

auszusparen, durch welche das sich dahinter etwa sammelnde Filtrationswasser abfließen kann.

### 33. Die Abrutschungen in den Einschnitten.

Dieselben gehören zu den größten und gefährlichsten Hindernissen, welche sich der Gestaltung von Einschnitten entgegenstellen können. Oft treten sie gänzlich unerwartet und in solchem Umfange ein, daß ihre Bewältigung an die Unmöglichkeit zu grenzen scheint, jedenfalls aber einen großen Zeit- und Kostenaufwand erfordert. Und immer muß es noch als ein relativ günstiger Umstand betrachtet werden, wenn diese Abrutschungen schon während der Bauzeit erfolgen und nicht erst nach Vollendung der Anlage, wo dieselbe schon dem öffentlichen Verkehr übergeben ist, der dann wieder unterbrochen wird.

Bei der großen Wichtigkeit dieses Gegenstandes für die Sicherheit von Erdwerken ist es dringend nöthig, die Bedingungen zu erforschen, unter welchen Abrutschungen erfolgen, wie denselben vorgebeugt werden kann und wie bereits eingetretene bewältigt werden können.

Jede Abrutschung setzt eine Störung des Gleichgewichts zwischen den tragenden und den getragenen Bodenschichten voraus, und eine solche kann erfolgen, wenn durch zusammenhängende Terraineinschnitte einzelnen oder mehreren der Stützpunkt oder das Widerlager entzogen wird, auf welchem sie ruhen oder gegen welches sie sich anlehnen. Aus diesem Grunde kommen daher auch bei horizontalen Schichtungen keine eigentlichen Einschnittsabrutschungen vor, welche aber wohl von den beschränkten Absetzungen zu unterscheiden sind, welche in Folge einer Materialerweichung entstehen. Die eigentlichen Rutschungen kommen nur vor, wo die zu durchschneidenden Bodenschichten eine gegen den Horizont geneigte Lage haben. Das Gleichgewicht dieser abhängenden Schichten wird im natürlichen Zustande des Bodens durch verschiedene, zumeist gleichzeitig wirksame Widerstände der Neigung zur Bewegung erhalten, und sehr häufig ist ein großer Ueberfluß an Bewegungshindernissen vorhanden, da sonst schon jede Verminderung eines derselben eine Abrutschung zur Folge haben müßte.

Die hier wirkenden Widerstände der Bewegung sind:

- a) Stützung der abfallenden Schichten an ihrem Fusse durch das Wiederaufsteigen derselben, also durch Gegendruck, so daß nur eine Bewegung erfolgen kann, wenn dieses Gegengewicht weggenommen, oder, was dasselbe ist, außer Verbindung mit der Last gebracht wird.
- b) Der Materialien-Zusammenhang (Cohäsion), welcher eine gewisse Solidarität für die Unbeweglichkeit einer ausgedehnten Bodenfläche bildet und erst aufgehoben werden muß, wenn einzelne Theile desselben Bewegung annehmen sollen; endlich
- c) die Reibung, welche zwischen den einzelnen über einander lagernden Schichten stattfindet und ebenfalls erst überwunden werden muß, wenn eine oder mehrere derselben über darunter liegenden hinweggleiten sollen. Die Bewegung erzeugende Schwerkraft ist aber vorzugsweise von der Größe der Schichtenneigung abhängig und wächst mit derselben nach bekannten Gesetzen.

So einfach sich hiernach die Bedingungen des Gleichgewichts darstellen, so schwierig ist es, wenn überhaupt möglich, das Maß der Einzelwirkungen und der Widerstände in solcher Schärfe zu ermitteln, um ein sicheres Urtheil darüber zu

gewinnen, ob nach der Verminderung des einen oder des anderen Widerstandes der Rest desselben ausreichend bleibt, um den Eintritt der Bewegung zu verhindern.

