

größeren Stücke auseinander gezogen, zerkleinert und so geschichtet werden, daß die Verfüllung mit feinem Material von selbst erfolgt. Ist es erforderlich, noch größere Sorgfalt aufzuwenden, dann werden die größeren Klöfse vom Fuß der Abstürzböschung weggezogen, über das zu beschüttende Planum geordnet ausgebreitet und in den Zwischenräumen mit besonders herbeizuschaffenden feinerem Material ausgefüllt und abgestampft.

Eine bessere Art, Kopfschüttungen zu dichten, besteht darin, daß die Schüttung nicht, wie gewöhnlich, in Kegelform durch Auskippen des Materials auf dem oberen Rande, sondern von beweglichen Abstürzbühnen aus geschieht, womit wieder horizontale Lagen erlangt und in gewöhnlicher Art gedichtet werden können.

Bei Steinschüttungen werden gewöhnlich keine besonderen Hilfsmittel zur Beförderung des Setzens angewendet; bei festen, witterungsbeständigen Steinen würde dies auch ganz überflüssig sein, da sie beim Abstürzen eine solche Lage annehmen, bei welcher sie unterstützt sind, so daß ungeachtet der vielen dazwischen enthaltenen hohlen Räume kein Setzen erfolgt.

Anders verhält es sich aber bei weichen, schiefrigen, mergelhaltigen Steinen; dieselben schichten sich zwar bei der Schüttung ebenso wie die festen Steine, sie zerfallen aber beim Austrocknen und lösen sich in feine Blätter und Splitter auf, womit sich zwar die hohlen Räume ausfüllen, was aber immer ein sehr bedeutendes Setzen der Schüttung zur Folge hat. Da diese Raumverminderung aber mit Sicherheit vorherzusehen ist und in der Regel nach nicht zu langer Zeit erfolgt, so ist eine Ueberhöhung bei der Schüttung das beste Mittel, um spätere Ergänzungsarbeiten zu vermeiden.

36. Anschüttungen auf und mit verschiedenen Bodenarten.

Bei der Anwendung der verschiedenen Bodenarten zur Bildung wie zur Tragung von Anschüttungen sind besonders diejenigen Erfahrungen von Interesse, welche bei ganz oder zum Theil mißlungenen Anlagen dieser Art gemacht worden sind, da es gerade hierbei mindestens eben so wichtig ist zu wissen, was zu unterlassen ist, als was geschehen muß. Die Operation einer Schüttung ist auch an sich so äußerst einfach, daß nur durch das Hinzutreten erschwerender Verhältnisse sich die Nothwendigkeit ergeben kann, neue Wege zu betreten, von denen es nicht immer bekannt ist, wohin sie führen.

Die folgenden Bemerkungen werden daher aus diesem Gesichtspunkte aufzufassen sein, und soll bei denselben die gleiche Reihenfolge wie bei den Abträgen innegehalten werden.

a) Anschüttungen durch Wasser.

Als erste Bedingung der Bildung haltbarer Anschüttungen durch Wasserräume muß gefordert werden, daß dabei nur Material zur Verwendung komme, welches sich unter Wasser nicht auflöst und ein genügend großes spezifisches Gewicht besitzt, um daselbst nicht leicht in Bewegung gesetzt zu werden.

Auf die Beschaffenheit des Untergrundes, welcher die Anschüttung tragen soll, wird an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden, da in dieser Beziehung dieselben Regeln Anwendung finden, welche bei den folgenden Erörterungen über das Verhältniß desselben zur Schüttung entwickelt werden sollen.

Bei den Schüttungen durch Wasser ist zunächst zu unterscheiden, ob dasselbe ein stehendes oder ein fließendes ist, ob ferner es von beschränktem oder ausgedehntem Umfange ist und ob die Höhe desselben wechselt.

Bei Schüttungen durch stehendes Wasser von geringer Ausdehnung ist gewöhnlich nichts weiter als die Beobachtung der Eingangs bezeichneten Regel nöthig, daß, soweit dieselbe unter Wasser angelegt wird, unauflösliches Material dazu verwendet werde. Auf größeren Wasserflächen wird durch Einwirkung des Windes Wellenschlag erzeugt, welcher den Durchschüttungen sehr gefährlich werden kann, wenn sich die Wellen dagegen brechen müssen. Der Gefahr des Durchbruches ist eine solche Schüttung ausgesetzt, wenn sie nur so hoch über Wasser liegt, daß die höchstgehenden Wellen noch über dieselben hinweggehen können, da dann die Auswaschung des Bodens in der Oberfläche und die Auskolkung beim Ueberfall eine schnelle Zerstörung herbeiführen. Aber auch bei wasserfreier Lage der Schüttungsoberfläche ist die dem Wellen erzeugenden Winde entgegenstehende Böschung heftigen Angriffen des Wassers ausgesetzt, und nach Beschaffenheit des Materials und der Befestigungart desselben wirkt der Wellenschlag mehr oder weniger zerstörend auf die Anlage.

Den vollkommensten Schutz gegen Wellenschlag gewährt zwar eine äußerst flache, strandartige Böschung, wie solche sich an den Ufern großer stehender Wasser oder Seen zu bilden pflegen; selten aber werden die Umstände es gestatten, so zu bauen, und dann bleibt nur übrig, die steileren Böschungen, welche dem Wellenschlage Widerstand leisten müssen, in entsprechender Art zu befestigen.

Einen ziemlich guten Schutz gewährt es schon, wenn die flach gehaltenen drei- oder vierfüßigen Böschungen recht glatt mit einem kräftigen, fest zusammengewachsenen Rasen bedeckt sind. Die auflaufenden Wellen finden dabei den geringsten Widerstand und die Kraft derselben wird allmählig gebrochen, während die Grasnarbe das zurücklaufende Wasser verhindert, Bestandtheile der Schüttung mit wegzuführen.

