

nahme, aus einer abfallenden Schicht wasserundurchlässigen Materials, gewöhnlich Thon, besteht, auf welcher das Filtrationswasser abfließt und in Quellenform zu Tage geführt wird. Mit der Untersuchung wird daher am besten von unten nach oben, durch die hervortretenden Wasser geleitet, fortgeschritten. Es ist dabei nicht unwichtig, die Mächtigkeit der Schicht, welche die Rutschfläche bildet, zu ermitteln und das Material in Bezug auf die Auflöslichkeit und Tragfähigkeit festzustellen.

Demnächst ist aber die Beschaffenheit des abgerutschten Bodens, seine Mächtigkeit und die Grenze, bis wieweit derselbe am Abhange hinaufreicht, auf das sorgfältigste zu untersuchen. Es kommt hierbei vorzugsweise darauf an, zu erfahren, ob das gerutschte Material aus wirklichen Gebirgsschichten besteht oder nur aus verwitterten und angeschwemmten jüngeren Ablagerungen, welche Massen oberhalb der Angriffslinie der Arbeiten noch auf den Rutschflächen lagern, und ob ein Herausdrücken oder Ausspülen von weichen Zwischenschichten zu erwarten steht, wenn der Bergabhang angeschnitten wird, die Quellen dadurch frei werden und die ganze Gebirgslast ohne Fufsstütze auf den Schichtungen ruht.

Bei allen Abrutschungen ist aber der Zutritt des Wassers auf die Rutschflächen und eine Erweichung der darüber liegenden Bodenschicht eine Hauptveranlassung; die Beobachtung der Quellen, insbesondere im Frühjahr, wird daher Aufschluss geben, ob dieselben unter gewissen Umständen gefährlich werden können, sowie darüber, ob sie durch Entwässerungen der Oberfläche oder in anderer Weise geschwächt oder ganz unterdrückt und in andere Kanäle unschädlich abgeleitet werden können.

Wenn bisher die Bodenuntersuchungen vorzugsweise in Bezug auf zu gestaltende Einschnitte behandelt wurden, so sind dieselben doch nicht minder wichtig für die Bildung der Aufträge, und zwar in Bezug auf die Tragfähigkeit des zu belastenden Bodens sowohl als rücksichtlich etwaiger Abrutschungen.

5. Ermittlung der Tragfähigkeit.

Das erforderliche Mafs der Tragfähigkeit des Bodens hängt wesentlich von der Gröfse der Belastung ab, und während derselbe Boden niedrige Anschüttungen ohne Senkungen zu tragen vermag, giebt er bei höheren nach oder weicht wohl ganz unter denselben aus. Die Ermittlung der Tragfähigkeit eines überhaupt kompressiblen Grundes ist grade deshalb so äufserst schwierig, und alle Versuche, welche mit isolirten Theilen desselben angestellt werden, führen zu keinen zuverlässigen Ergebnissen.

Beim Durchbau von Sümpfen und Mooren wird auf eine Komprimierung der Masse überhaupt nicht, sondern auf ein völliges Ausweichen gerechnet, und es genügt in diesen Fällen, nur die Tiefenlage des festen Untergrundes durch Visittreisen zu ermitteln. Am zweifelhaftesten ist in dieser Beziehung der Torfboden, theils weil derselbe überhaupt in sehr verschiedenen Zuständen der Festigkeit und Tragfähigkeit vorkommt, theils weil derselbe, belastet, gleichzeitig komprimirt und seitwärts verdrängt wird. Wenn nun auch die Zusammendrückbarkeit der einzelnen Torfgattungen durch geniale Vorrichtungen und Pressen ermittelt werden kann, so sind directe Mafsbestimmungen über das Seitwärtsausweichen nicht so vollständig zu erlangen; es vermögen daher nur Versuche durch Probelastungen einigen Anhalt zu gewähren, wobei aber auch auf die Wirkung der Zeitdauer gebührende Rücksicht genommen werden muß, da sowohl die Kompression als die Ausweichung nur sehr allmählich erfolgt.