Ganz im Allgemeinen weiß man freilich, daß steil abfallende Schichten den Abrutschungen mehr ausgesetzt sind, als flach liegende, daß dieselben begünstigt werden, wenn die Lagerflächen schlüpfrig sind, wodurch der Widerstand der Reibung theilweise aufgehoben wird, oder wenn der Materialienzusammenhang der Schichten ein so geringer ist, daß er durch das Gewicht derselben leicht überwunden werden kann, oder wenn das Gegengewicht der aufsteigenden Schichten durch Zerschneidung derselben aufgehoben wird. Sobald es sich aber um die Bestimmung der quantitativen Verhältnisse handelt, dann treten die Schwierigkeiten auch nur annähernder Ermittlungen der wirkenden Kräfte und Widerstände in den Vordergrund, und dies um so mehr, als die örtlichen Verhältnisse fast auf jedem Schritt wechseln und das, was für einen Punkt ermittelt sein möchte, schon seine Geltung für einen anderen ganz nahe gelegenen verliert.

In dieser Beziehung bleibt vor der Hand nur übrig, die unter ähnlichen Umständen gemachten Erfahrungen unter gebührender Rücksichtnahme auf abweichende Verhältnisse den einzelnen vorliegenden Fällen anzupassen oder praktische Regeln davon abzuleiten. Darum kann die sorgfältigste Erforschung aller maßgebenden Verhältnisse bei vorkommenden Abrutschungen nicht genug empfohlen und deren Bekanntmachung gewünscht werden, da ein sicherer Maßstab für die Beurtheilung erst dann gefunden werden wird, wenn eine große Menge von Thatsachen unter gleichen Umständen übereinstimmende Resultate ergeben. Daß die, ohne eine solche Unterlage aufgestellten Theorien, für die Bildung des Urtheils bei der Ausführung nur geringen Werth haben können, leuchtet ein.

Dagegen erscheint es dringend nöthig, der Ausführung selbst die allersorgfältigsten Bodenuntersuchungen vorausgehen zu lassen, um, soweit es irgend möglich ist, die vorwaltenden Verhältnisse richtig zu erkennen und aus dem Zusammentreffen gewisser bedingenden Umstände zu beurtheilen, ob Abrutschungen überhaupt in Aussicht genommen werden müssen, und welche Vorkehrungen zu treffen sind, um denselben zuvorzukommen oder sie unschädlich zu machen. Ergiebt sich aus diesen Untersuchungen die Wahrscheinlichkeit von Abrutschungen in ausgedehntem Maße, so wird zunächst immer noch zu erwägen sein, in wie weit noch durch Veränderung des Plans der Anlage einer solchen auszuweichen ist. Dabei darf aber nicht außer Acht gelassen werden, daß eine Verminderung der Einschnittstiefen, wenn damit eine Vermehrung der Auftragsflächen verbunden werden muß, die Umstände wenig verbessert, da dieselben Ursachen, welche Einschnittswände zum Abrutschen veranlassen, auch die der Anschüttungen herbeizuführen vermögen, wenn das Gewicht derselben ein gewisses Maß übersteigt. } 2

Besonders vorsichtig müssen solche Stellen behandelt werden, wo schon im natürlichen Zustande des Terrains Rutschungen stattgefunden haben. Bei einiger Uebung lassen sich solche Stellen im Gebirge wohl erkennen, und es darf dabei immer angenommen werden, daß die Ruhe nur durch ein nothdürftig wieder erzeugtes Gleichgewicht hergestellt worden ist, und daß die geringste Verminderung eines der Bewegungswiderstände von Neuem Bewegung und Abrutschung zu erzeugen im Stande ist, deren Grenzen mit Sicherheit nicht zu ermessen sind.

