

welches natürlich auch unter die Anschüttung dringt und nach Beschaffenheit des dort liegenden Bodens denselben auflöst. Unter solchen Verhältnissen ist ein Ausweichen, Einsinken oder gänzlich Verschwinden der Anschüttung fast unausbleiblich und fehlt es keineswegs an Beispielen solcher Vorkommnisse.

Besteht der Untergrund der Schüttung, mithin auch der zur Bildung derselben zu gewinnende Boden der Seitenentnahme, aus festem, dem Einfluß des Wassers widerstehendem Material, so ist die Gefahr gering, wenn die Schichtungen nahezu horizontal liegen. Zur größeren Sicherheit ist aber auch in solchen Fällen gerathen, mit den Ausschachtegruben niemals bis unmittelbar an den Fuß der Schüttung zu rücken, sondern einen, dem Verhältnisse entsprechenden mehr oder weniger breiten Bodenstreifen unangerührt dazwischen liegen zu lassen.

Bei seitwärts abhängenden Beschüttungsflächen muß dagegen mit großer Behutsamkeit zu Werke gegangen werden. Unter keinen Umständen dürfen am tiefer liegenden Fusse der Schüttung Materialengruben eröffnet werden, da nichts mehr als dies die Abrutschung derselben befördern würde. Aber selbst am höher liegenden Fusse ist der Einschnitt von Materialengruben nicht ohne alle Gefahr, weil dadurch die Cohäsion des Bodens, welcher den Damm tragen soll, aufgehoben wird und damit einer der Bewegungswiderstände in Wegfall kommt. Ohne die dringendste Veranlassung sollten aber solche Beförderungsmittel der Abrutschungen sorgfältig vermieden werden.

Auch auf Wiesenboden mit Untergrund von Lehm oder Lette ist die Seitenentnahme neben der Schüttung möglichst zu vermeiden, oder, wenn dies thunlich sein möchte, mit derselben soweit vom Fusse des Auftrags entfernt zu bleiben, daß ein Einfluß der Ausgrabung auf die Standfähigkeit der Schüttung nicht zu besorgen steht. Immer wird aber noch darauf zu halten sein, die Ausschachtegruben, welche parallel mit der Anschüttung liegen, nicht zusammenhängend anzulegen, sondern dieselben durch nicht zu schmale Zwischenräume gesondert zu halten. Dieser in Form von Querdämmen stehende Boden verhindert ein allgemeines Hinausdrücken des Grundes unter der Schüttung und erhält den Zusammenhang des tragenden mit dem umgebenden Terrain. Außerdem gewähren solche in kleinere Flächen getheilte Gruben den Vortheil, daß wegen geringeren Wellenschlages des darin stehenden Wassers die Böschungen weniger beschädigt werden und eine schnellere Verlandung stattfindet.

35. Das Setzen der Aufträge.

Der Bedingung einer unveränderlichen Höhenlage eines durch Anschüttung zu bildenden Planums stellt sich das, bei allen Aufträgen vorkommende Setzen derselben entgegen, welches nach Beschaffenheit des verwendeten Materials, während längerer oder kürzerer Zeit, in geringerem oder höherem Maße, stattfindet. Aber auch die Beschaffenheit des Grundes, welcher eine Aufschüttung zu tragen hat, kann, wenn er kompressibel ist, einen sehr wesentlichen Einfluß auf die Erhaltung der Höhenlage des zu bildenden Planums äußern.

Das eigentliche sogenannte Setzen der Anschüttungen entsteht, wie schon im ersten Abschnitte nachgewiesen ist, durch die Ausfüllung derjenigen leeren Zwischenräume, welche sich bei den Schüttungen durch die Auflockerung des dazu verwendeten Bodens erzeugen. Durch die allmähliche Wiederverdichtung des angeschütteten Körpers wird natürlich das Volumen desselben vermindert, was denn auch eine

Verminderung der Abmessungen desselben, besonders in der Höhe, zur nothwendigen Folge hat.

