



Der Wasserbau an den Binnenwasserstrassen

Mylius, Bernhard

Berlin, 1906

Abschnitt 5. Erdarbeiten.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-82111](https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:466:1-82111)

Abschnitt 5.

Erdarbeiten.

A. Allgemeines.

Die Erdarbeit umfaßt 1. die Gewinnung und 2. die Förderung des Bodens. Die Gewinnung begreift in sich das Lösen des Bodens und das Laden in Fördergefäße, die Förderung dagegen die Fortschaffung und die Ablagerung des Bodens.¹⁾ Muß die Ablagerung besonders sorgfältig geschehen, z. B. wie bei einem Deich, so spricht man von dem Verbauen des Bodens. Zu den Erdarbeiten gehören ferner auch Einebenungsarbeiten (Planieren) und Böschungsarbeiten (d. i. Regelung und Bekleidung der Böschungen). Bei den Erdarbeiten geschieht — im Gegensatz zu den Baggerarbeiten — die Bodenlösung im Trockenen.²⁾

Die Bodengewinnung erzeugt einen Abtrag, die Ablagerung einen Auftrag. Der Abtrag besteht in einer Vertiefung unter dem Gelände (Ausgrabung, Grube, Einschnitt), der Auftrag in einer Erhöhung über dem Gelände (Anschüttung, Ablagerung, Damm). Unter Einschnitt versteht man eine regelrechte, schmalere Ausgrabung durch eine Bodenerhebung hindurch, also eine Art Einkerbung im Gelände (z. B. Wegeeinschnitt, Kanaleinschnitt, Eisenbahneinschnitt). Die Abträge (Ausgrabungen, Gruben, Einschnitte) bestehen aus der Sohle und den Wänden, die Aufräge (Anschüttungen, Ablagerungen Dämme) aus der Krone und den Wänden.

Erdarbeiten werden zu den verschiedensten Zwecken ausgeführt, z. B. zur Ausschachtung von Baugruben. Die Baugrube ist nur eine vorübergehende Bodenvertiefung. Der abgetragene Boden wird in der Nähe vorläufig abgelagert (ausgesetzt), um das Bauwerk nach seiner Herstellung damit zu hinterfüllen.

¹⁾ Wird der gelöste Boden nur einfach geworfen, so trifft die obige Einteilung nicht vollständig zu.

²⁾ Nur ausnahmsweise kann Boden unter Wasser bis zu einer Tiefe von etwa 40 cm gegraben werden.

Erdarbeiten werden ferner ausgeführt zur Anlegung von Gräben, Entwässerungs- und Schiffahrtskanälen, von Häfen, Durchstichen und Abstichen zur Begradiung von Flußkrümmungen usw. (Hier ist der Hauptzweck die Herstellung von bleibenden Bodenvertiefungen.) Ferner zur Herstellung von Deichen, Hafendämmen, Strombauwerken. (Hierbei ist die Herstellung eines dammartigen Auftrages der Hauptzweck.)

Sodann werden Erdarbeiten (sowohl zur Herstellung von Einschnitten wie Aufträgen) ausgeführt zur Anlegung von Wegen, Leinpfaden, Eisenbahnen, Straßen usw., ferner zur Beschwerung von Packwerkslagen bei Strombauwerken, zur Abflachung zu steiler Uferböschungen, zur Einebnung von Kies- und Sandhügeln in Buhnenfeldern oder auf Vorländern und zu anderen Regelungsarbeiten.

B. Gestaltung der Querschnitte.

1. Die Böschungsneigung. Keine Erdart hält sich im Abtrag oder Auftrag auf die Dauer mit senkrechten Wänden; diese müssen vielmehr geneigt sein, d. h. eine Böschung bilden.

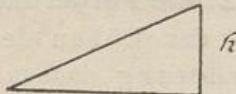


Abb. 36.

Die Böschungsneigung wird ausgedrückt durch das Böschungsverhältnis, nämlich das Verhältnis der Höhe h des Böschungsdreiecks zur Grundseite b (Abb. 36), also $h:b$.

Bei 1 facher Böschung ist $b = h$; das Böschungsverhältnis ist also dann $h:h$ oder $1:1$; bei $1\frac{1}{2}$ facher Böschung ist $b = 1,5 h$; das Böschungsverhältnis ist also $h:1,5 h$ oder $1:1,5$ usf.

Folgende Böschungsverhältnisse kommen bei Erdarbeiten häufiger vor: $1:1$; $1:1,5$; $1:2$; $1:2,5$; $1:3$; $1:4$; aber auch $1:3/4$; $1:1/2$; $1:1/4$ usw.

Allgemeine Regeln für die Wahl des Böschungsverhältnisses.

Anm. Nachstehend sind die Böschungen der Auf- und Abträge (außer Baugruben) berücksichtigt, d. i. mit Flachrasen belegt oder mit Mutterboden gedeckt und angesät.

I. Erdböschungen, welche stets im Trockenen bleiben, macht man allgemein $1:1,5$, z. B. die Böschungen der Einschnitte und Dämme bei Eisenbahnen, Kunststraßen, Wegen und die Böschungen von Schiffahrtskanälen, soweit sie über Wasser liegen. Dies Böschungsverhältnis ist darauf begründet, daß die meisten Erdarten, wenn sie trocken oder erdfeucht geschüttet werden, sich $1:1,5$ — oder etwas steiler — natürlich abböschten.¹⁾ (Nur reiner trockener und nasser Sand böschten sich flacher. Man böscht daher solche Sandanschüttungen $1:2$.)

¹⁾ Die Böschung, welche sich bei einer trockenen Bodenaufschüttung von selbst bildet, nennt man die natürliche Böschung. Sie ist meistens zwischen $1:1,5$ und $1:1$ geneigt.

Anm. Die Wände der Baugruben — falls sie nicht aus trockenem Sande bestehen oder quellig sind, oder Grundwasser in die Grube tritt — böscht man wegen der vorübergehenden Dauer 1:1. Bei niedrigen Baugruben, etwa 1,3 m tief, z. B. Rohrgräben und dergl. kann man bis 1:1/2 und sogar 1:1/4 gehen; bisweilen sind in diesem Falle sogar senkrechte Wände für den vorübergehenden Zweck hinreichend standfähig.

