

tragshöhen auf stark geneigten Thalabhängen und Berglehnen, besonders wenn dieselben mit einer Lage kompressiblen oder unter starkem Druck ausweichenden Bodens bedeckt sind, wie es nur zu häufig der Fall ist. Da bei der Vermehrung der Belastung eines so gestalteten Bodens die auf Abgleitung wirkende Kraft in einem verstärkteren Verhältnisse wächst als die der Bewegung widerstrebende Reibung, so vermehrt sich auch mit dem Gewicht der Schüttung die Gefahr der Abgleitung. Es wird daher auch hier die Beschaffenheit des zu schüttenden Bodens die Grenze bestimmen, bis zu welcher Höhe der Auftrag mit Sicherheit angelegt werden kann.

Im folgenden Abschnitte, die Ausführung betreffend, wird dieser Gegenstand wieder aufgenommen und dabei das Verfahren näher erörtert werden, welches einzuhalten ist, um unter solchen Umständen die nöthige Standfähigkeit zu sichern und die Mittel dem Zwecke anzupassen.

10. Profile und Böschungen.

Bei Feststellung der Specialprojekte für Erdarbeiten, auf welche die Veranschlagung und die Ausführung sich gründen sollen, sind es besonders die Profile der Auf- und der Abträge, durch welche die Form der Anlage und die Masse der Arbeit bedingt wird. Dabei kommen das eigentliche Planum und die Böschungen in Betracht.

Ersteres ist wesentlich von dem Zwecke der Anlage abhängig, und da derselbe hier nicht in Betracht gezogen werden kann, so werden die dasselbe bestimmenden Massen und etwaigen Neigungen als gegeben vorausgesetzt, und das Planum tritt nur sofern in den Kreis dieser Erörterungen, als es sich um die Darstellung und Erhaltung desselben handelt. Dagegen leiten sich die anzuwendenden Böschungsneigungen, sofern es sich nur um ihre Standfähigkeit und Erhaltung gegen Witterungseinflüsse handelt, lediglich aus der Beschaffenheit des Bodens und seiner Lagerungsverhältnisse ab. Für jede Bodenart in ihrem normalen Zustande giebt es eine gewisse Neigung, den sogenannten Ruhewinkel, nach welcher sich die Böschungen derselben im natürlichen Wege von selbst gestalten und welche die Grenzen des Gleichgewichts der Elemente unter sich bezeichnet. Dieser Winkel ist aber, sobald die normalen Verhältnisse des Bodens sich ändern, selbst bei gleichem Material nicht immer derselbe und gewöhnlich ein anderer bei den Einschnitten als bei den Aufträgen, in trockenem oder in feuchtem Zustande.

Je größer die Kohäsion der Masse in ihrer natürlichen Lagerung ist, desto steiler ist der Ruhewinkel bei den Einschnittswänden, wogegen die Größe, Form und Festkantigkeit der gelöseten Materialtheile den Ruhewinkel der Anschüttung bedingt. Derselbe ist steiler bei trockenem als bei nassem Material und ändert sich bei einzelnen Bodenarten durch die bloße Einwirkung der Luft und Sonne, wie es bei fast allen Mergeln und denjenigen Bodenarten der Fall ist, welche leicht in Degeneration übergehen, d. h. ihr Dichtigkeitsverhältniß mit der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgrade wechseln.

Man findet den Ruhewinkel des Materials für die Einschnitte, wenn dasselbe, soweit es thunlich ist, senkrecht abgestochen und den Einwirkungen der wechselnden Witterung preisgegeben wird, für die Aufträge durch Anschüttung gelöseten Materials, wobei die sich ohne weiteres Zuthun gestaltende Böschung denselben angiebt. Da sich der Ruhewinkel, wie schon erwähnt, nur auf den Zustand des Gleichgewichts bezieht und daher schon eine geringere äußere Einwirkung ausreichen würde, dasselbe zu stören und die Bewegung hervorzubringen, so muß der

bei Bildung der Auf- und Abträge in Anwendung zu bringende Böschungswinkel flacher gehalten werden als der ermittelte Ruhewinkel. Erfahrungsmäßig genügt es in der Regel, $\frac{2}{3}$ des letzteren für die Ausführung anzunehmen.