Dieser Schutz beschränkt sich aber nur auf den gewöhnlich über Wasser liegenden Theil der Böschung; der unter Wasser befindliche, auf welchem keine Vegetation möglich ist, muß in anderer Art, entweder durch Steinpackungen oder Faschinenwerke gedeckt werden. In beiden Fällen ist aber zu empfehlen, einen solchen Schutz nicht durch bloße Bedeckung der Böschungsoberfläche bewerkstelligen zu wollen, sondern den äußeren Theil des Auftragskörpers selbst so zu konstruiren, daß er auch ohne Befestigung der Oberfläche, welche leicht abgespült wird, Widerstand zu leisten vermag. Die beiden Figuren 43 und 44 Taf. III zeigen im Querschnitte derartige Sicherungsanlagen vermittelt Steinschüttung und Faschinenlagern.

Weiden und andere Strauchpflanzungen haben sich weniger wirksam als diese glatten Böschungsflächen zum Schutze der Schüttungen im Wasser erwiesen, da sie gegen die Gewalt der Wellen brechen, dagegen aber auch dem zurücklaufenden Wasser zu vielen Widerstand entgegenstellen und dadurch zur Lösung der Strauchwurzeln, zu Auswaschungen und Auskolkungen leicht Veranlassung geben, wodurch die Böschung endlich doch zerstört wird. Müssen aber in Ermangelung anderer geeigneter Materialien Pflanzungen zum Schutz solcher Böschungen gegen den Wellenschlag angewendet werden, dann ist es rätlich, dieselben niedrig zu halten, so daß immer nur junger Aufschlag die zu schützenden Flächen bedeckt. Derselbe ist sehr elastisch, giebt dem Andrang des aufsteigenden Wassers nach und wird durch dasselbe gegen die Böschung gedrückt, die er eben dadurch schützt. Beim Zurücklaufen der Welle bieten aber die dünnen biegsamen Reiser einen so geringen

Widerstand, daß sie keine Veranlassung zu Ausspülungen geben. Der Ertrag solcher Pflanzungen wird zwar bei dieser Behandlung vermindert; da es sich aber in Fällen dieser Art um den Schutz wichtiger und kostspieliger Anlagen handelt, so müssen Nebenrücksichten selbstredend dem Hauptzwecke nachstehen.

Es sei hierbei angeführt, daß bei der Durchschüttung verschiedener Seen in Neuvorpommern, Mecklenburg u. s. w. sich eine 6- bis 8fache Böschung bei Sandschüttung darstellte, und es genügte, die letzte Lage mit grobem Kies auszuschütten.

Bei mehreren französischen Dammbauten im Wasser mit Wellenschlag hat man dagegen eine Deckung mit künstlichen Steinen, d. h. ein Conglomerat von Bruchsteinen und Cement mit sehr gutem Erfolge, namentlich bei Molenbauten, angewendet.

Zum Schutze von Anschüttungen längs fließenden Wassern reichen in der Regel dieselben Sicherheitsmaßregeln aus, welche, als gegen den Wellenschlag schützend, soeben bezeichnet sind, und hängt es lediglich von örtlichen Verhältnissen ab, welche abändernde Einrichtungen zur Erreichung des Zweckes etwa nöthig werden. Bei fließenden Wassern ist nämlich noch der fortwährend wechselnde Stand desselben, die Neigung zur Austiefung des Bettes bei Beschränkung der Breite desselben und der Eisgang zu berücksichtigen.

Der Theil der Böschung, welcher zwischen dem gewöhnlich höchsten und niedrigsten Wasserstande liegt und daher abwechselnd trocken ist oder unter Wasser steht, kann ohne sonderliche Schwierigkeiten geschützt werden und bietet während des niedrigen Wasserstandes bequeme Gelegenheit zur Ausbesserung etwaiger Beschädigungen. Je nach den Umständen können diese Böschungen wohl durch Steinwürfe, Faschinenanlagen oder Pflanzungen gedeckt werden, welche letztere natürlich für den beständig unter Wasser liegenden Theil nicht anwendbar sind. Nach Lage oder Richtung der Hauptstromrinne und der größeren oder geringeren Einschränkung des Flußbettes durch die neue Anlage äußert sich das Bestreben des Flusses, an den beschränkten oder dem Stromanfalle ausgesetzten Stellen das Bett auszutiefen und die Anschüttung zu unterwaschen. Eine solche Austiefung unter den bezeichneten Umständen zu verhindern, wird, als dem Naturgesetze widerstrebend, nur unter besonderen Verhältnissen gelingen, wogegen es Mittel giebt, die etwa daraus entstehenden nachtheiligen Folgen für die Anschüttung abzuwenden. Es kommt dabei nur darauf an, solche Vorkehrungen zu treffen, daß der Fuß der Auftragsböschung immer, selbst während der Austiefung des Grundes und der daraus entstehenden Senkung gedeckt bleibt.

Bei Faschinendeckungen wird dies am sichersten durch sogenannte Senklagen erreicht; es sind dies Faschinenwerke, welche parallel dem Fuße der äußeren Böschung erbaut und durch starke Belastung auf den Grund des davorliegenden Flußbettes versenkt werden. Sobald eine Vertiefung desselben in der Nähe des Schüttungsfußes erfolgt, wird die Senklage unterwaschen und sinkt mit ihrem Vordertheil in die so gebildete Vertiefung, während sie nicht minder fortfährt, den Fuß der Schüttung selbst gegen Unterspülung und Angriffe der Strömung zu schützen. Fig. 45 Taf. III zeigt eine derartige Deckung im Querprofil, und bezeichnen die punktirten Linien die ursprüngliche Lage des Flußbettes und des Faschinenwerkes, die ausgezogenen Linien aber die Lage nach erfolgter Austiefung des Ersteren und Senkung des Letzteren.

Bei dem Bau solcher Faschinenwerke muß besonders darauf gehalten werden, jede der einzelnen Lagen in der Oberfläche und zwar zwischen Flechtzäunen mit festem Material tüchtig zu belasten, damit sie bei der Austiefung des Grundes

nicht etwa fortschwimmen, sondern am Orte mit ihrem Vordertheile immerfort so viel nachsinken, als das unterliegende Flußbett ausgetieft wird.