II. Erdböschungen, welche quellig sind oder nach Fertigstellung in ruhiges oder mäßig fließendes Wasser kommen, macht man mindestens 1:2, Böschungen für stärker fließendes oder sonst bewegtes Wasser (Schiffsverkehr) 1:2,5 bis 1:3, z. B. für Entwässerungs-kanäle, Flußdurchstiche, Schiffahrtskanäle, Deiche.

Anm. Gewöhnliche Gräben, die wenig oder nur zeitweise Wasser führen, böscht man stets 1:1,5, z. B. die Seitengräben bei Eisenbahnen, Kunststraßen, Schiffahrtskanälen, Wegen usw., ferner gewöhnliche Ableitungs- und Vorflutgräben.

III. Böschungen, die stark strömendes Wasser oder Wellenschlag auszuhalten haben, böscht man 1:3 bis 1:4, z. B. Stromufer und äußere Deichböschungen, Hafendämme.

IV. Böschungen, über welche zeitweise das Wasser hinwegströmt (überschlägt) macht man 1:5 bis 1:8, z. B. die Binnenböschung der Überlaufstrecken bei Hochwasserdeichen.

V. Müssen die Böschungen der bleibenden Abträge oder Aufträge wegen Platzmangels oder aus anderen Gründen wesentlich steiler ausgeführt werden, als vorstehend unter I. bis IV. beschrieben ist, so müssen sie angemessen befestigt werden, und zwar den Umständen nach: mit Kopfrasen, Packwerk, Pflaster, Steinschüttung, Steinpackung, Bohlenwänden, Pfahlwänden, Trockenmauern, Stützmauern.

VI. Müssen die Baugrubenwände wegen Platzmangels oder aus anderen Gründen steiler ausgeführt werden, als sie sich selbst tragen können, besonders wenn sie senkrecht ausgeführt werden müssen, so sind sie abzusteifen; dies geschieht durch versteifte Bretter- und Bohlenwände, Pfahlwände, Stützwände und Spundwände.

2. Schutzstreifen. Weder die Abträge (Gruben, Einschnitte), noch die Aufträge (Ablagerungen, Dämme) dürfen hart bis an die Grenze des Nachbargrundstückes reichen. Zwischen der äußersten Böschungskante und der Grenze muß vielmehr ein Schutzstreifen von mindestens 0,60 m Breite freigelassen werden, bei wenig standfähigem, zu Rutschungen geneigtem Boden, besonders auch bei Baugruben, entsprechend mehr. Der Schutzstreifen dient dazu, um das Nachbargrundstück bei vorkommenden Rutschungen nicht in Mitleidenschaft zu ziehen, auch um es bei vorkommenden Instandsetzungen nicht betreten zu brauchen. Schachtgruben im Vorlande der Stromdeiche werden mindestens 2,5 m von der Grundstücksgrenze, 5 m von dem Schutzstreifen einer Straße, einer Eisenbahn oder eines Kanals und mindestens 10 m von dem äußeren Deichfuße entfernt angelegt.

3. **Berme** (Bankett). Berme ist ein wagerechter Erdabsatz zwischen zwei nach derselben Richtung geneigten Böschungsflächen.

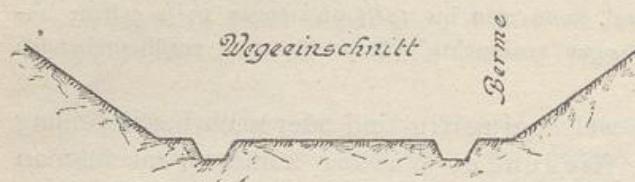


Abb. 37.

Böschung, 0,50 bis 0,60 m breit (Abb. 37 und 38). Die Berme hat hier den Zweck, für den Fall von Abrutschungen die rutschende Erde von dem Graben fernzuhalten, ferner den Grabenabbaum auf der Berme vorübergehend stapeln zu können. Denselben Zweck hat die Berme — meist über 0,60 m breit — bei tief eingeschnittenen Entwässerungskanälen (Abb. 39).

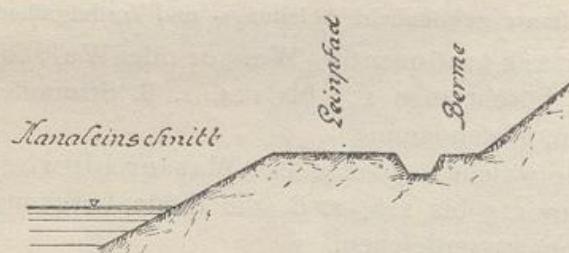


Abb. 38.

Bei Schiffahrtskanälen wird meistens in Höhe des gewöhnlichen Wasserstandes, oder wenig tiefer, eine Berme angeordnet, um den Angriff des Wellenschlages auf die Uferböschung zu vermindern (Abb. 40). Eine derartige Berme wird mit Schilf bepflanzt oder sonst angemessen



Abb. 39.



Abb. 40.

befestigt. Auch bei Baugrubenböschungen, welche zu Rutschungen neigen, werden zu größerer Sicherheit Bermen angeordnet. Von Dämmen werden öfters die Hochwasserdeiche binnenseitig mit einer Berme von größerer Breite zwecks Verstärkung des Deichquerschnittes in seinem unteren Teile versehen,¹⁾ dann aber auch sehr hohe Dämme (Eisenbahndämme, Wegedämme), beiderseitig, um beim Nachsacken der Dammkrone diese jederzeit mit dem unter der Berme anstehenden Boden wieder aufzuhöhen zu können.

¹⁾ Siehe weiteres unter Deichbau: Verstärkungsbankett, Fußdeich.

4. Arbeitsraum bei Baugruben. Die Baugrubenböschung darf nicht bis unmittelbar an das Grundwerk des herzustellenden Bauwerkes herangeführt werden. Es muß zwischen diesem und der unteren Böschungskante vielmehr ein angemessener Zwischenraum als Verbreiterung der Baugrubensohle, sog. Arbeitsraum, belassen werden, je nachdem 1,0 m breit oder weniger (Abb. 41). Man hat sich in jedem Einzelfalle die Verrichtungen vorzustellen, welche durch den Arbeitsraum ermöglicht oder erleichtert werden sollen, und danach die ganze Breite der Baugrubensohle zu bestimmen.