Jedenfalls werden durch die Ausführung von Einschnitten den abfallenden Bodenschichten diejenigen Stützpunkte entzogen, auf welche sie sich bisher lehnten, und damit geht einer der wichtigsten Bewegungswiderstände verloren, und nur noch die Cohäsion und die Reibung bleiben übrig. Erstere ist nur bei sehr mächtigen Schichten festen oder zähen unzerklüfteten Materials von erheblichem Belange;

sonst darf von diesem Widerstande um so weniger viel erwartet werden, als er gewöhnlich erst nach einiger Zeit überwunden wird, und es nur der Erzeugung eines einzigen Risses bedarf, um ihn gänzlich aufzuheben. Es bleibt daher nur noch die Reibung zwischen den Schichtenlagen als Widerstand der Bewegung übrig und diese ist daher vorzugsweise ins Auge zu fassen. Dieselbe kann unter gewissen Umständen so groß sein, daß sie mehr als ausreichend ist, den Mangel der beiden anderen Widerstände aufzuwiegen; sie kann sich aber auch wieder als so gering darstellen, daß sie kaum noch als ein Widerstand der Bewegung zu betrachten ist. Ersteres findet statt, wenn Schichten unauflöslichen Materials ohne weiche Zwischenlager unmittelbar auf einander ruhen, wie es bei den Urgebirgen, den Grauwacken- und älteren Sandsteinformationen der Fall ist. Solche Lager können schon sehr stark geneigt sein, bevor die Schichtenreibung zwischen denselben überwunden wird und Bewegung erfolgt. Der andere Fall tritt aber dann ein, wenn zwischen den geschlossenen Bodenlagen Schichten weichen Materials liegen, deren Oberflächen vom Wasser erweicht werden, ohne es durchzulassen. Diese Verhältnisse treten besonders häufig bei der Kreideformation auf, deren festere Ablagerungen durch Thon oder thonhaltige Schichten von einander gesondert sind, die das Wasser abführen, welches durch die Klüftungen der darüber liegenden Lagen bis auf dieselben gelangt.

Ist der Abhang solcher wasserführenden, in ihrer Oberfläche schlüpfrig gewordenen Thonschichten, welche man Rutschflächen nennen kann, und deren oft mehrere in verschiedenen Zwischenräumen über einander liegen, bekannt, so wird sich aus dem Querprofil des Einschnitts ergeben, ob und welche derselben damit durchschnitten werden. Findet eine Durchschneidung nicht statt und liegt die wasserführende Thonschicht in genügender Tiefe unter der Sohle des Einschnitts, so ist die Gefahr einer Abrutschung verhältnismäßig gering, weil dann die zunächst darüber liegenden Schichten noch unter der Sohle ihren Stützpunkt finden. Streicht die Thonschicht aber in nur geringer Tiefe unter der Einschnittssohle durch, so erfolgt leicht ein Heben der letzteren durch Aufstauung vermöge des Druckes der darüber liegenden Schichten und Aufhebung des Gegendruckes bei Wegnahme des Bodens aus dem Einschnitte. Oeffnen sich aber die wasserführenden Schichten in den Einschnittswänden und sind sie irgend stark geneigt, so kann, wenn eine bedeutende Bodenmasse auf den ersteren ruht, mit ziemlicher Gewißheit auf eine Abrutschung gerechnet werden.

Zur Beurtheilung der Ausdehnung, welche eine solche Rutschung annehmen wird, giebt es keinen sicheren Maßstab, da sie sich möglicherweise auf die gesamte Bodenmasse erstrecken kann, welche auf der geneigten Thonschicht lagert. Bei dem Bau einiger Eisenbahnen in England und Belgien sind Fälle vorgekommen, daß der Boden auf dem Umfange einer Viertelmeile in Bewegung gekommen ist. In den meisten Fällen wird aber die Grenze der Abrutschung durch die Richtung der Thonlage bedingt, welche nur äußerst selten auf längere Strecken mit den Einschnitten parallel laufend nach denselben abfällt. Im Gebirge bilden diese Thonschichten ohnehin abwechselnd Sättel und Mulden; die Durchschneidung der ersteren ist in der Regel unschädlich, da die Richtungslinien einer möglichen Rutschung divergiren, nur an einer Stelle nach dem Einschnitte abfallen, an den übrigen aber mehr oder weniger parallel mit der Achse des Einschnitts liegen, wo eine Bewegung nicht stattfinden kann. Umgekehrt verhält es sich aber bei Durchschneidung der Mulden, bei welchen sich die Richtungslinien der Rutschung nach dem Einschnitte hin konzentriren; darum schiebt sich auch bei diesen Rut-

schungen der Boden immer in Form eines hohlen Halbkegels in den Einschnitt ab. Zur Verdeutlichung dieser Verhältnisse dienen die Zeichnungen Fig. 28 bis 31 Taf. III.