Bei Steinwürfen oder Packungen vor dem Fusse angeschütteter Böschungen gestaltet sich der Schutz bei Austiefung des Flußbettes von selbst, da die einzelnen Steine der unteren Lage dann ihre Unterstützung verlieren, versinken und von den darüber liegenden Massen gefolgt werden, während der Böschungsfuß immer mit Steinen bedeckt bleibt und ein etwaiger Ersatz vom Ufer aus nachgeschüttet werden kann. Bei sehr heftigen Strömungen und beim Mangel an so großen Steinen, welche von denselben nicht ergriffen und weggeführt werden, ist es rätlich, die erwähnten beiden Deckungsmethoden verbunden in Anwendung zu bringen, so nämlich, daß die Steinpackung auf einer Faschinengrundlage zwischen Flechtzäunen angebracht wird, welche dann mit den so befestigten Steinen auf den Grund versenkt wird.

Inwiefern auch noch ein Schutz gegen den Angriff einer Strömung durch vorgelegte Bühnen oder andere stromleitende Werke erzielt werden kann, bedarf, als dem Bereiche des Wasserbaues angehörend, hier keiner weiteren Ausführung.

Es bleibt noch übrig, die Schutzmafsregeln zu bezeichnen, welche den zerstörenden Einwirkungen des Eisganges auf die Anschüttungen an fließendem Wasser erfolgreichen Widerstand zu leisten vermögen.

Die Umstände, unter welchen bei jeden fließenden Wassern der Eisgang stattfindet, sind außerordentlich verschieden von einander; demnach müssen die Schutzmittel denselben angepaßt werden, wenn dieselben von Erfolg sein sollen. Allgemein Gültiges wird sich daher kaum feststellen lassen, weshalb die Mittheilung einiger Wahrnehmungen genügen mag, wie sie sich am häufigsten der Beobachtung darstellen.

Je fester und je ebner die Oberfläche einer dem Eisandrang ausgesetzten Böschung dargestellt werden kann, desto weniger wird sie von demselben zu leiden haben, und stehen in Bezug hierauf die gegen Beschädigungen durch Hochwasser so nützlichen Weidenpflanzungen in einem sehr nachtheiligen Verhältnisse. Gewöhnlich fällt der Wasserstand in den Flüssen schnell und stark, sobald anhaltender Frost eintritt und eine Eisdecke sich an den Ufern zu bilden beginnt. Steht das Wasser vor diesem Zeitpunkte in der Pflanzung, so setzt sich das Eis an den einzelnen Stämmen fest, und bei dem darauf folgenden Fallen des Wassers und Sinken der Eisdecke werden dieselben dann abgebrochen, aus dem Boden gerissen und in der Rinde beschädigt. Geht aber das Eis in solcher Höhe ab, daß die Pflanzung davon gestreift wird, so erfolgt gewöhnlich ein Abschälen der Reiser, welche danach erkranken und absterben. Aber auch unter diesen ungünstigen Umständen wird am wenigsten verdorben, wenn die Pflanzung jung und niedrig gehalten wird, indem die einzelnen Reiser sich, ohne Widerstand zu leisten, auf die Böschung niederlegen und so geschützt bleiben.

Am besten widersteht dem Eisgange ein tüchtiges Pflaster von großen Steinen auf einer massiven Steinunterlage, und solche Stellen, welche dem Angriffe desselben regelmäfsig und am stärksten ausgesetzt sind, lassen sich kaum in anderer Weise dauernd schützen, wenn von eigentlichem Mauerwerk abgesehen wird.

Diese Revêtements macht man gewöhnlich 2 Fuß stark, nach dem Fuß zu aber etwas stärker anlaufend, und es ist rätlich, wenn man lagerhafte Bruchsteine hat, solches Trockenmauerwerk nicht breit, sondern hochkantig anzulegen, da die Eisscholle bei Aushebung des einzelnen Steines aus seinem Gefüge dann an einem kürzeren Hebel, also wirkungsloser arbeitet, als bei dem breit gelagerten Steine. Besonders empfehlenswerth sind die Revêtements, wie sie die ehemals

Herzoglich Nassauische Regierung auf der rechten Rheinseite hat ausführen lassen.

Bei breiten Strömen gesellen sich zu den Angriffen der Strömung und des Eisganges noch die des Wellenschlages, so daß auch die bezüglichlichen Schutzmittel in Anwendung kommen müssen.

b) Anschüttungen durch Sumpf, Moor und Torf.

Die Abstufungen in der Konsistenz und Tragfähigkeit sumpfigen Moor- und Torfbodens sind einerseits so fein und andererseits liegen die Grenzen wieder so weit auseinander, daß es schwer wird, diejenigen Kennzeichen genau anzugeben, bei welchen das eine oder das andere Verfahren als das zweckmäßigere zur Bildung einer in ihrer Höhenlage und Form gesicherten Schüttung auf solchem Grunde zu betrachten ist. Es giebt Sümpfe, die größtentheils aus Wasser bestehen, welches aber von Sumpfpflanzenfasern so durchzogen ist, daß es scheinbar eine zusammenhängende Masse bildet, welche jedoch jedem Eindrucke nachgiebt und, vom Wasser befreit, einen äußerst geringfügigen Rückstand giebt, der für die Bildung des Auftrags gar nicht in Rechnung gebracht werden kann.

Obwohl die Sümpfe und Moore oft eine sehr bedeutende Tiefe besitzen, so findet sich doch gewöhnlich bei denselben ein fester, häufig sandiger Untergrund von großer Tragfähigkeit, so daß, wenn dieser nur von der Schüttung erreicht wird, die Höhenlage derselben als gesichert betrachtet werden kann. Je konsistenter aber der Sumpf oder das Moor wird, desto schwieriger wird es, eine feste Schüttung durch denselben zu führen, und um so größere Vorsicht ist erforderlich, wenn sie nicht mißglücken soll, wie es in dieser Bodenart häufig genug vorgekommen ist.