5. Seitengräben bei Einschnitten und Dämmen. Bei der Ausführung der

Einschnitte wird häufig im Erdboden befindliches Grund- oder Quellwasser erschlossen, für dessen Ablauf gesorgt werden muß; anderseits geben die Einschnitte bei Regenzeiten zur Ansammlung von Wasser Gelegenheit, welches unschädlich abgeleitet werden muß. Daher werden Einschnitte längs ihrer Sohle mit besonderen Gräben versehen, z. B. Eisenbahn- und solche Wegeeinschnitte, welche nur ein geringes Längsgefälle haben, auch Einschnitte von Schiffahrtskanälen neben dem Leinpfade (Abb. 37 und 38). Die Grabensohlen werden mindestens 0,30 m, gewöhnlich 0,50 m breit angelegt, die Böschungen 1 : 1,5 geneigt. Die Grabentiefe beträgt mindestens 0,30 m, gewöhnlich 0,50 m. Wenn der Einschnitt schon ein Sohlengefälle hat, so erhält der Graben das gleiche Gefälle, andernfalls muß der Graben für sich ein besonderes Gefälle erhalten. Bei tiefen Einschnitten ist längs am oberen Rande außerhalb zuweilen ein sogenannter Fanggraben nötig, um fremdes Wasser von dem Einschnitt fernzuhalten. Quellige Einschnittsböschungen werden zur Vermeidung von Rutschungen durch Drainröhren oder Sickerkanäle, die das Wasser in den Einschnittsgraben leiten, trockengelegt.

Wenn Dämme auf quergeneigtem Gelände errichtet werden müssen, so wird auf der oberen Seite längs des Dammes ein Graben nötig (Abb. 42), damit sich bei Regenwetter nicht am Dammfuß eine Wassermulde oder Rinne ausbilde, die zur Durchweichung des Dammes oder zur Abspülung der Dammerde Veranlassung geben könnte, auch zur Versumpfung oder sonstigen Beschädigung der angrenzenden Grundstücke führen würde. Zwischen Graben und Damm bleibt möglichst eine Berme stehen. Der Seitengraben wird längs des

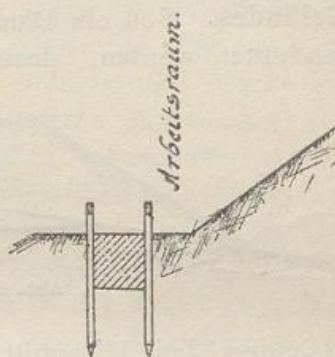


Abb. 41.

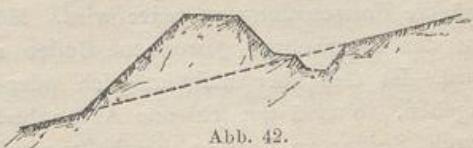


Abb. 42.

Dammes bis zum tiefsten Geländepunkte der vom Damm durchsetzten Geländemulde geführt und muß dort mittels eines Durchlasses (meist einfaches Rohr) quer durch den Damm talwärts geführt werden.

6. Dämme und Anschnitte bei starker Querneigung des Geländes. Soll ein Damm auf einem lehmigen oder tonigen Gelände geschüttet werden, dessen Querneigung stärker ist als 1:10, so

empfiehlt es sich, dieses vor Ausführung der Schüttung, wie nebengezeichnet, abzutreppe, um späteren Rutschungen vorzubeugen, die sich



Abb. 43.

besonders bei Hinzutritt von Wasser ereignen könnten (Abb. 43). Für die Trockenlegung wasserhaltiger Stellen an der Grundsohle des Dammes ist durch Drainröhren, Sickerkanäle u. dergl. außerdem Sorge

zu tragen. Soll ein Weg Leinpfad oder eine Eisenbahn durch Gelände mit sehr starker Querneigung geführt werden, so ist es häufig vorteilhaft, den Weg usw. in den „Anschnitt“ zu legen, d. h. den Querschnitt zur Hälfte als Abtrag und

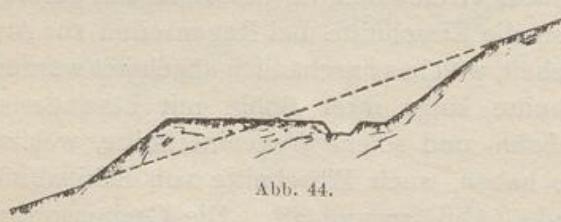


Abb. 44.

zur Hälfte als Auftrag anzurichten (Abb. 44). Auch im Anschnitt ist meist ein Seitengraben auf der Bergseite erforderlich.

C. Ausführung der Erdarbeiten.

7. Vorbereitung der Erdarbeiten.

Massenverteilung. Bei größeren Erdarbeiten, besonders zu Wegen, Eisenbahnen, Schiffahrtskanälen, auch anderen Erdbauten, bei welchen Einschnitte öfters mit Dämmen abwechseln, muß vor der Ausführung eine besondere Massenverteilung festgestellt werden, um zu entscheiden, inwieweit der aus den Einschnitten gewonnene Boden in den nächsten Dammstrecken oder in sonstigen Aufträgen untergebracht werden kann, und wie weit er so bewegt werden kann, ohne daß die Fortschaffung zu teuer wird. Meistens ist es am günstigsten, wenn der aus den Einschnitten gewonnene Boden zu den Dammstrecken ganz verbraucht wird. Ist dies aber nicht möglich oder würden sich so zu große Förderweiten ergeben, so muß der fehlende Auftragboden stellenweise außerhalb des Baufeldes durch Seitenentnahme beschafft werden. Wenn die Einschnitte mehr Boden ergeben als in den benachbarten Dämmen untergebracht werden kann, muß der überschließende Boden in Seitenablagerungen ausgesetzt werden. Bei Hochwasserdeichen findet z. B. fast nur Seitenentnahme (aus sog. Schachtgruben) statt, bei Schiffahrtskanälen vielfach Seitenablagerungen.

