtigt wird;
- c. an die übrigen Verkäufer unmittelbar oder an ordnungsmäßig Bevollmächtigte.

Sollten bis zur Zahlung des Kaufschillings für den einen oder anderen Verkäufer ein oder mehrere Jahreserträge von den verkauften Liegenschaften in Folge der Weganlage verloren gehen, so wird vom Käufer für je einen Jahresnaturalertrag ein 3/2prozentiger Zins des Kaufschillings an den Verkäufer vergütet.

§ 5.

Die Verkäufer verpflichten sich, ihre Vorzugsrechte nach vollständiger Bezahlung des Kaufschillings und etwaiger Zinsen im Grundbuch streichen zu lassen und der Domainenkasse pfandgerichtliche Bescheinigung über die geschehene Streichung zuzustellen.

§ 6.

Sämmtliche Kosten des Kaufes trägt der Käufer.

§ 7.

Steuern und Gemeindeumlagen haben die Verkäufer so lange zu tragen, bis das Ab- und Zuschreiben durch die Steuerbehörde erfolgt ist.

§ 8.

Die Genehmigung dieses Vertrages durch gr. Domainendirektion wird vorbehalten und bleiben die Verkäufer bis zu der ihnen hierüber gemachten Eröffnung an denselben gebunden, wogegen der Vertrag für das Aerar nach erfolgter Genehmigung als abgeschlossen zu betrachten ist.

Von Seiten der Verkäufer behalten sich gleichfalls vor:

- a. der Verwaltungsrath von Schw. die Zustimmung der Gemeinde;
- b. der Vormund der entmündigten Rath. W. die obervormundschaftliche Genehmigung zc.

§ 9.

Die Uebergabe der Grundstücke, soweit solche zur Weganlage nöthig sind, erfolgt alsbald, nachdem die in § 8 vorbehaltenen Genehmigungen ausgesprochen sind.

Vorstehender Vertrag wurde dreifach ausgefertigt und soll nach erfolgter Genehmigung je ein Exemplar behändigt werden: der Domainenbehörde, dem Gewährgericht und den Verkäufern, letzteres zu Händen des Gemeinderathes in Schw.

So geschehen zc.

Käufer.

Verkäufer und Betheiligte:

Ord.-Z. A 1.

u. f. w.

Bemerkung. Die Beifügung dieses Auszugs zum Kostenüberschlag geschah, um dem Anfänger einen Einblick in die Geschäftsbehandlung und einen Begriff von der häufigen Umfanglichkeit der vorbereitenden Arbeiten zu geben.

Beilage C

zum Kostenüberschlag des Fahrwegs durch den Ort Schwarzenbach und den Superioratswald.

Profil- Num- mern und Banuloose	Sta- tions- länge m	Kubinhalt des		Vom Ab- trage sind Felsen k/m	Dohlenbauten		Bemerkungen
		Abtrags	Auftrags		Länge	Lichtw.	
0+9m	9	281,6	221,9	140,8	6,6	0,50	Durch die Wehrthalstraße hindurch. Von Profil 1+9 - 2+15 Stützmauer, 33m lang, 1,5m hoch und durchschn. 0,9m dick. Von Profil 3-8 Trümmergestein, welches den Hang überlagert. Von Profil 9 an Erdarbeit. Bei Profil 13 Domainenwaldgrenze; von da Privatwaldfeld bis 24+9, Anfang der Wiesen; von 27+20 wieder Weidfeld. bei Profil 15. " " 20. " " 21. " " 22. 3 " Stütz von 24-27. 1 " bei Prof. 30. Von Profil 24+9 bis 27+20 Rasenabhub; von 31 bis mit 33 Stützmauerbau, 42m lang 3m hoch und 1m dick.
0+18	9	565,8	572,7	56,6			
0+27	9	675,5	688,5	67,6			
1	9	150,7	413,1	15,1			
1+9	9	10,5	80,6	1,0	8,4	0,50	
1+18	9	47,8	30,4	4,7			
2	18	105,3	147,4	26,3			
3	30	217,3	202,5	54,3			
4	27	224,0	115,4	56,0			
5	30	163,9	146,6	81,9			
6	39	117,6	181,1	58,8	8,1	0,50	
7	30	81,9	134,7	41,4			
8	90	225,2	307,0	112,6			
9	90	269,2	337,8	—	8,4	0,50	
10	30	84,8	78,6	—			
11	30	58,3	27,5	14,6			
12	30	55,9	48,6	14,0			
13	39	153,0	174,8	38,2			
I.	537,0	3488,3	3909,2	864,9			
	(Die übrigen Banuloose folgen der Abkürzung wegen mit ihren summarischen Beträgen.)						
13-33	603,0	1947,9	1501,5	907,8	6,0	0,50	je 5,4 0,50
II.					5,4	0,50	
					9,3	0,50	
					12,6	0,50	
					12,6	0,50	
33-34	Vicinalweg bei der Brücke						
33-58	753,0	3982,7	3293,2	1020,7	je 5,8	0,50	3 Dohlen zw. Prof. 34 u. 37
III.					6,0	0,50	1 " bei " 41
					6,0	0,50	1 " " " 43
					5,4	9,50	2 " " " 50 u. 53
					9,0	0,50	1 " } zw. " " 50 u. 53
					8,1	0,50	2 " und Verlegung einer Brunnenstufe z. P. 56 u. 58.
	Von Profil 34 beginnt Wiesen- gelände, von 41-43 mit Felsen — von Profil 49+6 Weidfeld						Von Prof. 38-42+27 Rampe. " " 38+9-39+9 Stütz- mauerbau, 27m lang, durch- schnittl. 2,1m hoch u. 0,9m dick. Bei Pr. 39 Bachverlegung auf 12m Länge, 1,8m Sohlen- breite und 1m Tiefe. Von Pr. 41+9-42+18 Bau einer Futtermauer, 36m lang, 2,25m hoch u. 0,9m dick. Von Prof. 53-57 Rampe.