Fig. 28 zeigt den Grundriß und den Querschnitt einer solchen Mulde; in ersterem ist die Projektion der zu Tage tretenden wasserführenden Schichten im Querschnitt, die Lage derselben durch starke Linien bezeichnet; aus letzterem ergibt sich, daß der Scheitel dieser geschlossenen Mulde innerhalb des Abhanges liegt; je näher dieser Scheitellinie  $AB$  daher der Einschnitt gelegt wird, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit einer Abrutschung beider Einschnittswände, weil hier die Schichtungen auf beiden Seiten nach demselben einfallen. Durch eine Verlegung der Einschnittsachse nach  $CD$  gestaltet sich das Verhältniß schon günstiger, da hier nur noch auf der einen Seite die Schichtung nach dem Einschnitte hin abfällt.

Liegt die Achse der Mulde auferhalb des Abhanges, so ist dieselbe nicht geschlossen, wie das Profil Fig. 29 zeigt. Hier bildet der Keil  $abc$  durch seine Masse den Widerstand, welcher den bestrebenden hinterliegenden Schichten zur Abrutschung das Gleichgewicht hält. Wird dieser Keil fortgenommen oder, was in dieser Beziehung ganz gleich ist, auch nur der Länge nach durchschnitten, so entsteht, sofern die Reibung nicht ausreichend ist, dieselbe zu verhindern, Bewegung, indem die oberen Schichten vermöge ihres Gewichtes auf der schiefen Rutschfläche so lange abwärts gehen, bis sie einen neuen Widerstand finden, der die Bewegung unterbricht. Bei den Einschnitten bildet die der Rutschfläche gegenüber liegende Wand diesen Widerstand; dieselben sind dann aber auch wieder mit Material angefüllt.

Findet sich die Achse der Mulde weit auferhalb des natürlichen Abhanges liegend und fallen die Schichten einigermaßen steil ab, dann ist es nicht unwahrscheinlich, daß schon früher Rutschungen stattgefunden haben und der abgerutschte Boden selbst, indem er ein natürliches Banquet bildete, der Bewegung ein Ziel gesetzt und Gleichgewicht erzeugt hat, wie solches im Profil Fig. 30 angedeutet ist. Hier muß jeder Einschnitt, welcher zwischen der gewachsenen Schichtung und dem Fusse des abgerutschten Bodens angelegt wird, neue Bewegungen und Abrutschungen veranlassen, welche so lange andauern, bis durch die Wiederausfüllung des Einschnitts ein neuer Widerstand der Bewegung sich gebildet hat.

Besteht eine solche wasserführende Zwischenschicht aus vom Wasser ganz auflöslichem Material, so erweicht dasselbe allmählig ganz und wird fortgespült, wodurch hohle Räume entstehen, die mit der Zeit eine solche Ausdehnung gewinnen, daß die darüber liegenden Schichten ihre Unterstüzung verlieren und abstürzen. Ein solches Vorkommen kann schon bei sehr wenig geneigter Schichtenlage stattfinden und ist meistens die Veranlassung natürlicher Abrutschungen. Dergleichen Einbrüche und Senkungen erfolgen ruckweise und in vertikaler Richtung, weshalb die in Bewegung gekommenen oberen Schichten nicht immer, besonders wenn der Neigungswinkel klein ist, abrutschen, aber vermöge des durch den Fall erlangten Bewegungsmomentes und ihres Gewichtes, das erweichte Material der Zwischenschicht, welches noch nicht weggespült war, heraus und in den Einschnitt drängen. Rutschungen dieser Art pflegen sich zu wiederholen, theils wenn noch ein Theil des Materials der weichen Schicht zurückgeblieben ist, theils weil nach einem solchen Zusammensturz die Quellen, welche hier früher ihren Abfluß hatten, abgesperrt werden und einen anderen Ausweg suchen müssen, dabei wieder weichere Bodenarten auflösen und dieselbe Wirkung erzeugen.