Absteckungen. Vor dem Beginn der Erdarbeiten sind gemäß dem Entwurfsplan, oder nach der sonst getroffenen Anordnung, die nötigen Absteckungen vorzunehmen. Zunächst ist es nötig, die Mittellinie des Baugegenstandes oder eine andere geeignete Hauptlinie abzustecken und einzuteilen (zu stationieren), sowie die Abmessungen der Hauptquerschnitte (Profile) durch Pfähle, Stangen und Böschungslehren zu vermerken. Bei Einschnitten, deren Böschungen mit Mutterboden oder Rasen bekleidet werden sollen, müssen für die Ausschachtung die Breitenmaße um die Bekleidungsstärke vergrößert, bei Dämmen, die so bekleidet werden sollen, die Breitenmaße für die Anschüttung entsprechend verkleinert werden. Die Erdmassenberechnung — auch bei der Bauabnahme — wird dagegen in der Regel nach den Maßen der Zeichnung, d. h. nach den Maßen des fertig bekleidet gedachten Einschnittes oder Dammes durchgeführt. (Der Unternehmer bekommt meistens die Bekleidung mit Mutterboden oder Rasen noch besonders bezahlt.)

Hilfsvorkehrungen. Werden durch den Bau Wege oder Gräben durchbrochen, so ist vor Beginn der Arbeiten für die Verlegung dieser zu sorgen. Geschieht die Bodenförderung über Gräben, Bäche oder andere Wasserzüge hinweg, so sind Notbrücken oder Notstege anzulegen, wenn man nicht bestehende Brücken oder Stege benutzen kann. Zur Abhaltung des Wassers von Baugruben sind Fanggräben oder auch Abdämmungen (Fangedämme) zur Ausführung zu bringen, mit fortschreitendem Bau Einfriedigungen zum Schutze für Fußgänger und Fuhrwerke herzustellen usw.

Reinigung des Baufeldes. Die für einen Damm oder andere Anschüttungen bestimmte Grundfläche muß vor Beginn der Erdarbeit von Bäumen, Sträuchern, Stubben, größeren Steinen, Hecken, Moor und Schlamm usw. gereinigt werden, damit die Anschüttung sich gleichmäßig setzen kann und sich dem Gelände fest anfüge. (Bei Einschnitten und sonstigen Abgrabungen versteht sich die Beseitigung der vorgenannten Gegenstände von selbst.) Die Arbeiten zur Beseitigung von Bäumen, Sträuchern und Stubben usw. nennt man Rodungsarbeiten.

Auf allen zu Abgrabungen oder Dammschüttungen bestimmten Flächen ist der Rasen und Mutterboden sorgfältig abzudecken und zur späteren Verwendung für die Bekleidung der Böschungen seitwärts aufzusetzen.

8. Gewinnung und Förderung des Bodens.

- Die Gewinnung (Lösen und Laden in die Fördergefäß(e)) geschieht hauptsächlich mit der Schaufel (Spaten, Schippe). Bei härteren und zäheren Bodenarten wird die

Lösung außerdem durch Hacken oder Keile unterstützt (s. Seite 57), z. B. mit der Breithacke (Abb. 51) bei Boden, der mit losen Steinen durchsetzt ist, ferner bei Ton und Kies; mit der Spitzhacke (Kreuzhacke, Abb. 52) Keilhau oder mit Keilen (Abb. 53) bei Trümmergestein, ferner bei mit Ton oder Lehm verkittetem Gerölle, desgleichen bei verwittertem Gestein, faulem oder klüftigem Fels; hierbei wird außerdem die Brechstange verwendet.

Man rechnet für die Gewinnung von 1 cbm Abtragboden folgende Stundenzzeit und — die Stunde zu 0,20 M. Arbeitslohn gerechnet — folgende Kosten für die verschiedenen Bodenarten:

1 cbm Dammerde oder feineren Sand	0,75	Stunde; 0,15	M.
1 " groben Sand oder Kies	1,0	"	0,20 "
1 " lehmigen Kies, der noch mit der Schaufel zu lösen ist	1,5	Stunden	0,30 "
1 " gewöhnlichen Lehmboden (mit Breithacke und Schaufel zu lösen)	2,0	"	0,40 "
1 " Ton, strengen Lehm und Gerölle (mit Spitzhacke und Keilen zu lösen)	3,0	"	0,60 "
1 " verwittertes Gestein (sogenannter fauler Fels), welcher noch mit Spitzhacke, Keilhau, Keilen und Brechstange ohne Sprengmittel zu lösen ist	4,5	"	0,90 "

b) Förderung des Bodens (Fortschaffung und Ablagerung)
Unter gewöhnlichen Verhältnissen kommen folgende Hauförderungsarten in Betracht:¹⁾

1. bis zu Förderweiten von etwa 150 m die Förderung mit Schiebkarren, die auf Karrdielen geschoben werden (über 150 m wird diese Förderung zu teuer)
2. über 150 m die Förderung mit Kippwagen, die auf Schienengleisen laufen, und zwar durch Mensch bewegt bis 500 m, mit Pferden bis 1500 m Weite.

Anm. An Stelle von 2. waren früher und sind vereinzelt noch im Gebrauch bis zu Förderweiten von 400 m Handkippkarren (zweiräderig) mit $\frac{1}{3}$ c Inhalt, die von zwei Arbeitern an einem Langbaum mit Querholz auf Karrdielen gezogen werden;

bis 1200 m Pferdekippkarren (desgl.) mit 0,5 bis 0,6 cbm Inhalt, 1,2 m Spurweite, die von einem Pferd gezogen werden. An Stelle der Karrdielen sind hier L-Eisen in Gebrauch.

An Wasserstraßen kommt außerdem das Verfahren des Bodens mit Prahm und Schiffen in Betracht.

¹⁾ Der einfache Wurf mit der Schippe wird bis zu 4 m angewendet.