Manche Moore, besonders die zum Theil entwässerten, zeigen eine ziemlich feste, oft dicht benarbte Oberfläche, welche eine bedeutende Tragfähigkeit zu besitzen scheint, während doch die darunter liegenden Bodenschichten vollständig mit Wasser gesättigt sind und sich in einem mehr oder weniger flüssigen Zustande befinden. Besonders bei tiefen Mooren findet sich aber zwischen dieser Decke und dem festen Untergrund reines Wasser, so daß die ganze Terrainlage als eine darauf schwimmende betrachtet werden muß. Es liegt in der Natur der Sache, daß jede Schüttung auf solchem Grunde sinken und bei zunehmender Belastung allmählig immer tiefer gehen muß, wenn der nicht belastete Boden auf beiden Seiten durch das von der Schüttung weggedrängte Wasser sich aufwärts wölbt und endlich sogar gesprengt wird, worauf dann die ganze Schüttung plötzlich versinkt. Bei Dämmen von unbedeutender Höhe und daher geringem Gewichte treten diese Erscheinungen oft erst nach längerer Zeit ein, da die Schüttung zwar durch den schwimmenden Boden getragen wird, sich aber doch fortwährend, wenn auch nur sehr wenig senkt, und nicht eher ganz zur Ruhe kommt, bis sie den festen Untergrund des Moores erreicht hat. Solchen Unfällen wird am sichersten vorgebeugt, wenn von vorn herein die Oberfläche des Moores auf beiden Seiten und parallel mit dem Fusse der Schüttung durchstoßen und damit der Zusammenhang des Bodens, welcher beschützt werden soll, von dem nicht zu belastenden Theile aufgehoben wird. Das eingeschlossene Wasser und flüssige Material erhält dadurch Gelegenheit, ohne Aufblähung der umgebenden Moorfläche der sinkenden Schüttung auszuweichen, und diese selbst erhält in dem mitversinkenden Theil der festen Bodenfläche ein rostartiges Unterlager, welches zur gleichmäßigen Versenkung der

Schüttung viel beiträgt und das Zusammenhalten des dazu verwendeten Materials befördert.

Es werden zu diesem Behuf vorab in 3 bis 6 Fufs Entfernung vom Böschungsfusse kleine $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fufs breite Gräben durch die Grasnarbe und noch 2 und $2\frac{1}{2}$ Fufs tiefer ausgestochen, was vielfach von vortrefflicher Wirkung ist.

Diese Isolirung des Theiles der Bodenoberfläche, auf welchem der Auftrag geschüttet wird, befördert das Setzen desselben ganz ungemein und besonders aus diesem Grunde empfiehlt sich die Anwendung dieses Verfahrens in allen den Fällen, wo bei der Anlage von Schüttungen überhaupt ein nachgebender Boden angetroffen wird. Der Querschnitt Fig. 46 Taf. III giebt das Bild einer solchen zu versenkenden Schüttung.

Es kann zweifelhaft sein, welche Breite einer solchen Schüttung in der Sohle zu geben ist, da sich selten mit Gewifsheit vorausbestimmen läfst, ob der unter der Schüttung liegende konsistentere Theil des Moores bei erfolglicher Belastung ausweichen oder zusammengedrückt werden wird. Im ersten Falle gelangt die Sohle der Schüttung selbst bis unmittelbar auf den Grund des Moores; im anderen bildet der komprimirte Moorgrund einen Theil des Auftrages, welcher dadurch eine relativ geringere Höhe erhält und einer schmaleren Schüttungsbasis bedarf. Die grössere oder geringere Konsistenz der unteren Moorschichten entscheidet dabei fast ausschliesslich, wengleich es der grösseren Sicherheit entsprechend ist, anzunehmen und dahin zu wirken, dass die Schüttung selbst bis auf den Untergrund des Moores gelangt, womit nicht allein die sich sonst häufig wiederholenden kostspieligen Nachhöhungen und Verbreiterungen der Schüttung vermieden, sondern auch die Kompression des Untergrundes und das Setzen des Auftrages beschleunigt werden.

Bei den Schüttungen durch Moor und überhaupt auf nachgiebigem Boden sinkt natürlicherweise der Hauptkörper des Auftrags vermöge seiner grösseren Schwere schneller als die abgeböschten Seitenränder, welche an ihrem äussersten Fusse nur einen sehr geringen Druck auf den Boden ausüben. Immerhin findet aber auch hier ein fortwährendes Sinken statt, wenn auch eine sehr lange Zeit erforderlich ist, bis diese Ränder des Schüttungsfusses den festen Boden erreichen. Deshalb muss schon beim Beginn derselben die nöthige Rücksicht hierauf genommen werden, um zu vermeiden, dass die Böschungen nach erfolgter Senkung nicht zu steil werden, woraus sehr gefährliche Längensrisse entstehen können. Dagegen ist es zulässig, den unter Wasser oder in schwimmendem Moor liegenden Schüttungen steilere Böschungen als im Freien zu geben, da der Wasserdruck einem Theile des Bodendruckes das Gleichgewicht hält und bei unlöslichem Material der Ruhwinkel unter Wasser ein grösserer ist, als über demselben.

Durch Sondirungen in Schüttungen dieser Art läfst sich allzeit Gewifsheit über das Verhalten der Senkungen des Mittel- und Seitenkörpers, sowie der Kompression des Moores selbst erlangen, um danach die erforderliche Belastung und die den Böschungen zu gebende Neigung bestimmen zu können.

Aus dem Querdurchschnitt Fig. 47 ist das Verhalten einer solchen Schüttung ersichtlich, wobei der ausgezogene Contur das Profil nach Vollendung der Schüttung, der punktirte das nach Beendigung des Setzens darstellt.