Es sind auch sehr ausgedehnte Abrutschungen in Einschnitte dadurch herbeigeführt worden, daß einzelne Schichten feinen und körnigen Sandes durchschnitten und damit entwässert worden sind. In dem abgetrockneten Zustande vermindert sich Zusammenhang und Reibung des Sandes außerordentlich; er vermag den darüber liegenden Erdschichten keinen ausreichenden Widerstand zu leisten, kommt in Bewegung und nimmt dieselben mit. Das Profil Fig. 31 stellt eine solche Verbindung dar.

Nach dieser Erörterung der verschiedenen Ursachen von Einschnittsabrutschungen läßt sich schon ermessen, daß es unter den dargestellten Umständen nicht leicht ist, Abrutschungen zu verhindern, oder wenn sie eingetreten, das Gleichgewicht wieder herzustellen. So vielerlei Mittel auch zur Erreichung dieser Zwecke vorgeschlagen oder versucht worden sind, so haben sich dieselben doch immer als unzulänglich erwiesen, wenn damit nicht auf die Beseitigung der Ursachen des Uebels hingewirkt und dieselben ihrem Umfange nach den bewegenden Kräften nicht proportional waren. Wenn auch nicht immer der Mangel an richtiger Erkennung, so ist desto häufiger das Bestreben nach Kostenersparung die Veranlassung zur Anwendung von nur äußerlichen, gegen die Wirkungen, nicht gegen die Ursachen gerichteten Mitteln, die sich dann ohne Wirkung erweisen, während die Zerstörung immer weiter um sich greift und zuletzt gar nicht mehr zu bewältigen ist.

In der That erreichen gründliche Sicherungsarbeiten nicht selten einen solchen Umfang und die Kosten derselben eine solche Höhe, daß die des eigentlichen Einschnitts dagegen klein erscheinen und eine veränderte Disposition des Plans unter solchen Umständen sich sowohl als das sicherste wie wohlfeilste Auskunftsmittel darstellt. Ist dies aber aus anderen dringenden Gründen nicht zulässig, so wird es nöthig, von vorn herein auf ausreichende Sicherungsmaßregeln Bedacht zu nehmen, da dieselben unter allen Umständen immer weit weniger Arbeit und Kosten erfordern, als verwendet werden muß, um einer bereits eingetretenen Abrutschung Einhalt zu thun und das gestörte Gleichgewicht dadurch wieder herzustellen.

Je nach Verschiedenheit der veranlassenden Umstände werden die zur Vorbeugung von Abrutschungen zu treffenden Maßregeln andere sein müssen, immerhin wird aber dabei von dem Grundsatz ausgegangen werden müssen, entweder die bewegende Kraft zu vermindern oder die Widerstände derselben zu vermehren. Aus den allgemeinen Gesetzen der Bewegung läßt sich der Schluß ableiten, daß dem Zwecke leichter zu entsprechen ist, wenn die Ursachen der Bewegung beseitigt, als wenn die Widerstände derselben vermehrt werden. Eine Verminderung des Bewegungsmomentes wird am sichersten durch die Entlastung der Rutschflächen erlangt, oder was dasselbe ist, durch Verminderung des Gewichts der Masse, welche ihre direkte Unterstützung verliert, das Gleichgewicht gegen die übrigen Bewegungswiderstände zu erhalten. Das richtige Maß einer solchen Entlastung zu bestimmen, unterliegt freilich großen Schwierigkeiten, da eben die Widerstände der Bewegung unmeßbar sind; es bleibt daher kaum Anderes übrig, als aus der Kombination aller maßgebenden Verhältnisse, insbesondere des Abfallwinkels der Rutschflächen, des höheren oder geringeren Grades ihrer Schlüpfrigkeit, der Masse des darüber liegenden Bodens und seiner Cohäsion etc. für jeden einzelnen Fall unter Berücksichtigung gemachter Erfahrungen ein Maß abzuleiten, wie weit mit der Entlastung gegangen werden muß, wobei ein Zuviel dem Zuwenig immer vorzuziehen ist. Am sichersten würde es freilich sein, die Rutschflächen gänzlich zu entlasten oder bloßzulegen und bei sehr starkem Einfallen ist es auch

