

# Erster Abschnitt: Vorarbeiten.

## Erstes Kapitel.

### Bodenuntersuchungen.

#### 1. Bohrungen.

Die Mittel zur Bestimmung der äußeren Form der Bodenoberfläche können als bekannt vorausgesetzt werden, und es unterliegt keinen Schwierigkeiten, durch dieselben vollständige und richtige Ergebnisse zu erlangen.

In weit geringerem Mafse findet dies hinsichts der Mittel zur Erforschung der Bodenbeschaffung, der Lagerungsverhältnisse und der Wasservertheilung statt, mit welchen nicht immer die gewünschte Zuverlässigkeit in der Erkennung zu erlangen steht. Am gewöhnlichsten werden Bohrungen zur Untersuchung der bezeichneten Verhältnisse in Anwendung gebracht, und es sind, für beschränktere Anlagen, die damit erlangten Ergebnisse in der Regel als ausreichend zu erachten, wenn dabei mit der nöthigen Vorsicht und Sorgfalt verfahren wird und die Werkzeuge dem Zwecke entsprechend eingerichtet sind. Es kommt nämlich besonders darauf an, die Materialienproben, welche aus den verschiedenen Tiefen zu Tage gefördert werden, ungemischt und in dem Zustande, wie der Boden abgelagert ist, d. h. weder mechanisch noch im Wasser aufgelöset zu erlangen.

Einfache Bohrungen in Sand- und Kiesboden, oder auch in solchem, der mit Schichten dieses Materials überdeckt ist, geben schon sehr schwankende Resultate, weil die Bohrlöcher sich mit nachfallendem Sande füllen und aus den größeren Tiefen ein mit Sand gemischtes Material erlangt wird, während es in seiner natürlichen Lage frei davon ist. Wenn unter solchen Umständen einiger Werth auf die Bohrresultate gelegt werden soll, so ist es nöthig, dieselben in Röhren auszuführen, welche mindestens so tief in den Grund reichen müssen, als das lose Material aufgelagert ist. Dasselbe Mittel muß in Anwendung gebracht werden, wenn unter Wasser gebohrt wird, um dadurch das Zuschlammen des Bohrloches und die Auflösung des Materials beim Bohren in den unteren Schichten möglichst zu verhindern.

Ein gut eingerichteter Erdbohrer muß die Eigenschaft haben, das Material noch in Stücken und nicht gänzlich zerrieben aus jeder Tiefe unvermischt zu fördern. Dazu ist erforderlich, daß er einen entsprechend großen Durchmesser (nicht unter 4 Zoll) besitzt, die Form eines Löffelbohrers erhält und mit einer Vorrichtung zum Verschluss des Löffels in einer beliebigen Tiefe versehen ist. Solche Bohrer sind aber nur in weicheren Erdarten anwendbar; sobald das Gestein erreicht wird, verlieren sie ihre Wirksamkeit und müssen dann Meißelbohrer angewendet werden, um tiefer einzudringen.

Zur Vermeidung von Täuschungen ist erforderlich, daß, wenn bei den Bohrungen unerwartet Gestein gefunden wird, in Entfernung von einer oder zwei Ruthen ein anderes Bohrloch niedergetrieben wird, um dadurch die Gewifsheit zu er-

Quersprofile  
s. s.



langen, daß wirklich ein Steinlager angebohrt ist und nicht, wie es häufig vorzukommen pflegt, einzelne grössere Steine aufgefunden sind. Beim Bohren in Stein muß ein möglichst schweres Gestänge angewendet und auf den Stofs gearbeitet werden, um Steinstücke zu erhalten, da ein drehendes Bohren nur Steinmehl giebt, aus welchem die Beschaffenheit des erbohrten Gesteines sich nur sehr unvollkommen beurtheilen läßt. Ueber die Festigkeit desselben giebt die Menge der Arbeit, welche zum Niedertreiben des Bohrers erforderlich ist, einen ziemlich sichern Anhalt. Da mit dem Meißelbohrer das im Bohrloche gelösete Material nicht gefördert werden kann, so bedient man sich dazu eines leichten Löffelbohrers.