Aus dieser Erklärung ergibt sich schon, daß bei Anwendung verschiedener Schüttungsmaterialien, oder auch schon bei verschiedener Behandlung derselben, diese leeren Zwischenräume sich in größerem oder geringerem Mafse bilden werden und der Auftrag sich daher mehr oder weniger setzen und eine längere oder kürzere Zeit dazu erforderlich sein wird. In je kürzerer Zeit eine bleibende Höhe des Auftrages erlangt werden soll, mit desto größerer Sorgfalt muß die Bildung dieser leeren Zwischenräume vermieden, die Ausfüllung derselben befördert werden, wozu es je nach der Beschaffenheit des Materials nicht an Mitteln fehlt.

Die andere, vorerwähnte Veranlassung des Sinkens von Aufträgen liegt in der Nachgiebigkeit des Untergrundes, auf welchen dieselben geschüttet werden. Das Maf einer solchen Einsenkung im Voraus auch nur mit einiger Sicherheit zu ermitteln, unterliegt großen Schwierigkeiten und ist in vielen Fällen ganz unausführbar, besonders wenn die Nachgiebigkeit des Bodens nur gering ist, oder dieselbe aus tief unter der Oberfläche liegenden weichen Bodenschichten entspringt. Noch weniger als das Maf ist aber unter diesen Umständen der Zeitraum zu bestimmen, innerhalb welchem das Gleichgewicht zwischen der Last des Auftrages und dem Widerstande des tragenden Bodens schließlic eintreten wird. Es ist daher rathsam, derartige Schüttungen so frühzeitig als irgend thunlich auszuführen, um die längst verfügbare Zeit für das Setzen derselben zu gewinnen.

Was nun die Erhaltung der normalen Form der Anschüttungen betrifft, so hängt dieselbe zunächst genau mit dem Setzen derselben zusammen. Dieses Setzen beschränkt sich aber nicht allein auf die Verminderung der Höhe, sondern es findet ein allgemeines Einschrumpfen statt, welches, wenn auch im geringeren Mafse, auf die Breite der Schüttung, oben mehr unten weniger Einfluß ausübt. Bei einer, in Folge des Setzens nothwendig werdenden Nachhöhung eines Auftrages wird, unter Beibehaltung der eingesunkenen Böschung, die obere Planumbreite nothwendig vermindert, weshalb, wenn dies nicht zulässig ist, der Auftrag in seiner ganzen Höhe auf beiden Seiten verbreitert werden muß, wie dies aus dem Profil Figur 41 zu ersehen ist. Das Material zu einer solchen nachträglichen Verbreiterung einer Schüttung verbindet sich niemals gehörig mit dem älteren Kern, und es erzeugen sich Längensrisse, welche deshalb sehr schädlich sind, weil sie dem Regenwasser Gelegenheit zum Eindringen in den Auftrag geben, so daß, wenn nicht die ganze Masse aufgelöst wird, mindestens die angebrachte Verstärkung abrutscht.

Zur Vermeidung dieser Uebelstände pflegt man daher unter Umständen, welche ein mehr oder minder starkes Setzen des Auftrags in Aussicht stellen, denselben von vorn herein entsprechend höher und stärker anzulegen, oder mindestens die Oberfläche so zu verbreitern, damit bei einer erforderlich werdenden Nachhöhung die planmäßige Breite der Krone erhalten wird, ohne daß es einer Verstärkung des Auftrags in der Breite bedarf.

Das erstgedachte Mittel ist immerhin vorzuziehen, weil damit von vornherein eine feste Oberfläche erzielt wird, während spätere Nachhöhungen sich selbst wieder setzen und abermals Ergänzungen nöthig machen.

Unter Berücksichtigung des Einschrumpfens und des Setzens giebt man daher den Schüttungen bei der Anlage die im Profil Fig. 42 punktirt angegebene Form, welche dann allmählig in die planmäßige übergeht, wie solche in Linien gezeichnet ist.

Mit gutem Erfolge hat man in den letzten Jahren 6 bis 8 Fufs unter Pla-

numskrone jederseits ein 3 Fufs breites Banket angeordnet und bei vorgekommener Einschrumpfung den normalen Bahnkörper durch den Abbau dieses Banketts wieder hergestellt.