das Sicherste und Beste, da hier die wegzuräumenden Bodenmassen nur ein beschränktes Mafß erreichen. Sind aber die Rutschflächen weniger geneigt oder liegen sogar, durch denselben Einschnitt gelöst, mehrere derselben über einander, dann ist das Mittel nur noch im beschränkten Mafße anwendbar. Je flacher dieselben liegen und je weniger schlüpfrig ihre Oberfläche ist, desto mehr Material kann auf denselben liegen bleiben, weil dann die abgleitende Kraft geringer, die Reibung größer ist und schon bei theilweiser Entlastung das Gleichgewicht zu erhalten ist.

Wird, wie beispielsweise im Profil Fig. 32 gezeichnet ist, eine wasserführende Schicht durch den Einschnitt  $c d f g$  bei  $i$  gelöst, so fällt der Widerstand, welchen der Keil  $c d e$  im natürlichen Zustande der Bewegung entgegengesetzte, weg, und der Körper  $a b c i$  nimmt das Bestreben an, von der Fläche  $b i$  abzugleiten. Daran könnte er nur verhindert werden durch den Zusammenhang der Masse bei  $a b$  und die Reibung auf der Fläche  $b i$ . Das Bewegungsvermögen des Körpers bestimmt sich durch sein Gewicht und die Neigung der Fläche  $b i$ . Letztere ist unveränderlich und läßt sich daher die abgleitende Kraft nur mit dem Gewicht oder der Masse  $a b c i$  vermindern.

Diese Entlastung kann in zweierlei Art ausgeführt werden; entweder durch Abtragung der oberen Bodenschichten in parallelen Lagen mit der Rutschfläche oder durch Gestaltung von terrassenförmigen Absätzen  $h k l m n o c$ , welche die Rutschfläche bei  $m$  und  $o$  abschneiden. Durch Anlage von Kanälen in den Ecken  $m o$  wird das Wasser, welches auf der Rutschfläche herabrieselt, aufgefangen und dem unteren Theile derselben entzogen, wodurch dann die Reibung auf derselben vermehrt wird. Es hängt von der Mächtigkeit der auf den Rutschflächen lagernden Schichten und der Beschaffenheit des Bodens ab, welche der beiden Entlastungsarten am zweckmäßigsten in Anwendung zu bringen ist; im Allgemeinen darf angenommen werden, daß erstere bei weicheren Bodenarten, letztere bei Steinlagern vortheilhafter ist und sich besser ausführen läßt.

Als Beispiel einer nach diesen Grundsätzen in größerem Mafßstabe beim Bau der Gebirgsstrecke der Westfälischen Eisenbahn ausgeführten Entlastung eines Felsenabhanges stellt das Profil Fig. 33 Taf. III einen Einschnitt dar, welcher drei wasserführende Rutschflächen durchschneidet, welche ihren Ursprung unter einer mächtigen, aber zerklüfteten Sandsteinlagerung nehmen. Daß durch diese Schichten sickernde Tagewasser gelangt an verschiedenen Punkten auf diese drei über einander liegenden Thonschichten und nimmt auf deren Oberfläche bis zur Thalsole ab, wo es in Quellenform zu Tage tritt.