Die Förderung zu 2. (Kippwagen auf Schienengleisen) ist bei größeren Bodenmengen auch schon für kürzere Entfernungen als 150 m vorteilhaft und im Gebrauch. Bei größeren Erdarbeiten werden zum Verfahren der Kippwagen auf Schienengleisen auch Lokomotiven benutzt, z. B. bei großen Deichbauten, Kanal-, Hafenbauten usw.

Die Förderungskosten sind bei umfangreicherer Erdarbeiten etwa folgendermaßen einzuschätzen:

1 cbm mit Schiebkarren auf	40 m . . .	0,15 M.
I " " "	100 " . . .	0,25 "
I " " "	150 bis 200 " . . .	0,40 "
I " " Gleis-Kippwagen "	150 " . . .	0,30 "
I " " "	200 " . . .	0,35 "
I " " "	500 " . . .	0,50 "
I " " "	800 " . . .	0,60 "
I " " "	1000 " . . .	0,65 "
I " " "	1500 " . . .	0,75 "

Die Erdmassen werden stets, wenn nicht etwas anderes ausdrücklich festgesetzt ist, besonders bei Unternehmerbauten, im Abtrage gemessen und danach berechnet und bezahlt.

Mäßige Steigungen der Förderbahn, bei Schiebkarren bis 1:20 und bei Schienengleisen etwa bis 1:80, sind ohne merklichen Einfluß auf die Förderungskosten. Stärkere Steigungen erschweren die Förderung bedeutend.

Bei Steigungen ist im allgemeinen für 1 m Hebung den vorgenannten Förderungskosten für 1 cbm hinzuzusetzen:

bis 100 m Weite	2,5 Pf.
100 " 500 "	2,0 "
500 " 1500 "	1,0 "
über 1500 "	0,5 "

Der Bauunternehmer muß für Geräte zu den Gewinnungs- und Förderungskosten noch $1/10$ hinzurechnen. Die Bauverwaltungen veranschlagen die Beschaffung und Unterhaltung der Geräte meist besonders.

Verlorene Steigungen sind bei Anlegung der Förderbahnen möglichst zu vermeiden.

Die tätige Anzahl Schiebkarrenarbeiter mit Geräten an einer Gewinnungsstelle nennt man einen Karrenschacht; die tätige Anzahl Gleis-Kippwagen-Arbeiter mit Geräten und den etwa vorhandenen Pferden einen Kippwagenschacht. Bei jedem Schacht befindet sich ein Vorarbeiter, bei größeren Schächten oder mehreren zusammen außerdem ein Schachtmeister, Aufseher.

Der Inhalt einer Schiebkarre ist $1/12$ bis $1/16$ cbm, durchschnittlich also $1/14$ oder 0,07 cbm, der Inhalt der gebräuchlichsten Gleis-

Kippwagen $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ cbm. Es kommt bei der Förderung darauf an, die Förderbahnen so zu legen und die Aufsicht so zu führen, daß der Karren- oder der Kippwagenschacht unter verständiger Ausnutzung der Menschen- oder Pferdekräfte am Arbeitstage möglichst viele Fahrten vollbringt und daß dabei die Fördergefäße hinlänglich gefüllt sind. Die Zahl der Fahrten, multipliziert mit dem Bodeninhalt der tätigen Fördergefäße, ergibt die Menge des bewegten Bodens in aufgelockertem Zustande. Will man die entsprechende feste, d. h. „im Abtrage“ zu messende Bodenmenge danach schätzen, so muß man das Auflockerungsverhältnis (vergl. Ziffer 10) in Rechnung stellen, die bewegte Bodenmenge also entsprechend verkleinern.

9. Arbeitsvorgang bei Ab- und Aufträgen. Bei Abträgen schneidet man längs einer Seite des Abtragfeldes zuerst einen etwa 1 m tiefen Fördergraben ein (1 in Abb. 45), nachdem die Karrbahn oder das Schienengleis längs neben der inneren Seite dieser Grabenfurche verlegt ist. In dem Maße, wie dann die innere Grabenwand weiter abgeschachtet, der Graben also verbreitert wird, wird auch die Förderbahn weiter gerückt. Sobald die entstandene Grube genügend breit geworden ist, wird auf ihrer Sohle an der vorbezeichneten Längsseite nach Bedarf ein zweiter Fördergraben angelegt und eine zweite

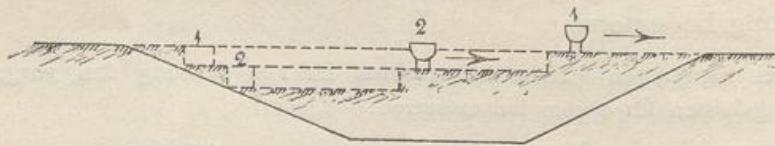


Abb. 45.

Förderbahn (Karrfahrt oder Gleis) eingerichtet (2 in Abb. 45). In solcher Weise können die Abträge an verschiedenen Punkten in Angriff genommen werden. Die Ausschachtung schreitet dann treppenartig fort (Treppenbau). Alle Einschnitte sind ansteigend — also in der Richtung bergan — in Angriff zu nehmen, damit die Entwässerung bergab ungehindert erfolgen kann. Nötigenfalls ist für die Ableitung des sich in dem Einschnitte sammelnden Wassers noch besonders Sorge zu tragen.

Lagenschüttung bei Aufträgen. Bei Aufträgen legt man die Förderbahn (Karrbahn, Gleis) zuerst an eine Längsseite des Baufeldes und stellt durch den an der inneren Seite ausgekippten Boden eine dammartige Erhöhung her (von der Höhe der zu schüttenden Lage, höchstens 0,50 m hoch), auf die man alsdann die Förderbahn verlegt (1 in Abb. 46). Die weitere Bodenablagerung geschieht dann von dieser erhöhten Bahn zur Seite längs derselben, indem die Förder-

bahn immer auf dem neugeschütteten Boden weiter verlegt wird, so fortschreitend über die ganze zu schüttende Breite. Rückkehrend wird dann die zweite Lage geschüttet (2. in Abb. 46), dann die dritte Lage

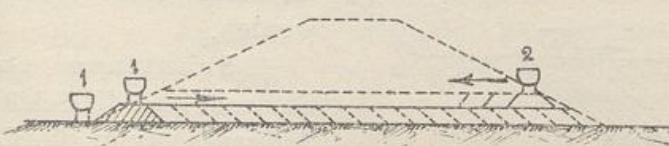


Abb. 46.