Um den mit zu versenkenden Theil der Mooroberfläche dabei nicht zu zerreißen, ist es zu vermeiden, denselben sehr ungleichförmig, sowohl der Länge als der Breite nach, zu belasten, weshalb möglichst auf eine Schüttung in dünnen Lagen Bedacht zu nehmen ist. Es wird damit ausserdem nicht allein für das Setzen der Böschungen der möglichst grösste Zeitraum gewonnen, sondern es folgen auch die

Lagen derselben, wenn sie sich schon etwas consolidirt haben, leichter dem sich schnell senkenden Mittelkörper. Besonders ist aber im Beginn der Schüttung eine gleichmäßige Belastung der ganzen zu beschüttenden Fläche zu empfehlen, weil dadurch das Zerreißen derselben und damit die Erzeugung von Querrissen verhindert wird, durch welche ein Theil des Moorgrundes in die Schüttung dringen und sie auf immer verderben würde. Die Unternehmer und Schachtmeister sind deshalb anzuhalten, gegen besondere Bezahlung den etwa vor Kopf ausgeschütteten Boden sofort durch Bockkarrenkolonnen verbringen und in Lagen von 2 Fufs ausbreiten zu lassen.

In der Absicht, das nur langsam stattfindende Versenken der Böschungskörper in den Moorboden zu beschleunigen, ist verschiedentlich so verfahren, daß die äußeren Böschungsränder zunächst geschüttet und durch starke Belastung früher versenkt worden sind, als der Mittelkörper. Es hat dies aber die übelsten Folgen gehabt, weil der zwischen den Böschungsrändern eingefangene Theil des Moors nicht mehr zur Seite ausweichen konnte, bei der Schüttung des Mittelkörpers nach aufwärts gedrängt wurde und mächtige Längenspalten erzeugte, aus welchen er oben herausquoll. Der Querschnitt Fig. 48 zeigt den Zustand einer auf diese Art verunglückten Dammschüttung der Niederschlesisch-Märkischen Bahn durch ein 35 Fufs tiefes Moor, in welchem eine bis auf den Grund reichende Spalte entstand, durch welche der eingeschlossene Moorboden in der 10 Fufs höher liegenden Oberfläche in einem breiten Streifen zu Tage trat. Dagegen ist die Schüttung der Alpenbahn durch das Laibacher Moor gerade nur dadurch ermöglicht worden, daß in einiger Entfernung vom Dammrande Steinbanketts ganz regelmäsig wie Trockenmauerwerk aufgesetzt und von selbst gesunken sind. Der in der Mitte herausgedrückte Moorboden wurde beseitigt und dann die allerdings nur 6 bis 10 Fufs hohe Schüttung mit ganz gutem Erfolge vorgenommen.

Noch ist zu vermeiden, während des Frostes Schüttungen durch Moore auszuführen, wenngleich dieselben unter diesen Umständen am zugänglichsten zu sein pflegen. Es wird dabei selten gelingen, die zu belastende und mit zu versenkende obere Bodenschicht des Moores von dem umgebenden Terrain so vollständig abgesondert zu erhalten, daß ein gleichmäßiges Versenken erwartet werden darf. Bei einem ungleichmäßigen, vielleicht nur theilweisen Versenken liegt aber die Gefahr sehr nahe, daß die ganze Schüttung umkippt und das Schüttmaterial so mit Moor vermischt wird, daß ein sicherer Auftrag daraus nicht mehr gebildet werden kann. Ist die Oberfläche des Moores gefroren, so fehlt es während der Arbeit selbst an jedem sicheren Maßstabe zur Beurtheilung der Wirkung der Last auf den Untergrund; dieselbe tritt beim Thauwetter dann plötzlich ein und ist eben so gefährlich für die Anlage selbst, als für die dabei beschäftigten Arbeiter.

Schüttungen auf alten und dichten Torfboden halten sich im Allgemeinen recht gut, so daß die sonst wohl für nöthig erachtete vorherige Austorfung unterbleiben kann, wenn nicht ökonomische Rücksichten es dennoch räthlich erscheinen lassen. Bei gewissen lockeren, aber abgetrockneten Torfarten behält zwar die Schüttung, wenn sie nicht von sehr großem Gewichte ist, einige Elastizität, welche aber in den meisten Fällen, besonders wenn es sich um Wegeanlagen handelt, unschädlich ist und bei Eisenbahnen sich sogar als nützlich erwiesen hat.

Dagegen wurde die Anwendung des Torfes als Schüttungsmaterial früher gänzlich verworfen, sowohl seines geringen Zusammenhanges und Gewichtes, als auch seiner Feuergefährlichkeit wegen, wenn er zur völligen Abtrocknung gelangt.

Die Erfahrungen der letzten Jahre haben aber ergeben, daß in guten trockenen Torfwiesen auch Schüttungen von Torf nicht nur vorgenommen, sondern vortrefflich sogar unter der Lokomotive gestanden. Die Vorpommersche Bahn hat meilenweit nichts anderes gehabt. Es wurden in 8 bis 12 Fufs Entfernung vom Damme — der allerdings immer nur 1 bis 4 Fufs hoch war — breite Gräben aufgeworfen und von dem hierbei gewonnenen Material der Damm geschüttet; allerdings-aber, und das ist absolut nöthig, später $1\frac{1}{4}$ bis $2\frac{1}{2}$ Fufs hoch mit Sand gedeckt, der theilweise recht weit herangeschafft werden mußte. Aehnlich ist bei der Riga-Dünaburger Bahn und bei der Moskau-Rjäsan-Bahn verfahren, wo man sogar nur mit Lehm decken konnte.

Schließlich sei noch erwähnt, daß man bei Veranschlagung für Dämme in Torf gut thut, bei der Massenberechnung pro Fufs Dammhöhe 6 Zoll für Versenkung zuzusetzen.

c) Anschüttungen auf und von Lehm.