Manche Torfbaggerungen in der Nähe von Flüssen finden sich mit ziemlich

starken Sandschichten überdeckt, so daß die ganze äußere Erscheinung auf ein reines Sandlager schliessen läßt, welches als ein genügend fester Untergrund für Dammschüttungen gehalten wird. Es ergibt sich daraus die Nothwendigkeit, auch das an sich zur Tragung großer Lasten geeignete Material dennoch in Bezug auf seine Mächtigkeit zu sondiren, wobei um so tiefer gegangen werden muß, je höher und schwerer der darauf zu schüttende Auftrag werden soll. Erfahrungsmäßig trägt übrigens eine 3 Fuß hohe Sandschicht schon einen schweren Zug, und es kann der Untergrund als genügend gut gefunden werden, wenn die den Torf deckende Sandschicht außer jenen 3 Fuß für jeden Fuß Dammhöhe $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ Fuß Mächtigkeit hat.

Wo Felsenlagen in nicht stark abhängenden Schichten beschüttet werden sollen, kann der Boden als genügend fest für Tragung jeder Last erachtet werden, und es bedarf da keiner weiteren Untersuchungen, weil unter solchen Umständen nur äußerst selten noch zerdrückbare Schichten unter dem festen Felsen liegen und die Masse desselben, schon ihres großen und festen Zusammenhanges wegen und auf eine große Fläche vertheilt, die größten Anschüttungsmassen ohne Einfluß auf die unteren, weicheren Schichten zu tragen vermag. Ganz anders können sich aber die Umstände gestalten, wenn die tragenden Schichten entweder nach der Länge oder in der Querrichtung stark geneigt sind. Alle vorher angegebenen Ursachen, welche die Veranlassung zu Einschnittsabrutschungen bilden, pflegen auch die Anschüttungen herbeizuführen, und der Fall kommt um so häufiger vor, als es leichter und im Allgemeinen rathsamer ist, bei der Bildung des Planums Einschnitte zu vermeiden und die Anschüttungen vorherrschen zu lassen.

Die Bodenuntersuchung, die Erforschung der Lagerungs- und Quellenverhältnisse müssen daher hinsichtlich des zu beschüttenden, abfallenden Terrains mindestens mit derselben Ausführlichkeit und Vorsicht, unter sorgfältigster Beobachtung aller maßgebenden Erscheinungen ausgeführt werden, wie dies im Vorstehendem angedeutet ist. Es ist namentlich alle Aufmerksamkeit auf diejenigen Punkte zu richten, wo die Gebirgsschichten Mulden bilden oder Querthäler die Schüttungslinie kreuzen. Ebenso ist ferner darauf hinzuarbeiten, die wahre Lage und Neigung der Rutschflächen, die Beschaffenheit des Materials und der Oberfläche des Bodens, insbesondere aber die Mächtigkeit der über der Rutschfläche liegenden Schichten gewachsenen oder angeschwemmten, verwitterten Bodens und deren Entwässerung zu erforschen. Letzteres ist von ganz besonderer Wichtigkeit, da die oberen Lagen angeschwemmten und verwitterten Bodens gewöhnlich so locker und wasserdurchlässig sind, daß wenig oder kein Wasser in der Oberfläche zu bemerken ist, während es im reichlichen Maße unter derselben abzieht. Die Auffindung dieser Quellenlager ist daher als die nächste Hauptaufgabe bei der Bodenuntersuchung für Anschüttungen längs Gebirgsabhängen zu betrachten, da durch ihre Fassung und Leitung, wie später gezeigt werden wird, allein eine Garantie für die Sicherheit der Anschüttung in solchem Terrain zu erlangen ist.

