

Die Wurzeln größerer Bäume werden im Abtragsterrain dagegen besonders und möglichst rein herausgegraben und beseitigt, weil damit während der Erdarbeit zu viel Zeit und nützlicher Laderaum verloren gehen würde.

Pro Morgen Hochwald zu fällen, die Stämme bei Seite zu ziehen und zu roden giebt man:

bei Kiefern und Tannen	60 Thlr.
bei Eichen und Buchen	90 -
für Unterholz entsprechend pro Morgen	36 -
	und resp. 60 -
für Zäune und Hecken pro laufende Ruthe 5 bis $7\frac{1}{2}$ Sgr.	

46. Regulirung und Befestigung der Böschungen.

Nachdem die Auf- und Abtragsböschungen aus dem Rohen bearbeitet worden sind, müssen dieselben planmäsig regulirt und in ihrer Oberfläche befestigt werden.

Dazu ist erforderlich, eine ausreichende Zahl von Festpunkten, bezüglich der planmäßigen Höhen und der Richtung, zu setzen, welche bei dieser Arbeit zum Anhalt dienen. Bei den Aufträgen ist aber darauf Rücksicht zu nehmen, aus welchem Material sie bestehen, seit wie lange die Schüttung im Rohen vollendet und unter welchen Witterungsverhältnissen sie ausgeführt, oder was dasselbe, zu ermitteln, um wie viel sich der Auftrag noch setzen wird, um danach bei der Regulierungsarbeit sowohl die Höhenlage des Planums und der Bankette, als die Form der Böschungen feststellen zu können. Es darf dabei angenommen werden, daß das Setzen der Aufträge nahezu ihrer Höhe proportional ist und daß daher die höheren Stellen derselben bei der Regulirung in dem Verhältniß überhöhet werden müssen, damit durch das spätere Setzen keine Einsenkungen entstehen. Hierauf muß umsomehr gehalten werden, als, wenn einzelne Stellen sich unter der planmäßigen Höhe senken, dieselben zwar durch Nachschüttung wieder ergänzt werden können, daß dann aber das neu gebildete Planum weniger fest wird und entweder die Böschung steiler oder die Krone schmaler wird.

Das Setzen der Aufträge, welches, wie bereits früher nachgewiesen, in der allmählichen Ausfüllung der bei der Schüttung erzeugten hohlen Räume begründet ist, erfolgt aber nicht allein in vertikaler, sondern theilweise auch in schräger Richtung von den Böschungen aus, so daß diese nach und nach aus einer geradlinigen in eine konkave Form übergehen. Dies wird vermieden, wenn der Böschung bei der Regulirung eine dem noch zu erwartenden Setzen entsprechende konvexe Form gegeben wird, welche sich nach und nach der geradlinigen nähert und zuletzt in eine solche übergeht. Dieses Mittel hat sich besonders bei Stein-schüttungen, welche dem Einsinken der Böschungen besonders ausgesetzt sind, als vortrefflich bewährt.

Gewisse Einschnittsböschungen im Felsen bedürfen keiner Regulirung in dem Sinne, daß sie nach einem fest bestimmten Böschungsverhältniß gestaltet und eingeebnet werden. In vielen Fällen ist dies sogar sehr nachtheilig, insofern dem Tagewasser Gelegenheit gegeben wird, leichter in den Boden einzudringen. Bei diesem Material ist es in der Regel am vortheilhaftesten, die Wände steil stehen zu lassen und nur an den Stellen, wo der Felsen natürliche Schichtungen zeigt, Absätze zu bilden, welche sowohl zur Wasserableitung als zur Sammlung von kleinen, sich etwa durch den Frost lösenden Steinresten dienen können. Wie zu verfahren, wenn diese Schichtungen schräg gegen die Axe des Einschnittes einfallen oder Mulden und Sättel bilden, ist bereits in dem Kapitel über Bildung der

Einschnitte näher bezeichnet worden. Bei allen Felseinschnitten wird daher immer möglichst darauf hinzuwirken sein, stufenförmig gestaltete Böschungen zu bilden und dabei nur das Aeußere der einzelnen Steinlagen der Luft auszusetzen.