Der Lehmboden besitzt in seiner natürlichen Lage genügende Festigkeit, um jede Anschüttung tragen zu können, und wenn die zu beschüttende Fläche nicht zu sehr geneigt ist, um ein Abgleiten besorgen zu lassen, so bedarf es keiner weiteren Vorbereitungen dazu, als daß die Rasen- oder Humusschicht, mit welcher er bedeckt ist, abgelöst wird. Mit dieser Ablösung wird der doppelte Zweck erreicht, die Schüttung mit dem tragenden Boden inniger zu verbinden und eine wasserführende Schicht zwischen beiden zu entfernen. Außerdem wird aber dieses abgelöste Material sehr nützlich zur Bekleidung der Böschungen und Erzeugung einer schützenden Vegetation auf denselben verwendet. Als Schüttungsmaterial gehört der Lehm, seiner leichten Auflösbarkeit in Berührung mit Wasser, des starken Setzens und des geringen inneren Zusammenhanges wegen, nicht zu bestgeeigneten. Bei Anwendung gehöriger Vorsicht lassen sich zwar kleinere Arbeiten mit voller Sicherheit aus diesem Material herstellen und erhalten, bei sehr großen und wichtigen Anlagen aber, besonders wenn sie den Einwirkungen des Wassers ausgesetzt sind, kann von seiner Anwendung, mindestens von der ausschließlichen, nur abgerathen werden, wenn irgend besseres zu haben ist. In Ermangelung desselben, wo daher seine Anwendung zur Nothwendigkeit wird, ist darauf zu halten, daß unmittelbar nach Gestaltung der Form einzelner Schüttungen oder auch nur Theile derselben, die gründlichste Entwässerung und Befestigung der Oberfläche und der Böschungen des Auftrages ausgeführt wird, um jede unmittelbare Einwirkung des Wassers auf den Lehm zu verhindern.

Wenn in der Nähe von Lehmschüttungen Sand, sei es auch nur in geringer Masse, zu haben ist, so mag es nicht versäumt werden, mindestens die oberste Schicht aus diesem Material bestehen zu lassen. Wegen des größeren Gewichts hilft der Sand, den unterliegenden Lehmboden zu komprimiren, und wegen seiner bequemen und unschädlichen Wasserabführung ist er ganz besonders geeignet, ein allzeit trockenes Planum zu erhalten, was in den meisten Fällen von großem Werthe ist.

d) Anschüttungen von und auf Thon.

In Bezug auf seine Tragfähigkeit läßt der Thon nichts zu wünschen übrig und wegen seiner Wasserundurchlässigkeit ist er nicht zur Auflösung geneigt.

Dagegen ist eine nothwendige Folge gerade dieser Eigenschaft, daß sich auf der Oberfläche von Thonschichten all das Wasser sammelt und von denselben abfließen muß, welches aus den darüber liegenden durchlässigen Bodenschichten

auf dieselben gelangt. In der Regel bilden daher diese Thonlagenoberflächen den Sitz der Quellen, welche da gelöst werden, wo die Thonschicht zu Tage tritt oder durchschnitten ist. Wo ein solches Thonlager eine geschlossene Mulde bildet, entsteht ein See oder Sumpf, wo aber ein Abfluss stattfindet, wird die Oberfläche durch die Bewegung des Wassers angegriffen und dadurch im hohen Grade schlüpfrig.

Im ersten Falle wird die Schüttung als eine durch Sumpf zu führende behandelt, im anderen muß aber sorgfältig untersucht werden, ob die zu beschütende Thonfläche einen Seitenabhang besitzt und wo die wasserführenden Mulden liegen, um danach die Eingangs erwähnten Sicherungsmafsregeln zu treffen.

Als Material zu Anschüttungen betrachtet, ist der Thon, ausschliesslich angewendet, ein wenig vorzüglicheres Material als der Lehm. Obgleich der Auflösung durch Wasser nur in sehr geringem Mafse unterworfen und daher dem Auseinanderfliessen und Einreißen weniger ausgesetzt, so gestalten sich doch in den Schüttungen aus diesem Material viel mehr und weit grössere hohle Räume als im Lehm, weil dasselbe immer nur in scharfkantigen Stücken gelöst werden kann, sich deshalb schwierig lagert und seiner Festigkeit und Zähigkeit wegen, selbst unter grofser Belastung nicht in dem Mafse zerdrückt wird, um sich dichter zu lagern. Solche Aufträge aus reinem Thon setzen sich daher noch sehr lange Zeit und kommen erst im Verlaufe vieler Jahre zur völligen Ruhe. Wenn daher irgend ein anderes feineres oder leichter bindendes Material herbeizuschaffen ist, so mag die Gelegenheit nicht versäumt werden, die Thonlagen, wenn auch nur in dünnen Schichten, mit demselben zu überfahren und auf diese Weise die hohlen Räume thunlichst auszufüllen. In diesem Zustande noch gestampft, erlangt man ganz vorzügliche Aufträge von grofser Festigkeit, welche sich wenig mehr setzen.

e) Anschüttungen auf und von Sand oder Kies.

Dieses Material ist unbestritten das günstigste, sowohl zur Tragung als zur Bildung von Anschüttungen. Dieser Vorzug kommt demselben seiner Unauflöslichkeit in Berührung mit Wasser, seiner Schwere und dichten Lagerung, seiner Wasserdurchlässigkeit, leichten Gewinnung und bequemen Transportes wegen, zu; es ist das einzige, bei dessen Schüttung sich keine später auszufüllenden hohlen Räume bilden können, so dafs also daraus gebildete Aufträge dem Setzen in sich nicht ausgesetzt sind.

Mit Ausnahme selten vorkommenden flüssigen oder Quellsandes, der sich aber durch geeignete Anlagen leicht entwässern läfst, gewähren Sandablagerungen bei zureichender Tiefe oder auf festem Untergrunde eine sichere Schüttungsbasis und können ohne weitere Vorbereitung als solche benutzt werden. Quellsand findet sich gewöhnlich nur da vor, wo wenig mächtige Schichten sehr feinen Sandes auf Thonschichten liegen und von Quellen durchzogen, oft auch mit gelöstem weicherem Material, Thon, Letten, Mergel, vermischt sind. Solche Lagen eignen sich ohne weitere Vorbereitung nicht zur Ueberschüttung, weil die so gebildeten Aufträge leicht ausweichen und in ihren unteren Schichten zerfliessen, wenn dieselben aus löslichem Material bestehen. Wenn solche Quellsandschichten, wie es gewöhnlich der Fall ist, nur eine geringe Mächtigkeit haben, ist es am rätlichsten, dieselben in der Ausdehnung der Schüttungsfläche ganz wegzunehmen, die darunter liegenden Quellen zu fassen und in bedeckten Kanälen abzuführen, und erst dann die Schüttung über den so gesicherten Grund auszuführen. Ist eine Fortschaffung des Quellsandes so wenig als die Entwässerung desselben oder eine Verlegung des Auftrages thunlich, dann bleibt nur übrig, die Sohle des letzteren durchlässig dar-

zustellen, entweder durch Steinschüttung, Drainage oder in anderer Weise, nur so, daß Sand und Wasser entweichen kann, ohne die Schüttung selbst anzugreifen. Der mit Thon oder Mergel gemischte Quell-, auch Grünsand eignet sich ebenso wenig zur Bildung von Anschüttungen, da er das Wasser lange festhält, unter einem mäfsigen Drucke schon vollkommen flüssig wird und dann ausläuft, oft sogar erst längere Zeit nach der Verwendung.