Eine genaue Bestimmung des Setz- oder sogenannten Sackmafses, um welches die Aufträge höher als planmäfsig angeschüttet werden müssen, um später, nach erfolgtem Setzen, die richtige Lage zu ergeben, ist, wie schon erwähnt, nicht zu treffen, und es darf daher eine scharfe Uebereinstimmung zwischen Vorausbestimmung und Erfolg nicht erwartet werden. Denn es hängt diese Bestimmung sowohl von der Gattung des zu verwendenden Bodens, als auch sehr wesentlich von der Art ab, wie derselbe gefördert und geschüttet wird und welche Hilfsmittel zur Beförderung des Setzens in Anwendung gebracht sind.

Außerdem ist noch zu berücksichtigen, dafs die Progression des Setzens nicht genau mit der Auftragshöhe im Verhältnifs steht, wie solches gewöhnlich angenommen wird, weil bei hohen Aufträgen die unteren Schüttungsschichten von den darüber liegenden so stark gedrückt werden, dafs allein schon dadurch und während der Arbeit selbst die leeren Zwischenräume ganz oder theilweise ausgefüllt oder zusammengedrückt werden, daher ein späteres Setzen derselben entweder gar nicht oder doch in geringem Mafse stattfindet. Bei der folgenden Erörterung der Bedingungen für die Auftragsbildungen aus verschiedenen Bodenarten wird auf diesen Gegenstand zurückgekommen werden.

Bei nachgiebigem Untergrunde kommt es vorzugsweise darauf an, die Zusammendrückung desselben möglichst zu beschleunigen, und dies wird am sichersten durch eine vorübergehend stärkere Belastung erreicht, als der betreffende Boden später zu tragen hat. Es werden zwar durch die Aufbringung und die nachherige Wiederfortschaffung dieses Uebergewichts besondere Ausgaben veranlafst; wenn es aber für den Zweck der Anlage von Wichtigkeit ist, auf zweifelhaftem nachgiebigem Grunde einen festen Auftrag zu erlangen, so sind dieselben um so mehr als sehr nützlich verwendet zu betrachten, weil damit spätere Betriebsstörungen und lange währende kostspielige Nachhöhungs-Arbeiten vermieden werden.

Die Formveränderungen, welche durch kurze Uebergänge von geringen zu bedeutenden Höhen, oder von festem auf nachgiebigem Boden vorkommen, lassen sich verhältnißmäfsig richtiger im Voraus beurtheilen, so dafs die Anordnung der Sicherheits-Mafsregeln keinen besonderen Schwierigkeiten unterliegt. Ohne Anwendung derselben entstehen gewöhnlich mehr oder weniger bedeutende Querrisse, welche, als den Zusammenhang störend und den Zutritt des Wassers in das Innere des Auftrags gestattend, einen schädlichen Einflufs auf die Haltbarkeit desselben ausüben. Mit Sicherheit kann auf die Entstehung solcher Querrisse gerechnet werden, wenn die Schüttung für grofse und kleine Höhen auf festem und nachgiebigem Untergrund gleichzeitig auf die volle Höhe gebracht werden. Es empfiehlt sich daher, hohe Schüttungen, sowie solche auf nachgiebigem Boden, zunächst abgesondert bis zu einer gewissen Höhe zu bringen, das anfänglich stattfindende stärkere Setzen abzuwarten und dann erst den oberen Theil des Auftrags, welcher auf gewachsenem festem Boden, sowie auf den sich bereits gesetzten unteren Schichten ruhen soll, durchzuschütten. Der später, bei Erörterung der Bewegungsdispositionen zu beschreibende Etagenbau entpricht diesen Anforderungen im Wesentlichen.