Bei allen anderen weicheren Bodenarten werden die planmäßigen Böschungen entweder nach Lattenprofilen oder nach bloßen Absteckungen bearbeitet. Ersteres geschieht, wenn wenig geübte Arbeiter dazu verwendet werden müssen. Letzteres genügt aber, wenn tüchtige Vorarbeiter vorhanden sind, welche in gewissen kurzen Entfernungen schmale Streifen der Böschungen profilmäßig planiren, worauf dann die zwischenliegenden Flächen von den gewöhnlichen Erdarbeitern ausgeglichen und regulirt werden.

Eines der dringendsten Erfordernisse zur Erhaltung der regelmässigen Form jedes Erdkörpers selbst, ist die Befestigung der Böschungen, um dieselben gegen die zerstörenden Einflüsse der Witterung, des Quell- und des Regenwassers zu schützen. Gegen äußere Einwirkungen schützt die Bekleidung der Böschungen mit einer wasserableitenden Decke, durch welche der Erdkörper möglichst vollständig isolirt wird. Gegen die von Innen nach Außen drängenden Wasser giebt es kein anderes Mittel, als dieselben einzufassen und in vorgeschriebenen Wegen abzuleiten, ohne sie mit auflösbarem Material in Berührung zu bringen.

Felswände bedürfen in der Regel keiner Bekleidung und nur auf solchen einzelnen Stellen derselben wird eine solche angebracht, welche das Eindringen der Tagewasser gestatten und daher geeignet sind, die Entstehung von Abrutschungen oder Frostschäden zu befördern. Dagegen können Böschungsflächen in leicht auflöslichem Material nicht schnell genug gedeckt werden, da das in den Erdboden eindringende Wasser nicht verdunsten kann und denselben erweicht oder gar flüssig macht. Insbesondere findet diese Regel auch bei solchen Aufträgen Anwendung, welche aus Mergel gebildet sind, der schon durch die bloße Berührung mit der Luft in Staub zerfällt und vom Winde verweht wird. Es giebt Beispiele, daß 15 Fuß hohe Anschüttungen dieses Materials, welches mit Pulver gesprengt werden mußte, ungeschützt in kurzer Zeit ganz außerordentliche Massenverminderungen erlitten haben und nach Verlauf von kaum zwei Jahren gänzlich verschwunden sind. Ebenso bedarf der Lehm einer schnellen und guten Deckung sowohl in den Auf- als in den Abtragsböschungen, da vorzugsweise dieses Material leicht und vollständig vom Wasser durchdrungen, aufgelöst und zum Ausfließen gebracht wird.

Die üblichste Art der Böschungsbefestigung besteht in der Erzeugung einer Grasnarbe, sei es durch einfache Besaamung, durch Rasenbekleidung, oder Ueberziehung derselben mit fruchtbarer Erde. Außerdem bedient man sich an geeigneten Orten dazu auch der Steinpackungen oder Pflasterungen.

So lange die Einschnitte nicht tiefer werden, als der fruchtbare Boden ansteht, oder soweit niedrige Dämme ganz oder mindestens in ihren äußeren Lagen von solchem Material angeschüttet sind, bedarf es eines besonderen Ueberzuges nicht; gewöhnlich begrünen solche Böschungen ohne weiteres Zuthun durch den im fruchtbaren (Mutter-) Boden befindlichen Saamen. Da es aber nicht genügt, eine bloße Begrünung, sondern es nöthig ist, eine möglichst dichte Grasnarbe zu erlangen, so pflegt man auch diese Böschungen zu besäen. Eine feste Benarbung wird vorzugsweise durch Gras und kurze Kleearten (Steinklee) erzeugt; da aber in den verschiedenen Bodenarten, bei Lage der Böschungen nach verschiedenen Himmelsgegenden und nach dem wechselnden Feuchtigkeitsgehalte des Untergrundes, nicht alle Pflanzen gleich gut fortkommen, so pflegt man verschiedene Saamenarten mit einander vermischt aufzubringen. Die dem Boden und der Lage entsprechendsten

Pflanzen erlangen dann bald das Uebergewicht und verdrängen die anderen schwächeren größtentheils.