Zur leichteren Berechnung und bequemerer Anwendung bei der Ausführung pflegt man die Neigung der Böschungen nicht in Winkelgraden der Kreiseintheilung, sondern durch Verhältniszahlen der Höhe zur Breite der Basis auszudrücken, wobei erstere als Einheit angenommen wird. Eine Böschung, welche z. B. auf einen Fuß Höhe zwei Fuß ausladet, wird daher eine zweifüßige genannt u. s. w.

Unter Anwendung dieser Bezeichnung werden bei Feststellung von Specialplänen unter gewöhnlichen Umständen die Böschungen

1) in Gartenerde, Torf und anderem gleichartigem Boden	2	füßig,
2) in Lehm und Sand	$1\frac{1}{2}$	-
3) in Thon, Kies und Gerölle	$1\frac{1}{4}$	-
4) in weichem Tagestein, Mergel	1	-
5) in festem Gestein im Auftrage	$\frac{3}{4}$	-
6) in festem Gestein im Abtrage	$\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{8}$	-

angenommen. Da aber doch gewisse Bodenarten, wenn auch gleichnamig, doch in ihrer Standfähigkeit sehr verschieden sein können, so ist es immer nützlich und bei großen wichtigen Arbeiten nöthig, die bezüglichen Eigenschaften durch direkte Versuche zu ermitteln, um auf diesem Wege Gewissheit über die Zulänglichkeit der anzunehmenden Böschungsverhältnisse zu erlangen.

Insofern bei der Bildung von Einschnitten verschiedene Bodenarten durchfahren werden, ist es nöthig, jeder derselben die ihr entsprechende Böschung zu geben, die dann aber durch zwischengelegte bankettartige Absätze von einander gesondert werden.

Mit Ausnahme des festen Gesteins sind alle Bodenarten mehr oder weniger der Verwitterung, der Auflösung oder der Wegspülung durch Wasser ausgesetzt. Um daher die Form sowohl als den Körper der Anlage zu sichern, ist es nöthig, die dem Einfluß der Witterung ausgesetzten Außenflächen so zu befestigen, daß sie den bezeichneten Einwirkungen Widerstand zu leisten vermögen. Diese Befestigung wird entweder durch Steinrevetements oder durch einen Ueberzug von fruchtbarer Erde mit einer schützenden Vegetation auf derselben erlangt. Aus den Bodenuntersuchungen wird sich ergeben, welche geeigneten Materialien, Steine, Rasen oder Muttererde, für die verschiedenen Strecken verfügbar zu machen sind.

Zu den Schutzmitteln der Böschungen rechnete man sonst auch die schmalen Bankette, welche man alle 6—8 Fuß mit 2 Fuß Breite anlegte, und welche allerdings die Böschungsbekleidung stützen und die Bewirthschaftung erleichtern, aber in jüngster Zeit meist verworfen werden, weil sie dem Abfluß des Tagewassers nur hinderlich sind und eine große Mehr-Masse bei den Erdarbeiten ergaben. Ein 2füßiges Grabenbanket und vielleicht noch eins in 15—18 Fuß Höhe, oder wo Fels und Boden wechseln, genügen meistens. Bei Felsboden läßt man am besten alle, sogar das Grabenbanket weg.

Im festen Felsen pflegen zwar die Einschnittswände noch zu stehen, wenn sie vertikal niedergebrochen werden, und oft besser, als wenn sie geböschet werden; dennoch empfiehlt es sich auch hier recht vorsichtig zu verfahren. Manche Steinarten zeigen beim Brechen eine sehr große Festigkeit und ein so massives Gefüge, daß man leicht dazu verleitet werden kann, dieselben für wetterbeständig zu halten, während sie es nicht sind, nach einiger Zeit spalten, verfrieren, sich auflösen und massenweis herunterstürzen und den Einschnitt gefährden.