Zur Beförderung des Setzens von Aufträgen wird wohl gelegentlich Wasser auf die Oberfläche derselben geleitet, welches in dieselbe eindringt, das sperrige Material löst und das Zusammen- und Ineinanderdrücken desselben erleichtert,

wodurch die leeren Zwischenräume ausgefüllt werden. So wirksam sich auch dieses Mittel bei geeignetem Materiale erweist, so muß es doch mit großer Vorsicht und in beschränktem Maße angewendet werden. Bei Anschüttungen aus Lehm oder anderem leicht löslichem Boden ist es ganz verwerflich, bei Sand-, Kies- und Steinschüttungen ist es wirkungslos, so daß sich die Anwendung nur auf Thonschüttungen beschränkt. Hier werden nur die scharfen, vorspringenden Kanten der Thonstücke gelöst und die flachen Seiten mit einer schlüpfrigen Decke überzogen, wodurch unter dem Drucke der darauf lastenden Schüttung das Gleiten und Ineinanderfügen derselben befördert wird. Ein solcher Wasserzutritt muß sehr allmählig in ganz geringen Massen erfolgen, weil dasselbe sonst veranlaßt wird, sich Weg durch die Schüttung zu bahnen, so daß es ohne Nutzen abfließt, das gelöste Material mit sich fortführt und schädliche Höhlungen erzeugt, statt sie zu schließen.

Das gebräuchlichste Mittel zur Beschleunigung des Setzens der Anschüttungen besteht in dem lagerweisen Feststampfen derselben, welches, mit der nöthigen Sorgfalt ausgeführt, der Anforderung möglichst vollständig entspricht.

Es versteht sich dabei aber von selbst, daß Schüttmaterial, wie Sand und Kies, in welchem sich keine leeren Zwischenräume bilden und daher auch dem Setzen nicht unterworfen sind, des Stampfens nicht bedarf, so wenig dasselbe bei Steinschüttungen anwendbar ist, welche zwar hohle Räume enthalten, die aber durch Stampfen nicht ausgefüllt werden können.

Selten wird aber bei dem Stampfen sehr hoher Anschüttungen, sowohl der Kosten als besonders des erforderlichen großen Zeitaufwandes wegen, mit der nöthigen Sorgfalt verfahren und dasselbe nicht in ganz dünnen Schichten ausgeführt; unter diesen Umständen kann diese Dichtungsart leicht schädlicher wirken, als Nutzen bringen. Wenn, was immer die Absicht ist, die leeren Zwischenräume des Schüttungsmaterials durch Stampfen wirklich geschlossen werden sollen, so dürfen die zu bearbeitenden einzelnen Schichten nicht stärker sein, als daß die Wirkung des Stampfens sie noch ganz durchdringt, und diese Stärke übersteigt selbst bei kräftiger Arbeit kaum das Maß von $1\frac{1}{2}$ Fuß. Werden nun aber, und es ist bei größeren Arbeiten fast immer der Fall, die Schichten stärker und in der Oberfläche festgestampft, so entstehen dadurch zwar einzelne gedichtete Decklagen, zwischen denselben bleiben aber die leeren Räume, wie die Schüttung sie mit sich bringt, unverändert eingeschlossen. Diese Art des Stampfens hat zwei Uebelstände im Gefolge, der eine ist, daß durch die glatt gestampften Oberflächen der einzelnen Schichten keine Feuchtigkeit dringen kann, wodurch die Austrocknung des Auftrags sehr verzögert wird, und der andere besteht darin, daß durch das Feststampfen der Oberflächen einzelner Schichten die Luft, welche in den hohlen Zwischenräumen der Schüttung enthalten ist, fest eingeschlossen wird und selbst unter bedeutendem Druck nicht mehr entweichen kann. Dadurch wird nun nicht allein die spätere Ausfüllung dieser Zwischenräume erschwert, sondern es nimmt auch der ganze Auftrag eine gewisse elastische Beweglichkeit an, welche im Verhältniß der eingeschlossenen Luft größer wird und ihn für gewisse Zwecke ganz unbrauchbar macht. Es gehören oft viele Jahre dazu, bevor solch eingeschlossene Luft ganz entweicht, natürlich unter fortwährendem allmähligem Nachsinken der Oberfläche und nicht ohne Erzeugung von Rissen und Zerstörung des innern Materialverbandes.