Auf den Morgen (180 Quadratruthen) kommen durchschnittlich 15 Pfund Saamen und ist bei folgender Mischung ein sehr guter Rasen erzeugt worden:

28	Theile	Timotheusgrassaamen,	
27	-	Raigrassaamen,	
15	-	gelber] Kleesaamen,
15	-	weißser	
15	-	Luzernsaamen.	

Die beiden Grassaamenarten werden, da sie sehr leicht sind, unter sich gemischt und besonders gesäet und dann erst wird der gemischte Saamen der übrigen Futterkräuter eingebracht.

Die Böschungen bedürfen zur Aufnahme des Saamens keiner anderen Vorbereitung, als dafs mit eisernen Harken schmale horizontale Furchen eingeritzt werden, welche den Saamen aufnehmen, sein Herunterspülen durch den Regen und das Verwehen desselben durch den Wind verhindern. Die Besaamung mufs, um so bald als möglich eine Grasnarbe zu erlangen, gleich nach Regulirung der Böschungen und ohne besondere Rücksicht auf die Jahreszeit, vorgenommen werden. Die Möglichkeit einer zeitigen Begrünung ist schon des wenig kostspieligen Versuches werth, selbst wenn eine spätere Wiederholung nicht unwahrscheinlich ist.

Wenn immer möglich, sucht man aber zu diesen Besaamungen feuchte Witterung zu benutzen, bei welcher der Saamen besser auf den Böschungen haftet, schneller aufgeht und kräftigere Pflanzen erzeugt. Besaamungen, welche im heißen Sommer angelegt werden, vertrocknen leicht und erzeugen keine Narbe. Verschiedentlich ist es jedoch gelungen, dieselbe zu erhalten, indem gleichzeitig Hafer mit ausgesäet wurde, der immer schnell aufgeht und unter dessen Schatten die schwachen Gras- und Kleepflanzen sich entwickeln können, ohne von der Sonne zu leiden.

Mit einiger Gewifsheit darf angenommen werden, dafs, wenn es einmal gelungen ist, eine dichte und glatte Grasnarbe zu erzeugen, das Bestehen der Anlage gesichert und weder ein Abrutschen noch Ausfliefsen zu besorgen ist, sofern keine Quellen im Innern vorhanden sind, gegen welche freilich in anderer Art operirt werden mufs.

Wo aber das Material der Böschungen aus todttem Boden besteht, da ist es nöthig, denselben zuvörderst mit einer fruchtbaren Schicht zu überziehen und diese zum Begrünen zu bringen. Zwar verwandeln sich verschiedene, an sich unfruchtbare Bodenarten, insbesondere fast alle Mergel, wenn sie längere Zeit den Einwirkungen der Atmosphäre ausgesetzt sind, in tragbare Erde, da aber die Deckung dieses Materials vorzugsweise Eile erfordert, so ist in der Regel keine Zeit vorhanden, diese Zersetzung abzuwarten.

Das Material zu diesen Bekleidungen findet sich in den allermeisten Fällen an Ort und Stelle, und ist dann nur nöthig, bei Ausführung der Auf- und Abtragsarbeit selbst schon gehörige Rücksicht darauf zu nehmen. Es geschieht dies dadurch, dafs die obere fruchtbare Erdkrume, sowohl der Flächen, welche vergraben, als derjenigen, welche beschüttet werden sollen, besonders abgestochen und auf beiden Seiten neben dem Fufs des zu bildenden Dammes oder den Rändern des Einschnittes aufgeschichtet wird. Freilich kommen auch nicht selten Strecken vor, in welchen die Oberfläche des Bodens aus reinem Sande, oder, wie in Nadelholzwaldungen, aus Schichten abgefallener Nadeln bestehen, welche zur Bildung einer fruchtbaren Decke nicht geeignet sind. Da der Sand aber vorzugs-