usw. Soll eine sehr breite Anschüttung an zwei Stellen in Angriff genommen werden, so würde die zweite Förderbahn zuerst in die Mitte der Anschüttung zu legen sein und diese dann fortschreitend immer die rechte Hälfte derselben beschütten, während die erste die linke Hälfte besorgt. Lagenschüttung ist bei Dämmen immer nötig, besonders bei Hochwasserdeichen, um das nachträgliche Setzen (Sacken) der Anschüttung möglichst zu vermindern. Für Deiche sollen die einzelnen Lagen bei Schiebkarren-Förderung nicht mehr als 20 bis 30 cm, bei Kippkarren- oder Gleis-Kippwagenförderung mit Pferdebetrieb nicht mehr als 30 bis 50 cm stark geschüttet werden. Die einzelnen Lagen sind roh abzugleichen (einzuschlichten) und, besonders bei Karrenbetrieb, mit 25 kg schweren Handrammen zu stampfen. Bei Kippkarren- oder Gleis-Kippwagenbetrieb mit Pferden ist das Stampfen unter gewöhnlichen Verhältnissen weniger notwendig, weil durch die Schwere und häufige Verlegung der Förderbahn schon eine gewisse Dichtung des Auftrages herbeigeführt wird. Bei Verwendung von stückigen Bodenarten (Lehm, Ton) ist aber auch hier ein Stampfen der Lagen mit der Handramme immer erforderlich. Muß ein Deich sehr schnell geschüttet werden, z. B. bei Schließung eines Deichbruches, so kann man die Lagen 0,50 bis 0,70 m stark nehmen, wenn man sie mit einer Chausseewalze abwalzt. Bei reinem Sande ist das Stampfen wirkungslos und zu unterlassen.

Gefrorene oder durchnässte Bodenmassen dürfen zur Schüttung nicht verwendet werden. Vergängliche Stoffe, wie Holz u. dergl., sind ganz fernzuhalten.

Bei der Hinterfüllung von Bauwerken (Brückenwiderlagern, Ufermauern, Schleusen usw.) muß die Hinterfüllungserde in ganz dünnen Lagen von 0,10 bis 0,15 m Dicke geschüttet und möglichst jede Lage tüchtig gestampft werden. Beim Beginn der Hinterfüllung ist besonders sorgfältig darauf zu achten, daß eine gute Ausfüllung der Zwischenräume zwischen dem Mauerwerke und den etwa vorhandenen Pfahl- oder Spundwänden und ein fester Anschluß des einzustampfenden Bodens an diese stattfindet. Etwa verbleibende Hohlräume würden bei Schleusen,

Wehren und ähnlichen Bauwerken leicht zur Entstehung von Wasseradern und gefährlichen Hinterspülungen Veranlassung geben. Froststücke dürfen zur Hinterfüllung durchaus nicht mit verwendet werden.

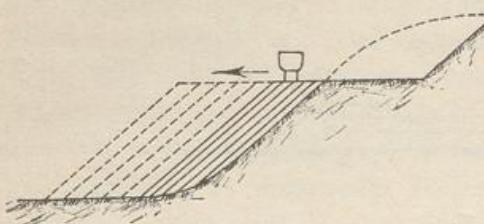


Abb. 47.

des Auftrages fortschreitend abgestürzt wird (Abb. 47). Vorkopfschüttungen können nur da zugelassen werden, wo es auf Dichtheit der Anschüttung und auf nachträgliches Setzen weniger ankommt.

10. Auflockerung bei der Bodengewinnung. 1 cbm Abtragmasse ergibt, im Auftrag gemessen, mehr als 1 cbm Boden, nämlich (sogleich nach erfolgter Schüttung) bei Sand und Kies annähernd 1,15, bei Lehm, Mergel und dergl. 1,25, bei festem Ton 1,30, bei Felsen 1,40 cbm. Durch hinlängliches Setzen des Auftrages vermindert sich aber die Auflockerung bedeutend. Es verbleibt zuletzt nur eine geringe dauernde Auflockerung, und zwar bei Sand von 1,01, bei Lehm 1,03 bei Ton 1,05, bei Felsen 1,09 cbm.

11. Sackmaß bei den Anschüttungen. Jede Anschüttung versackt allmählich; man muß die Schüttung daher höher ausführen als sie nach dem Entwurfe sein soll, d. h. ihr eine „Überhöhung“, ein

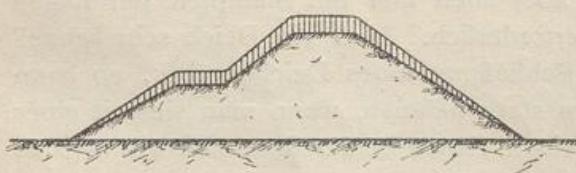


Abb. 48.

„Sackmaß“ geben; dies ist auch in den Fällen nötig, wenn die Schüttung gemäß Ziffer 9 in Lagen erfolgt und durchgestampft ist. Die Sackung ist ohne Stampfen für erdige und lehmige

Bodenarten durchschnittlich $1/10$, für Sandboden etwa $1/15$ bis $1/25$, für Kies etwa $1/25$ bis $1/50$, für Torf bis zu $1/2$ der geschütteten Höhe anzunehmen, bei Stampfen etwa die Hälfte dieser Sackmaße. Die Breitenabmessungen der Anschüttungen bleiben dabei unverändert. Die Böschungen werden mithin infolge der Überhöhung bei der Ausführung steiler angelegt, als sie entwurfsmäßig sind. In Abb. 48 ist der Körper des Sackmaßes schraffiert.