Dies bis jetzt über die Bodenuntersuchungen Vorgetragene wird ausreichen, um darauf hinzuweisen, von welchem großem Belange dies Geschäft ist, mit welcher Vorsicht und Genauigkeit dabei zu Werke gegangen werden, und daß eine richtige Beurtheilung der einzelnen Erscheinungen sich auf eine umfassende Kenntniss vom Bau der Erdoberfläche überhaupt gründen muß. Wenn es darauf ankäme, alle die Unfälle aufzuzählen, welche schon aus ungenügenden Bodenuntersuchungen entstanden sind, so würde dies ein umfassendes besonderes Werk werden, aus welchem sich aber doch nur ergeben würde, daß fast immer nur dieselben Ursachen die Unfälle veranlaßt, selbige von gleichen Erscheinungen begleitet

waren und immer auf die Versäumnis einfacher Regeln zurückgeführt werden können.

Im folgenden Abschnitte, welcher von der Ausführung der Erdarbeiten handelt, wird sich Gelegenheit darbieten, die am häufigsten vorkommenden Fälle des Misglückens von Erdarbeiten zur Sprache zu bringen, und es wird sich dann auch ergeben, daß, wenn dieselben auch häufig als Folge unrichtig aufgefaßter Projekte oder ungeeigneter Ausführung betrachtet werden müssen, doch fast immer eine ungenügende Erkennung der maßgebenden Bodenverhältnisse die eigentliche Grundursache des Mislingens war.

6. Darstellung der Bodenermittlungen.

Um die aus der Bodenuntersuchung erlangten Resultate bei Ausarbeitung der Projekte und bei den Massendispositionen gehörig übersehen und speciell benutzen zu können, ist die Darstellung derselben erforderlich. Dieselbe wird entweder durch ein Register gegeben, in welchem die bei der Untersuchung jedes einzelnen Punktes gefundenen Ergebnisse eingetragen sind, oder die Ergebnisse werden unter Benutzung gewisser üblicher Bezeichnungen für die zu berücksichtigenden Verhältnisse in ein Längenprofil der untersuchten Strecke eingezeichnet.

Gewöhnlich werden beide Arten der Darstellung gleichzeitig zur Anwendung gebracht, da erstere sich mehr zur Benutzung bei den Rechnungsarbeiten, letztere mehr für die Feststellung des Special- oder Ausführungsplanes eignet.

Es liegt in der Natur der Sache, daß die Zusammen- und Darstellung derartiger Ermittlungen sich sehr einfach gestaltet, wenn der untersuchte Boden eben und von fast gleichmäßiger Beschaffenheit, die Lagerungsverhältnisse im Allgemeinen regelmäsig sind und die Beschaffenheit des Materials in der Tiefe wenig wechselt. Eine solche Darstellung würde aber nicht genügen, wo eine sehr unebene oder Gebirgsgegend das untersuchte Terrain bildet, wo die in Lage, Beschaffenheit und Wassergehalt beständig wechselnden Schichtungen sehr zusammengesetzte Verhältnisse erzeugen, während die Abhängigkeit der Elemente unter einander wieder für den Zweck von solcher Wichtigkeit ist, daß keins derselben fehlen darf. Auch diese Ergebnisse werden in tabellarischer und gleichzeitig in graphischer Form dargestellt, welche aber wegen des reichhaltigeren und umfangreicheren Stoffes und der gegenseitigen Beziehungen zusammengesetzter werden muß.

Während bei der erstgedachten Art der Darstellung ein einfaches Bohr- und Schürfregeister und unter einem einfachen Terrainprofil die Einzeichnung der ermittelten Lagen und ihrer Beschaffenheit genügen, muß das Register für Gebirgsuntersuchungen eine vollständige Darlegung aller Ermittlungen, Beobachtungen, Abhängigkeitsverhältnisse und Bildungsstufen enthalten. Die graphische Darstellung bildet schon ein zusammenhängendes geognostisches oder petrographisches Längenprofil, welches noch für einzelne wichtige Punkte durch eben solche Querprofile erläutert und ergänzt werden muß.

Die gewöhnlichen Schürf- und Bohrregister erhalten die nachbezeichnete tabellarische Form; zur Erklärung ihres Gebrauches sind probeweise einige Beobachtungen in dieselbe eingetragen.