weise dasjenige Material ist, welches durch das Eindringen des Regenwassers weder aufgelöst wird, noch die Form verändert, so können die Böschungen an solchen Stellen allenfalls ohne Gefahr ungeschützt bleiben. Dieser Schutz wird aber unentbehrlich, wenn der Sand so fein ist, daß er vom Winde in Bewegung gesetzt werden kann (Flugsand), weil dann die Einschnitte bald zugeweht, die Anschüttungen aber weggefegt werden. Hier muß eine Deckung erfolgen, wenn auch das Material mit großen Kosten aus weiter Entfernung herbeigeschafft werden müßte. Ist die Anlage eine Kommunikationsanstalt, Chaussee, Eisenbahn oder Kanal, vermittelt welcher der fruchtbare Boden nach Vollendung der Anlage leichter herbeigeschafft werden kann, so genügen provisorische Deckungen durch Tannenreiser, Bewürstungen, Flechtzäune etc.

Der fruchtbare Boden, welcher beim Beginn der Erdarbeit abgedeckt wird, besteht entweder, wo Wiesen oder Weiden, auch wohl Laubhölzer durchschnitten werden, aus Rasen, wo aber Acker oder Gärten betroffen werden, aus lockerer Erde, Mutterboden (Humus).

Der Rasen wird in regelmäßigen Quadraten, von 12 bis 15 Zoll Seite, nach der Schnur mit dem Spaten zerschnitten und mit einer besonders dazu eingerichteten Schaufel, welche von einem Arbeiter geführt, von einem anderen mittelst eines am unteren Ende angebrachten Seiles gezogen wird, abgelöst. Je stärker die Rasen gehalten werden können, desto besser ist es; weniger als 4 Zoll stark sollten sie aber zu diesem Zwecke nicht verwendet werden.

Bestehen die zu bekleidenden Böschungen aus reinem trockenem Sande oder aus Steinen, welche die Feuchtigkeit durchlassen, so wächst der Rasen nicht leicht mit dem Untergrunde zusammen und vertrocknet bei anhaltender Dürre. Um dies zu verhindern, ist es nöthig, zunächst die Böschung mit einer dünnen, 3 bis 4 Zoll starken Erdlage zu überziehen und erst auf diese den Rasen zu verlegen. Erfolgt eine solche Bekleidung im Sommer bei anhaltender Dürre, so ist, um das Festwachsen zu befördern, nöthig, denselben zu begießen, was aber immer erst Abends, nach Sonnenuntergang, geschehen darf.

Reicht der Rasen nicht aus, um sämtliche Böschungsflächen damit zu bekleiden, so wird derselbe zunächst und vorzugsweise zur Plattirung der Grabenböschungen, der Bankettabsätze und der Wasserabführungsrinnen in den Böschungen verwendet, weil diese Stellen der Beschädigung durch Regenwasser am meisten ausgesetzt sind. Aus diesem Grunde ist es nützlich, zur Deckung dieser Stellen selbst dann Rasen anzuwenden, wenn derselbe auch nicht in unmittelbarer Nähe vorhanden ist und besonders angefahren oder selbst angekauft werden muß. Einer besonderen Besaamung bedürfen die Rasendecken in der Regel nicht, dagegen ist thunlichst darauf hinzuwirken, den Rasen noch in demselben Jahre, wo er gestochen ist, zur Verwendung zu bringen, da derselbe, wenn er sehr lange in Haufen aufeinander geschichtet liegt, so fest zusammenwächst, daß bei der späteren Verwendung die einzelnen Stücke losgerissen werden müssen, wobei sie leicht zerbröckeln und immer einen Theil der unteren Erdlage verlieren.

Wo die Böschungsbekleidungen nur von fruchtbarer Erde hergestellt werden können, erhalten dieselben zwischen 7 und 9 Zoll Stärke, jenachdem das Material in mehr oder weniger Masse vorhanden ist. Dabei ist aber nöthig, dieses Maß schon vor dem Beginn der Erdarbeit genau festzustellen, da durch diesen Böschungsauftrag die Abmessungen der Dämme und Einschnitte eine Aenderung erleiden. Insbesondere ist darauf bei den Einschnitten zu rücksichtigen, da aus denselben soviel mehr Material gefördert werden muß, als Deckboden später hineingebracht

werden soll. Bei den Aufträgen ist dagegen weniger Strenge nöthig, da eine etwaige Verstärkung derselben fast niemals schädlich ist.