Vollständig abgetrocknet und gegen neuen Wasserzutritt gesichert, erlangt dieses Material zwar eine genügende Festigkeit, da aber beiden Bedingungen nur sehr selten vollkommen zu genügen sein wird, so ist es sicherer, dasselbe bei der Auftragsbildung ganz auszuschliessen.

Je gröber, schärfer und reiner der Sand ist, desto besser eignet sich derselbe zur Bildung dauerhafter Anschüttungen, während der sehr feine, rundkörnige, sogenannte Flugsand schon vom Winde bewegt und durch Regenwasser leicht weggeschwemmt wird. Wenn daher Aufträge aus solchem Material geschüttet werden müssen, so ist es dringend nöthig, die Oberfläche, sowie die Böschungen derselben, gleich nachdem sie die planmäfsige Höhe und Form erlangt haben, so zu befestigen, daß weder Wind noch Wasser auf den Sand einwirken kann.

Wenn der Zweck des Auftrags es nicht gestattet, auch die Oberfläche desselben durch Begrünung gegen das Verwehen zu schützen, so kann es auch durch einen Ueberzug von Lehm oder Thon bewirkt werden. Am vollkommensten wird dieser Schutz erreicht, wenn das Deckmaterial in möglichst aufgelöstem oder flüssigem Zustande aufgebracht werden kann.

f) Anschüttungen von Gerölle.

Diese Bodenart eignet sich, insbesondere wenn die Steintrümmer, aus welchen sie hauptsächlich besteht, mit thonhaltiger Erde gemischt sind, sehr wohl zur Erzeugung fester Aufträge, da das Steinmaterial einen festen Kern bildet und die weicheren Beimischungen gewissermaßen den Mörtel darstellen, durch welchen die Steinstücke in ihrer Lage festgehalten und die Zwischenräume ausgefüllt werden. Bei der Schüttung selbst ist darauf zu halten, daß das Bindematerial möglichst vertheilt wird, so daß die Steine sich zwar berühren, alle Zwischenräume aber ausgefüllt sind, wodurch das Setzen am meisten verhindert wird. Enthält dieser Boden Ueberfluß an Bindematerial, so wird eine Nachdichtung durch Stampfen erforderlich.

Die Böschungen halten sich bei Anschüttungen von diesem Material in ziemlich steiler Lage; da aber die Steintrümmer, welche in denselben enthalten sind, gewöhnlich den jüngeren und weicheren Formationen angehören, welche an der Luft zerfallen oder Wasser einsaugen und durch den Frost aufgelöst werden, so wird es auch hier nöthig, dieselben gleich nach erfolgter Schüttung und Regulirung mit fruchtbarem Boden zu bedecken, um sie den zerstörenden Einflüssen der Witterung zu entziehen und das Auswaschen des Bindematerials durch Regenwasser zu verhüten.

g) Anschüttungen aus losem und weichem Gestein.

Dieses Material unterscheidet sich vom Gerölle wesentlich nur dadurch, daß demselben kein Bindemittel beigemischt ist. Anschüttungen aus diesem Material halten sich im Allgemeinen sehr gut, setzen sich aber stark und während langer Zeit, da dasselbe sich sehr sperrig schüttet und viele hohle Räume bildet, welche sich erst in dem Masse füllen, als die weicheren Steingattungen, Thonschiefer, Kreidekalk, Mergel u. s. w. allmählig zerfallen.

Es ist daher bei Schüttungen mit diesem Material besonders zu empfehlen, dieselben zur Beförderung des Setzens und zur Vermeidung späterer Nachhöhungen, von vornherein dem entsprechend höher als planmäfsig anzulegen, selbst auf die Gefahr hin, dafs nach Vollendung der Arbeit ein Theil dieses Belastungsmaterials wieder weggeräumt werden mufs. Eine Beschleunigung der Befestigung solcher Aufträge läfst sich in manchen Fällen noch dadurch herbeiführen, dafs die Steinschüttungen in dünnen Lagen ausgebreitet, mit einem anderen bindenden und füllenden Material überfahren werden, oder dafs bei dem Transporte des reinen Steinmaterials darauf gehalten wird, dasselbe so zu sortiren, dafs auf einzelne Lagen gröfserer Steinstücke so viel zerkleintes Material gebracht wird, dafs damit die gröfseren Zwischenräume der ersteren ausgefüllt und so die einzelnen Schichtungen ausgeglichen werden. Bei der üblichsten Art von Schüttungen höherer Aufträge unter Anwendung von Arbeitsbahnen, wobei Erstere etagenweis oder in voller Höhe durch Kopfschüttungen vorgetrieben werden, ist dieses Verfahren nicht zulässig und mufs sich dabei die Einwirkung zur Beförderung der Dichtung auf die Anwendung der Mittel beschränken, welche bei der Erörterung über das Setzen der durch Kopfschüttung gebildeten Aufträge näher bezeichnet sind.

Bei Verwendung von losem, weichem Gestein zu Aufträgen kann allgemein nicht angenommen werden, dafs es den Einwirkungen der Witterung genügenden Widerstand zu leisten geeignet ist, und darum ist es gleichfalls nöthig, die sämtlichen Oberflächen mit schützenden Decken zu versehen. In einzelnen Fällen und bei gewissen Steinarten, besonders Thonschiefer, bildet indessen gerade der Boden, in welchen sie zerfallen, eine fruchtbare Erdschicht, welche, besäet und zur Benarbung gebracht, einen vorzüglichen Schutz gewährt.

b) Anschüttungen aus festen Steinen.