Von wesentlichem Einfluß für die Sicherheit von Erdwerken ist die Konstruk-

tion der Profile in oder auf stark abfallenden Bodenlagen, wo ohne geeignete Vorkehrungen ein Abrutschen des seiner Stütze beraubten gewachsenen Bodens oder der Anschüttung möglich ist. Da die grössere oder geringere Wahrscheinlichkeit einer Abrutschung von dem Zwecke dieser Neigung, dem Vorhandensein wasserführender Schichten, in Wasser auflös- und zerdrückbarer Bodenlagen, von der Bedeckung des gewachsenen Bodens mit verwitterten oder angeschwemmten Erdlagen, der Kohäsion etc. abhängig ist, so müssen diesen Umständen entsprechend die erforderlichen Sicherheitsmassregeln angeordnet und in den Ausführungsplan aufgenommen werden.

Zur Vermeidung von Abrutschungen in den Einschnitten ist das zuverlässigste Mittel Entlastung der Rutschflächen; je steiler dieselben aufgerichtet stehen, desto mehr müssen sie entlastet, ja unter Umständen ganz bloßgelegt werden. Eine Beschränkung hierin aus Sparsamkeitsrücksichten hat sich immer als übel angebracht erwiesen, da, wenn einmal Bewegung eintritt, der Umfang der Räumungs- und dann doch nicht zu vermeidenden Entlastungsarbeiten gar nicht zu ermessen ist. Die Sicherung der Anschüttungen auf schiefen Ebenen erfordert die gleichzeitige Anwendung verschiedener Sicherheitsmassregeln, deren Umfang von der Masse der Auftragung und dem Abhänge des Terrains und dessen Beschaffenheit abhängig ist.

Als erste und für alle Fälle, der Auftrag mag hoch oder niedrig sein, zu beachtende Regel ist zu bezeichnen, daß das zu beschüttende Terrain vorher vollkommen entwässert werden muß, und zwar nicht nur in der Oberfläche, sondern bis auf den ursprünglichen gewachsenen Boden hinab, welcher gewöhnlich das eigentliche Quellenlager bildet. Nächst der Entwässerung dient die Vorbereitung des zu beschüttenden Bodens zur Gestaltung eines zuverlässigen Auftrags, und es besteht dieselbe darin, daß zunächst die ebene, lockere, kompressible, auflösliche oder verschiebbare Bodenschicht, welche die Abhänge meist zu bedecken pflegt, gänzlich entfernt wird. Je höher und schwerer der Auftrag werden soll, desto weiter muß mit dieser Abdeckung und, wenn man ganz sicher sein will, bis auf den gewachsenen Boden gegangen werden. Letzteres wird unerläßlich, wenn die Oberfläche desselben zugleich das Quellenlager bildet.

Da die Aufträge auf schiefen Ebenen nur durch die Reibung in ihrer Lage erhalten werden, so sind alle Mittel aufzubieten, um dieselbe zu vermehren. Es kann dies durch Vergrößerung der tragenden Fläche oder durch Vermehrung der Reibungswiderstände mittelst Einschneidung stufenförmiger Absätze erlangt werden. Ebenso richtig ist häufig die Disposition eines kräftigen Gegengewichtes am Fusse der einseitigen Dämme in Form von trocknen Stützmauern, denen man eine nach innen geneigte Basis giebt.

Für den Zweck der Feststellung der Specialprojekte und Arbeitspläne werden diese Andeutungen ausreichen, da die weitere Erörterung der maßgebenden Bedingungen und Anwendung der bezeichneten Hilfsmittel in den über die Ausführung handelnden Abschnitt gehört.

11. Entwässerungen.

Als eigentliches erhaltendes Princip bei allen baulichen Anlagen, insbesondere aber bei den Erdbauten, kann die Entwässerung betrachtet werden, weshalb dieselbe bei der Feststellung irgendwelchen Bauprojektes niemals aus dem Auge gelassen werden darf.

Das Wasser, welches entweder unmittelbar als atmosphärischer Niederschlag