Je flacher die Böschungen angelegt sind und je gleichartiger das Material derselben mit der Bekleidung ist, desto leichter hält sich letzteres in seiner Lage und um so besser verbindet es sich mit ersterem. Sonst kommt es im entgegengesetzten Falle nicht selten vor, daß die Bekleidungsschicht abrutscht und weitläufige Wiederherstellungsarbeiten nöthig macht; am häufigsten findet dies bei den Einschnittsböschungen statt, besonders wenn aus denselben Wasser schwitzt, wodurch die planirte Oberfläche der Böschung des gewachsenen Bodens schlüpfrig wird.

Von Thonböschungen, deren Oberflächen immer mehr oder weniger naß sind und bei ihrer festen Glätte am schwersten eine Verbindung mit dem lockeren Mutterboden eingehen, rutscht dieser besonders leicht ab. Wo dies erwartet werden kann, und die feucht glänzende Oberfläche läßt dies leicht erkennen, bleibt nur übrig, kleine Terrassen in den Thonboden einzuschneiden, auf deren horizontalen Flächen der Mutterboden ein festes Auflager findet. Führt der Thon Wasser ab, so ist es gut, diese Terrassen der Länge nach geneigt anzulegen, damit das Wasser in dieser Richtung nach den Abfallrinnen hingeleitet und der unterliegende Theil der Böschung trocken gehalten wird. Besser noch, aber freilich erheblich theurer und ganz besonders zur Bekleidung sehr steiler, bis $\frac{1}{3}$ füßiger Böschung, ist eine wirkliche Plackage, wie solche beim Wall- und Schanzenbau gebräuchlich, nebst Einpflanzung von Quecken und nachträglicher Besaamung. Gut gemacht, kostet jedoch die Ruthe dieser Arbeit $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Thlr. Auf Thonboden ist auch eine kleine Anpflöckung oft von guter Wirkung gewesen; die Pflöcke müssen $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuß lang und 1 bis $1\frac{1}{4}$ Zoll stark sein.

Es herrschen abweichende Meinungen darüber, ob es zuträglich oder auch nur zulässig sei, die Böschungen mit Bäumen oder Strauch zu bepflanzen. In Frankreich und verschiedentlich auch in Deutschland sind dergleichen Pflanzungen angelegt worden. In England ist man gegen diese Pflanzungen und, wie es scheint, mit gutem Grunde, denn die Befestigung der Böschungen hat vorzugsweise den Zweck der Trockenlegung, während Holzwuchs gerade das Gegentheil bewirkt, der Lüftung hinderlich ist, Nebel und Regen anzieht oder aufhält und dadurch dem Wasser das Eindringen in den Böden erleichtert. Erst wenn der Hauptzweck des Schutzes erreicht ist, darf an einen Ertrag aus den Böschungen gedacht werden; am geeignetsten erscheint es noch, die Sandböschungen und zwar mit Akazien anzupflanzen.

Wo Anschüttungen ganz oder größtentheils aus Steinen bestehen oder wo überhaupt Steine in großer Menge zu haben sind, wie es im Gebirge sehr häufig der Fall ist, können die Böschungen auch damit befestigt werden, entweder durch Packungen oder durch Pflasterung. Erstere werden gewöhnlich da angewendet, wo ein ganzer Auftrag mit Steinmaterial angeschüttet worden ist, wobei gewöhnlich die größeren Steinstücke nach außen fallen, so daß mit denselben die Oberfläche in einem gewissen Verbande aufgepackt und abgeglichen werden kann. Besteht das Material aus plattenförmigen Steinen, so wird es so geschichtet, daß terrassenförmige Absätze entstehen, von welchen das Wasser in kleinen Kaskaden abfließt.