Schon beim Beginn der Aushebung des projektirten Einschnitts  $a b c d$  setzte sich die Wand  $a b$ , in Bewegung und es folgten die auf den oberen Rutschflächen liegenden Bodenschichten, so daß der vordere Theil der Steinlage seine Unterstützung verlor und nachstürzte. Die Arbeiten zur Aufräumung des verschütteten Einschnitts blieben erfolglos, da beim Tiefergehen immer neue Bodenmassen in Bewegung kamen und die in der Bodenoberfläche sich bildenden Risse immer größer wurden und sich weiter landeinwärts erstreckten. Um weiter arbeiten zu können, blieb daher nur übrig, den Abhang in solcher Art zu entlasten, daß jede der drei Rutschflächen angeschnitten und damit Terrassenabsätze  $ef$ ,  $gh$ ,  $ik$  und  $lb$  gebildet wurden. Das Wasser der einzelnen Rutschflächen ist in die Längkanäle  $f$ ,  $h$  und  $k$ , welche in den Ecken der horizontalen Absätze in den Thonschichten eingeschnitten sind, gesammelt und an geeigneten Stellen abgeführt. Diese Absätze sind demnächst muldenförmig abgepflastert worden, um auch das Tagewasser, welches auf dieselben fällt, nach den Kanälen zu leiten und das

Eindringen desselben in den Boden zu verhindern, während die Böschungen der Wände so steil gehalten sind, als das Material es gestattete. Der Einschnitt ist dadurch vollständig gesichert worden, wengleich mit bedeutendem Arbeitsaufwande, welcher wahrscheinlich sehr viel geringer gewesen wäre, wenn schon gleich beim Beginn der Arbeit eine angemessene Entlastung der Rutschflächen vorgenommen worden wäre.

Auch in dem oben bezeichneten Falle wurde wieder von Neuem bestätigt, daß es ganz zwecklos und nur zeit- und kostenraubend ist, eine Einschnittsrutschung an ihrem Fusse anzugreifen. Mit einiger Aussicht auf Erfolg lassen sich dieselben nur bekämpfen, wenn der in Bewegung gekommene Abhang so weit zurück, als sich Risse zeigen, entlastet und damit terrassenförmig von oben nach unten fortgeschritten wird, bis zur Sohle des Einschnitts. Durch Abfangung und Ableitung der Quellen in hochgelegenen Punkten wird aber die Sicherheit der Wand nachhaltig gefördert.

Nur in wenigen Fällen wird es genügen, in Aussicht stehende Einschnittsabrutschungen durch Vermehrung der Bewegungswiderstände abzuwenden. Die Cohäsion des Materials läßt sich in keiner Weise steigern, der Widerstand der Reibung und unter besonders günstigen Umständen durch Ableitung des Wassers werden Rutschflächen vermieden; es bleibt daher nur noch der Widerstand des Gegengewichts übrig, welcher möglicherweise vermehrt werden kann.

Futtermauern reichen dazu, ihres verhältnißmäfsig geringen Gewichts wegen, nicht aus, und wenn dieselben schon zu häufig durch den bloßen Erddruck, nicht Stand halten, so ist bei eintretender Bewegung des hinterliegenden Bodens auf Widerstand gar nicht zu rechnen.

In einzelnen Fällen, wo durch einen abgeschnittenen, nicht zu umfangreichen Theil des schützenden Fusses *a b c* Fig. 34 das Gegengewicht einer wenig geneigten Bodenschicht verloren gegangen ist, kann dasselbe durch eine dem Gewichte des Widerlagers entsprechende Steinpackung wieder gewonnen werden. Dabei versteht es sich von selbst, daß diese Steinpackung vor Aushebung des Einschnitts selbst und nur in einzelnen Abtheilungen ausgeführt werden muß, da schon die zusammenhängende Aufschlitzung des Bodens für die Aufnahme derselben die Abrutschung veranlassen kann, welche dadurch abgewendet werden soll.

Am Schlusse dieses Kapitels kann nur wiederholt darauf hingewiesen werden, daß bei derartigen Anlagen das Hauptaugenmerk auf die wasserführenden Schichten gerichtet werden muß, und die relativ größte Sicherheit erlangt wird, wenn dieselben möglichst weit abgedeckt, Kanäle darin angelegt und die darauf herabrieselnden Wasser abgefangen und unschädlich abgeführt werden; endlich aber kein Mittel unbenutzt gelassen wird, das Eindringen des Tagewassers in den Boden zu verhindern oder mindestens zu beschränken.