Profil- Num- mern und Bauloofe	Sta- tions- länge m	Kubinhalt des		Vom Ab- trage sind Felsen k/m	Dohlenbauten		Bemerkungen						
		Abtrags	Auftrags		Länge	Richtw.							
								Kub.-Meter		Meter			
58-93 IV.	1516,5	2758,3	1907,3	184,6	6,0	0,50	} Von Prof. 64-66. 2 Stück, " 69-71. 2 " " 72 u. 74. 2 " " 75. 1 " zw. Prof. 77 u. 78. 1 " " " 79 " 81. 1 " " " 82 " 83. 1 " " " 86 " 87. 1 " } bei " 92 " 93.						
					5,4	0,50							
					6,6	0,50							
					6,0	0,50							
					5,4	0,50							
					9,0	0,50							
					6,6	0,50							
					4,8	0,50							
					5,4	0,50							
					7,2	0,50							
					6,6	0,50							
					5,4	0,50							
					93-144 V.	2866,5		7669,9	6442,8	513,9	5,4	0,50	} Profil 93 bei Abth. Stein A zwischen Abth. 7 u. 9. 1 Dohlen bei Profil 98. 2 " " " 99 u. 100 breit | 1 Dohle zw. P. 101 u. 102 hoch | 6,0 0,50 6,0 0,50 5,4 0,50 5,4 0,50 6,6 0,50 5,4 0,30 6,9 0,50 4,8 0,30 8,7 0,60 " " 126-127 4,2m breit und " " " 0,3-0,5m tief. 6,0 0,50 5,4 0,50 5,7 0,50 5,4 0,30 6,0 0,50 5,4 0,50 1 Stück zw. Prof. 133 u. 134 1 " " " 135 " 136 2 " " " 136 " 138 1 " " " 139 " 138 } 2 " zw. " 139 " 141
5,1	0,50												
7,2	0,60												
1,00													
6,0	0,50												
1	" " " 108 " 109												
1	" " " 110 " 111												
2	" " " 116 " 117												
2	" " " 118 " 119												
3	" " " 120 " 124												
2	" " " 124 " 125												
2	" " " 125 " 126												
1	" " " 128 " 129												
144-160 VI.	1024,0	2998,2	2723,9	-	6,0	0,50	} 2 " " " 147 " 149 1 " " " 149 " 150 1 " " " 151 " 151 2 " zw. " 152 " 154 1 " " " 154 " 155 1 " " " 155 1 " zw. " 155 " 156 1 " " " 156 " 157 2 " " " 156 " 157 2 " " " 157 " 159 Auf der ganzen Baulinie Ein- setzen von Abweisssteinen.						
					9,0	0,50							
					9,0	0,50							
					6,3	0,50							
					5,4	0,50							
					4,8	0,30							
					5,4	0,50							
					5,4	0,50							
					5,1	0,50							
					Bauloos	Zusammenstellung							
						I.		537,0	3488,3	3909,2	864,9	31,5	-
						II.		603,0	1947,9	1501,5	907,8	54,9	-
						III.		753,0	3982,7	3293,2	1020,7	65,4	-
IV.	1516,5	2758,3	1907,3	184,6		85,8	-						
V.	2866,5	7669,9	6442,8	513,9		148,5	-						
VI.	1024,0	2998,2	2723,9	-		78,6	-						
Σa.	7300,0	22845,3	19777,9	3491,9	464,7								

Additional material from *Die Bauarbeiten, Kostenüberschläge
und der Gesamtbau im Wirtschaftlichen Betriebe*,
ISBN 978-3-662-01916-0, is available at <http://extras.springer.com>