Von geringerer Wirkung als bei den weicheren Bodenarten erweist sich gewöhnlich das Stampfen der Thonschüttungen, wengleich es bei denselben nöthiger ist, als bei irgend einem anderen. Wenn damit irgend Nutzen gestiftet werden

soll, so dürfen die Schichten höchstens einen Fuß stark geschüttet oder auf dieses Maß ausgebreitet, die Klöße auf 5 bis 6 Zoll Stärke zerkleinert werden. Zum Stampfen selbst sind aber nur schwere Handrammen und kräftige Arbeiter zu verwenden.

Bei Accordarbeiten wird es, selbst bei strenger Aufsicht, kaum dahin gebracht, daß diese Maßregeln genau durchgeführt werden, weshalb, wenn es von Wichtigkeit ist, eine solche Schüttung von vorn herein völlig dicht darzustellen, diese Arbeit unter zureichender Aufsicht im Tagelohn ausgeführt werden muß.

Es dürfen dann freilich die Stampfer nicht, wie es nur zu häufig geschieht, nur der Form wegen angestellt und dazu die schwächsten Leute genommen werden.

Ein ungleich besseres Verfahren zur Dichtung der Lehm- und Thonaufräge besteht in der Ausfüllung der, bei der Schüttung sich bildenden Zwischenräume mit einem anderen Material, welches leicht in dieselben eindringt und an sich keiner Raumverminderung ausgesetzt ist. Ganz besonders eignet sich dazu feiner trockener Sand, und die Schüttung geschieht am besten durch Abwechselung der Lehm- oder Thon- und der darüber zu verbreitenden Sandlagen. Eine leichte Ueberstampfung hat dann weniger den Zweck der Zusammendrückung, als um den Eintritt des Sandes in alle darunter liegenden leeren Zwischenräume zu befördern.

Die beschriebene Dichtungsart ist freilich nur da anwendbar, wo die Herbeischaffung des nöthigen Sandes oder sonstigen feinen Füllmaterials nicht unverhältnißmäßige Kosten verursacht; es wird daher in jedem einzelnen Falle, unter Berücksichtigung des andererseits erforderlichen Stampferlohnes und des Werthes, der darauf zu legen ist, von vorn herein eine in ihrer Höhenlage gesicherte Anlage zu erlangen, in Erwägung zu nehmen sein, inwieweit diese Methode, selbst bei vermehrten Kosten noch Vortheile darzubieten geeignet ist.

Oftmals ist die Erfahrung gemacht worden, daß Dämme aus reinem Lehm, welche in der gewöhnlichen Art nicht zum Stehen gebracht werden konnten, zuletzt durch Anwendung dieses Mittels die nöthige Festigkeit erlangten.

Wo, wie es in den höheren Gebirgsgegenden gewöhnlich der Fall ist, kein Sand gefunden wird, muß Bedacht darauf genommen werden, das Schüttungsmaterial schon bei der Gewinnung selbst möglichst zu zerkleinern, wodurch sich dasselbe enger schichtet und weniger und kleinere hohle Zwischenräume sich in demselben gestalten.

Am schwierigsten ist es, Kopfschüttungen zu dichten, da bei denselben die einzelnen Lagen nicht horizontal, sondern in der Richtung des Ruhewinkels geschüttet werden und dieselben daher weder gestampft, noch in den Zwischenräumen mit feinem Material ausgefüllt werden können. Hier muß ein anderes Dichtungsverfahren in Anwendung gebracht werden und zwar ein solches, welches durch die Natur dieser Schüttungsart begünstigt wird. Kopfschüttungen werden in der Regel nur bei höheren Aufträgen in Anwendung gebracht, und dabei rollen die größeren Bodenstücke, zwischen welchen sich vorzugsweise die hohlen Räume befinden, am weitesten vor und bilden auf diese Weise die unteren Lagen der Schüttung. Beim Fortschreiten derselben füllen sich die noch offenen Zwischenräume mit dem weniger weit rollenden feineren Material, und da diese unteren Schichten den ganzen Druck des Auftrags zu erleiden haben, so pressen sich die zerkleinerten Massen sehr fest zwischen die größeren ein, so daß keine oder nur wenige hohle Zwischenräume übrig bleiben. Zur Beförderung und Regelung dieser Gestaltung wird dadurch nachgeholfen, daß die am Fusse der Schüttung abgelagerten

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.