12. Dammschüttung auf moorigem Untergrunde. Mooriger Untergrund ist für hohe Dammschüttungen nicht tragfähig. Das Moor weicht unter dem Drucke der Schüttung nach beiden Seiten aus, so

daß der Damm einsinkt. Die Schüttung muß dann so lange fortgesetzt werden, bis der Damm zur Ruhe kommt, d. i. bei weichem Moor, bis die Schüttung den unter dem Moor befindlichen festen Grund erreicht. Die Tiefe des festen Grundes ist vorher genau festzustellen, um die Schüttungsmasse danach berechnen zu können. Bei festerem Moor müssen in der zu beschüttenden Fläche Längsgräben ausgehoben werden, um das Einsinken des Schüttungsbodens dadurch zu befördern. Das zwischen den Gräben stehend bleibende Moor wird von der Schüttung zusammengepreßt und hilft mitzutragen; der Damm kommt jedoch im wesentlichen auf den durch die Gräben geschütteten Boden zu stehen. Zur Durchschüttung eignet sich Sand am besten.

Niedrige Dämme werden von Mooren ohne Durchschüttung hingänglich getragen, besonders wenn sie gleichsam schwimmend hergestellt werden, z. B. Fußwege mit leichtem Verkehr und Leinpfade bei Schiffahrtskanälen. Als Unterlage für solche Wege wird eine Faschinenbettung und zur Schüttung sehr leichter Boden, z. B. Torf angewendet. Gegen das Schwinden des Torfes durch Trocknung wird die Krone des Weges mit Sand überdeckt.

13. Bekleidung der Böschungen. Die Böschungen der Einschnitte und Dämme werden nach gehöriger Abgleichung gewöhnlich entweder mit Rasen oder mit Mutterboden bekleidet; der letztere wird besät. Die Stärke der Rasenschicht (Flachrasen) beträgt 8 bis 10 cm, die Stärke der Mutterbodenschicht, je nach der Art des Böschungsbodens, 0,15 bis 0,25 m, und zwar die größere Stärke über reiner Kies- oder Sandböschung. Ist der Böschungsboden selbst gut graswüchsig, so kann der Mutterboden ganz fortbleiben; es wird dann unmittelbar auf den Böschungsboden gesät. Besteht die Böschung aus fetten Bodenarten (Ton), so ist sie vor Aufbringung des Mutterbodens mit Rillen oder Abtreppungen zu versehen. Nach dem Aufbringen wird der Mutterboden festgeschlagen, auch geharkt und mit gutem Grassamen besät — womöglich bei feuchtem Wetter — und dann wieder festgeschlagen. Man rechnet etwa 30 bis 50 kg Grasamen für 1 ha Böschungsfläche. Der Same besteht zweckmäßig aus einer Mischung verschiedener Arten, wie man solche in Samenhandlungen fertig beziehen kann, z. B. Thimoteegras, Reygras, Klee, Luzerne usw.

Flachrasen wird auf die rauh aufgeharkte Böschung in dichtem Verbande gelegt und dann mit der Rasenklatsche (einem viereckigen Brett mit gebogenem Stiel) festgeschlagen. Zuletzt wird Erde oder nasser Sand übergestreut und in die Fugen gefügt. Bei trockener Witterung muß die Böschung öfters begossen werden. Bei sehr unfruchtbarem Schüttungsboden, z. B. Wehesand, Triebsand oder Kies

30 400 g
10 000 3:58/m²

100:100:10 000 m²
30 000 50 000
10 000 10 000

erhält auch der Rasen als Unterlage eine 10 cm starke Mutterbodenschicht. Die einzelnen Rasenstücke (Platten oder Plaggen) sind 30 bis 35 cm groß und 8 bis 10 cm stark. Sie werden vorher an geeigneten Stellen mit dem Rasenmesser und der Schippe gestochen und zunächst gestapelt.

Ist der Rasenbelag einer Böschung, vor dem Anwachsen, vorübergehend dem Wasser ausgesetzt, z. B. bei Flußufern, so muß jedes einzelne Rasenstück mit einem 30 cm langen Holznagel befestigt werden.

Es ist zweckmäßig, auch da, wo die Böschungsflächen nur angesät werden, die Kanten der Dammkronen und Bermen mit einer hochkantig gestellten Reihe von Flachrasenstücken einzufassen, die sehr gut anwächst (Abb. 49).

Kopfrasen wird zur Bekleidung von steileren (bis 1:1), quilligen oder häufiger bespülten Böschungen von mäßiger Höhe angewendet (Abb. 50). Die Rasenstücke werden dabei in wagerechten oder schwach geneigten Schichten im Verbande, sich an die Böschung



Abb. 49.

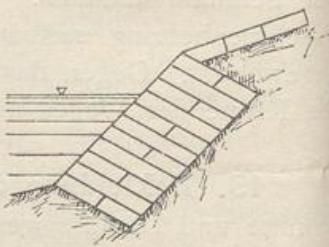


Abb. 50.

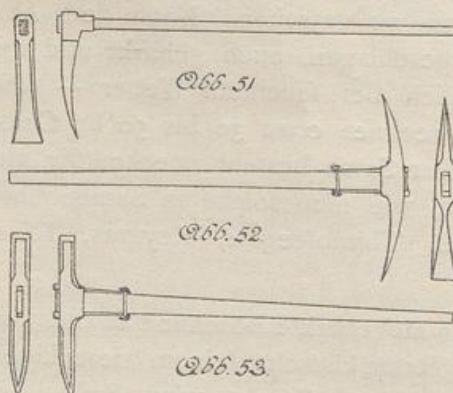
anschließend, aufeinandergelegt. Jede Reihe wird hinten mit guter Erde verfüllt und diese festgestampft. Zuletzt wird die Vorderseite gut geebnet und festgeschlagen. Über dem Kopfrasen ist in Abb. 50 Flachrasen angedeutet.

Anderweitige Bekleidungen. Bei größerer Steilheit der

Böschungen oder bei stärkerem Wasserangriff werden für die Erdkörper Befestigungen von Spreutlage, Rauhwehr, Packwerk, Steinschüttung, Steinpackung, Pflaster, ferner Bohlwände, Pfahlwände, Trockenmauern oder auch Mörtelmauern angewendet.