Man bedient sich dieser Steinpackungen aber auch an solchen Stellen, wo die örtlichen Verhältnisse steilere Auftragsböschungen erforderlich machen, als durch freie Schüttung zu erlangen ist; dabei geht aber schon die Böschungsbefestigung auf das Feld der trockenen Futtermauern über. Es genügt hier, des stattfindenden Seitendrucks wegen, nicht mehr, nur die Oberfläche regelmäßig zu befestigen, son-

dern es muß die Steinpackung in einer solchen Stärke erfolgen, daß das Gewicht der so verbundenen Außenböschung dem Drucke der inneren Masse Widerstand zu leisten vermag. Man wird sicher gehen, dabei das doppelte Maß der für Futtermauern erforderlichen Stärken anzunehmen. In Taf. IX, Fig. 93 ist die Befestigung einer solchen steilen Böschung im Querschnitt dargestellt.

In gewöhnlichen Verhältnissen genügt es aber schon, die Böschungen mit Steinen in Moos rauh abzupflastern. In den Fugen sammelt sich bald so viel fruchtbarer Boden, daß sich eine Vegetation gestaltet, welche allmählig selbst die Oberfläche der Steine überdeckt.

Auch bei Befestigung der Einschnittsböschungen tritt, wie dies schon früher bemerkt worden ist, oft die Nothwendigkeit ein, Steinpackungen oder Steinpflaster anzuwenden, hauptsächlich, wenn es sich darum handelt, quellenreiche Einschnittswände zu unterstützen oder das Auswaschen derselben zu verhüten; in manchen Fällen aber auch, um feste Steinlagen, welche auf weichen Erdschichten lagern, abzufangen oder Höhlungen auszufüllen. In der Konstruktion dieser Packungen und Pflasterungen findet kein Unterschied statt.

Zu einer regelmässigen Bauausführung gehört auch noch, daß nicht nur die Böschungen der Ausschachtegruben und des Aussatzbodens gehörig regulirt und befestigt, sondern die betreffenden Flächen selbst der Kultur zurückgegeben werden. Ersteres geschieht in derselben Art, wie bei den Auf- und Abtragsböschungen gezeigt worden ist; letzteres, indem vor der Ausschachtung oder Ueberschüttung der fruchtbare Boden abgezogen und zur Seite abgelagert wird, die neugebildeten Flächen aber später wieder mit demselben bedeckt werden. Hat die Ausschachtung bis auf den Grundwasserstand niedergedrungen werden müssen, so werden zur Wiederkultivirung in deren Sohle Parallelgräben ausgehoben und mit dem geförderten Material schmale Dämme gebildet, welche über das Wasser hervorragten und zunächst mit Weiden bepflanzt werden, wie aus Fig. 95 Taf. IX ersichtlich. Wenn diese Weiden nicht zu früh geschnitten werden, füllen sich bald die zwischenliegenden Gräben aus, nach und nach erhebt sich die ganze Fläche wieder über den Wasserstand, worauf sie bei zweckmässiger Wasserzu- und Ableitung in Wiesen umgewandelt werden kann.

47. Entwässerungsanlagen.

In den früheren Kapiteln ist jede Gelegenheit benutzt worden, darauf hinzuweisen, daß die möglichst schnelle und vollständige Entwässerung als die wesentlichste und wichtigste Bedingung sowohl der Anlage als noch mehr der Erhaltung und Sicherung von Erdarbeiten zu betrachten ist; eine Bedingung, welche auch auf alle anderen baulichen Anlagen die ausgedehnteste Anwendung findet. Wenn nun auch schon bei Erörterung der Aufträge und Einschnitte im Allgemeinen angegeben ist, wo solche Entwässerungsanlagen nothwendig oder zweckmässig anzubringen sind, so ist hier der Ort, dieselben hinsichtlich ihrer Konstruktion näher zu betrachten.

Von der Abführung solcher Wasser, welche schon, bevor sie das Gebiet der neuen Anlage erreichen, in einem geschlossenen Laufe gesammelt sind und vermittelst Brücken, Durchlässe oder Viadukte unter dem Erdkörper hinweggeleitet werden, wird hier abgesehen, da die betreffenden Anlagen mit dem Erdbau in keiner solchen Verbindung stehen, welche deren Erörterung an diesem Orte nothwendig machen könnte. Hier handelt es sich vielmehr um Sammlung und Ab-