Alles, was vorstehend in Bezug auf die Bildung der Dämme und Beförderung ihres schnellen Setzens bei den Schüttungen mit losen Steinen erwähnt worden ist, gilt auch für diejenigen, zu welchen festes Material verwendet werden kann. Nur gestalten sich dabei insofern die Verhältnisse günstiger, als die festen Steine sich weder auflösen, noch unter der Last des Auftrages zerdrückt werden. Es erfolgt daher bei Schüttungen dieser Art nur ein geringes Setzen während der Arbeit, da die festen Steine nicht zerdrückbar sind und dieselben höchstens in ihrer Lage gegeneinander dichter zusammengeschichtet werden können, und hierauf beschränkt sich das ganze Setzen dieser Aufträge, welche schon zur Ruhe kommen können, ohne dafs die zwischen den einzelnen Steinstücken befindlichen Höhlungen ausgefüllt sind.

Nach Verhältnifs der Gröfse oder der plattenartigen Beschaffenheit der zu verwendenden Steinstücke können die Böschungen solcher Anschüttungen ziemlich steil angelegt werden, dabei ist dann aber immer erforderlich, das Material bis zu einer gewissen Stärke regelmäfsig zu verpacken oder zu schichten, während der Kern in dem Zustande verbleibt, wie er sich durch die Schüttung gestaltet hat. Die Haltbarkeit dieser Arbeit wird gesteigert, wenn das Aufsetzen der Böschungen der inneren Ausfüllung um eine gewisse Höhe vorausschreitet, wodurch zugleich die besonderen Räumungs- und Regulirungsarbeiten der Schüttmassen vermindert und beschleunigt werden. Die beiden Querschnitte Fig. 49 Taf. III zeigen, in welcher Art die Böschungen mit den gröfseren Steinen aufgepackt werden, und zwar eine mit unregelmäfsigen, die andere mit plattenförmigen Stücken. Bei mangelndem Schüttungsmaterial, oder wenn die Lokalverhältnisse eine möglichste

Beschränkung der Sohlenbreite für eine Steinschüttung fordern, verlohnt es sich, sorgfältigere und tiefer eingreifende Packungsarbeiten zur Erlangung steiler Böschungen auszuführen. Es gestalten sich in solcher Weise gewissermaßen nach Aufsen geböschte trockene Futtermauern, welche bei dem geringen Seitendruck der Steinschüttungen überhaupt schon bei mäßiger Stärke und nicht zu peinlicher Arbeit dem Zwecke um so mehr entsprechen, als die verwendbaren Steine lagerhafter sind.

Steinaufträge, welche, wie im Profil Fig. 50 dargestellt, in den Böschungsflächen concav gehalten und abgeplastert werden, sind verschiedentlich zum Zweck der Materialienersparung mit Erfolg ausgeführt worden; es muß aber dabei beachtet werden, das Deckpflaster erst auszuführen, wenn ein Setzen der Schüttung nicht mehr zu erwarten ist, da sich andernfalls das Erstere vom Kern ablöst, ausbaucht und gesprengt wird.

37. Auftragsabrutschungen.

Im Wesentlichen werden die Abrutschungen von Anschüttungen durch dieselben Ursachen veranlaßt, wie die der Einschnitte, insofern, als in beiden Fällen eine schiefe Ebene erforderlich ist, auf welcher die Rutschung erfolgt, sobald das Gleichgewicht zwischen der bewegenden Kraft und der entgegenstehenden Widerstände aufgehoben wird. Der Unterschied, welcher aber zwischen beiden stattfindet, besteht darin, daß die Einschnittsabrutschungen in Folge einer Verminderung der Bewegungswiderstände, die der Auftragsabrutschungen durch Vermehrung der bewegenden Kraft (größere Belastung einer schiefen Ebene) erzeugt werden. So wie aber unter gewissen Umständen Einschnittsabrutschungen ohne vorhandene Rutschfläche durch Auflösung des Bodens erfolgen können, so entstehen weniger selten Auftragsabrutschungen ebenfalls in Folge der Erweichung des Schüttmaterials oder ungleicher Vertheilung desselben. Wenn daher die Ursachen beider Arten von Abrutschungen, dem Principe nach, dieselben sind, so gilt in Bezug auf die der Aufträge dasselbe, was am Schlusse des vorigen Kapitels hinsichtlich der Einschnittsabrutschungen gesagt ist, weshalb sich die folgenden Betrachtungen auf die abweichenden Veranlassungen beschränken können.

Auftragsabrutschungen kommen, wie erwähnt, in zweierlei Formen vor, welche, da sie aus verschiedenen Veranlassungen entstehen, wohl von einander unterschieden werden müssen. Dies ist nicht immer so leicht, als es auf den ersten Blick scheinen möchte, da die äußeren Erscheinungen viel Aehnlichkeit mit einander haben, häufig aber auch beide Ursachen gleichzeitig oder verbunden wirksam sein können.

Die erste dieser Abrutschungsarten äußert sich in den Anschüttungen selbst; bei der anderen aber rutscht der die Schüttung tragende Boden ab und der Auftrag folgt demselben nur. Hieraus läßt sich schon entnehmen, daß die Ursache der ersten Abrutschungsart in der Anlage und Beschaffenheit des Auftrages selbst, die der anderen in den Eigenschaften der tragenden Bodenschichten gesucht werden muß, und so verhält es sich auch in der That.

Die Abrutschungen der Anschüttungen in sich entstehen immer aus einer ungeeigneten Beschaffenheit des Schüttungsmaterials oder aus einer unrichtigen Behandlung desselben bei der Verarbeitung. In ersterer Beziehung ist die Abrutschung gewöhnlich Folge von verwendetem wasserhaltigem, leicht löslichem Material, welches in den unteren Schichten zerfließt oder durch die Last der