14. Geräte zu Erdarbeiten.

Karrdielen sind mindestens 20 cm breit, bei Eichen- oder Buchenholz nicht unter 5 cm, bei Kiefernholz 10 cm stark. Die Enden sind, um das Reißen zu vermeiden, mit Eisenblech zu beschlagen. Schiebkarren werden aus Holz oder Eisen, oder aus



Enden sind, um das Reißen zu vermeiden, mit Eisenblech zu beschlagen. Schiebkarren werden aus Holz oder Eisen, oder aus

beiden Stoffen zusammen hergestellt. Sie haben $1/12$ bis $1/16$ cbm, durchschnittlich $1/14 = 0,07$ cbm Inhalt.

Spaten, Schippe oder Schaufel sind allgemein bekannt.

Breithacke (Abb. 51), Spitzhache oder Kreuzhache (Abb. 52) und Keilhache (Abb. 53) sind aus den vorstehenden Abbildungen ersichtlich.

Schienengleise. Die Schienengleise (Feldbahnen) werden in



Abb. 54.

einzelnen Rahmen (Jochen) von 5 m Länge mit 4 bis 5 eisernen Querschwellen (Abb. 54), oder von 2,5 m Länge mit 3 Querschwellen geliefert. Die Rahmen werden mit leicht anzubringenden Laschen verbunden (Abb. 55). Die Abzweigungen von einem Gleis zum anderen werden durch Weichen bewirkt. Diese können Schleppweichen oder Zungenweichen sein. Jede Weiche bildet ein verlegbares Stück (Abb. 56 u. 57). Abb. 56 stellt eine Schleppweiche, Abb. 57 eine Zungenweiche dar. Die zweckmäßigste und gebräuchlichste Spurweite ist 60 cm. Die Schienen sind meist von Stahl und haben 5 bis 7 cm Höhe. Als Wagen finden allgemein die eisernen Mulden-

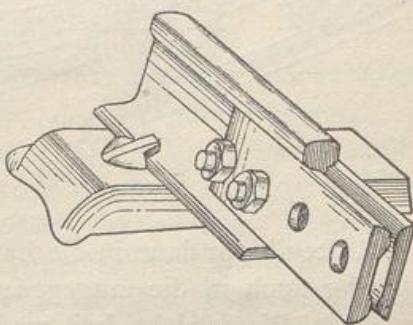


Abb. 55.

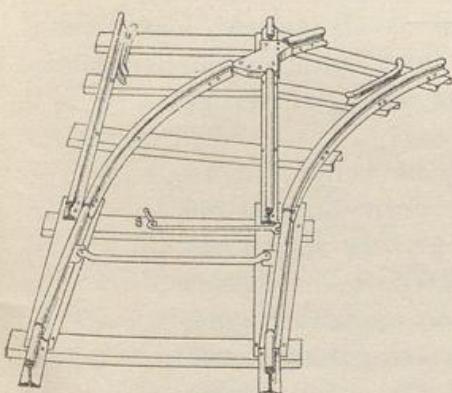


Abb. 56.

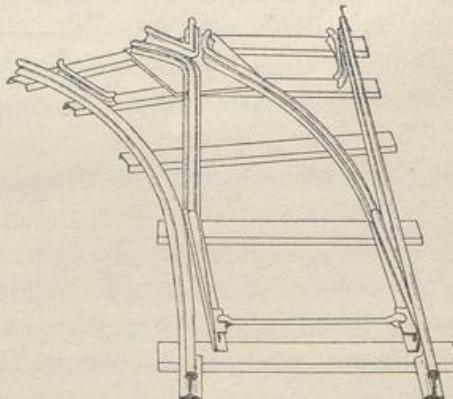


Abb. 57.

kipper Verwendung (Abb. 58 u. 58a). Meistens sind sie (wie hier) Seitenkipper, seltener Vorderkipper. Ihr Inhalt beträgt, wenn der

Wagenkasten bis Oberkante gestrichen voll ist, $1/2$ bis $3/4$ cbm, mit Haufen 0,6 bis 0,9 cbm.

Das Kippen des Muldenkastens geschieht sehr leicht, wenn ein Splint und ein Überwurfhebel von dem Zapfen *a* entfernt wird (Abb. 58).

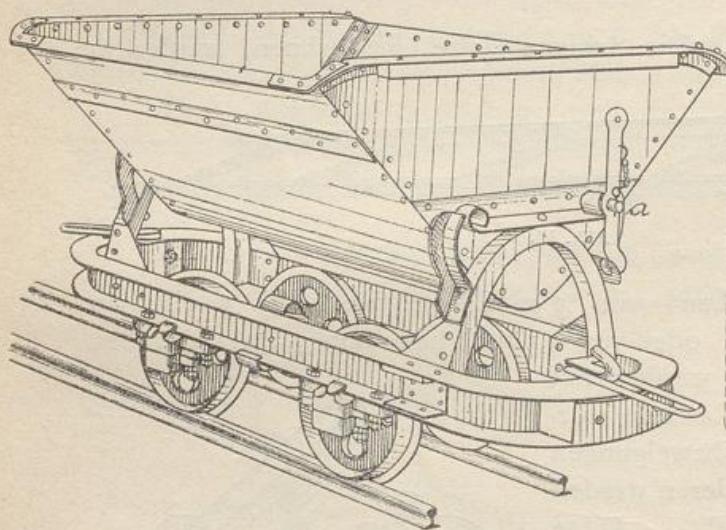


Abb. 58.

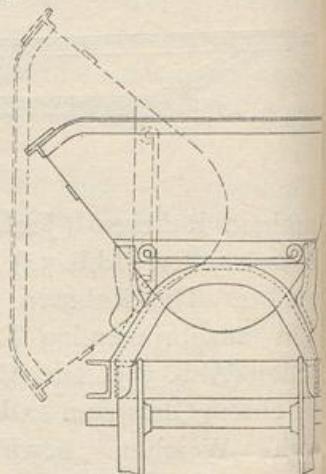


Abb. 58a.

Der Kasten kippt dann in die Lage, die in Abb. 58a punktiert dargestellt ist (oder auch in die entgegengesetzte Lage, falls man dies will).

Ein Pferd zieht bei mäßigen Steigungen (bis 1:30) 2 Wagen bei wagerechter Strecke 3 Wagen. Werden die Wagen von Menschen bewegt, so gehören zu jedem Wagen 2 Mann.