Bei sorgfältiger Abhaltung des Tagewassers von dem Bohrloche wird es in den meisten Fällen gelingen, die Lage der obersten wasserführenden Bodenschicht aufzufinden, indem sich von da an das Bohrloch mit Wasser füllt. Nicht so unmittelbar werden andere tiefer liegende Wasserabsonderungen aufgefunden, und in der Regel wird man nur aus der Beschaffenheit des tiefer erbohrten Materials und seiner Wasserundurchlässigkeit darauf schliessen können.

Im Hügel- und Gebirgslande ist es bei der Anlage von grösseren Erdwerken von grösster Wichtigkeit, das Einfallen der Schichten, insbesondere der stein- und wasserführenden Lagen möglichst genau zu kennen, da dies in sehr vielen Fällen unter einem ganz andern Winkel geschieht, als die äussere Terrainlage anzudeuten scheint. Hier werden immer mindestens zwei Bohrungen in der Richtung des Querabhanges für jeden zu untersuchenden Punkt erforderlich, welche aber nicht so nahe bei einander liegen dürfen, daß aus kleinen Unregelmässigkeiten in der Formation falsche Schlüsse über die allgemeine Lage der Schichtungen gezogen werden können. Finden sich bei diesen Kontrolbohrungen die verschiedenen angebohrten Lagen in derselben Folge und übereinstimmenden Mächtigkeit wieder, so wird man mit ziemlicher Sicherheit auf einen regelmässigen Abhang schliessen können. Ergeben sich dabei aber Abweichungen von Belang, so ist daraus zu entnehmen, daß hier eine Störung der Formation stattgefunden hat, und es wird nöthig, die Zahl der Bohrlöcher so lange zu vermehren, bis durch die Ergebnisse eine genauere Erkenntniss der Lagerungsverhältnisse erlangt wird.

Es wird hiernach lediglich aus der grösseren oder geringeren Regelmässigkeit der zu untersuchenden Abhänge sich bestimmen lassen, wie viele solcher Querschnitte erbohrt werden müssen, um eine vollständige Einsicht der vorherrschenden Bodenverhältnisse zu erlangen; eine allgemeine Regel läßt sich dafür nicht geben. Im älteren Gebirge gestalten sich die Verhältnisse im Ganzen viel einfacher als in den neueren, namentlich den Flötzformationen, bei welchen nicht allein die verschiedensten Grade der Festigkeit abwechseln, sondern auch die Lagerungsverhältnisse durch Hebungen, Verschiebungen, Verwitterungen und Abwaschungen oft in einer Weise verdunkelt sind, daß es schwer hält und oft nur mit Zuhülfenahme von Hypothesen gelingt, ein klares Bild derselben zu erlangen.

## 2. Schürfungen.

Ohne geognostisches Verständniss solcher Verhältnisse wird kaum darauf gerechnet werden können, die für den Erdbau so wichtigen und einflußreichen Bodenuntersuchungen in zweckmässiger Weise angeordnet und geleitet zu sehen. Es wird daher eine nähere Bekanntschaft wenigstens mit den Elementen der Geognosie als unerläßlich für die Ausführung derartiger Untersuchungen bezeichnet werden müssen.

Die Abführung der atmosphärischen Niederschläge äussert überall, vorzugsweise



aber in Gebirgsgegenden, einen vorherrschenden Einfluß auf die Gestaltung der Bodenoberfläche, welche aber bei verschiedenem Material dergestalt in den Formen unterschieden ist, daß aus derselben allein schon die Bodenbeschaffenheit der sie bildenden Bodenart zu erkennen ist. Allgemein darf dabei angenommen werden, daß die weicheren Bestandtheile mehr der Verwitterung und Abspülung ausgesetzt sind als die festeren, und daß, Ausnahmen besonders im Urgebirge zugegeben, die Wasserläufe immer da ihren Weg nehmen, wo sie durch Angriff und Wegführung des Materials Thäler bilden konnten. Auf diese Weise sind im natürlichen Wege fast überall Quereinschnitte gebildet, in welchen der innere Bau und die Lagerungsverhältnisse zu Tage treten, und auf die so erlangten Anschauungen stützen sich zum großen Theile die Schlüsse der Geognosten.

Es ergiebt sich hieraus, daß die Untersuchung solcher Thäler und Schluchten auch für den vorliegenden Zweck von sehr wesentlichem Nutzen sein kann in Bezug auf die Erkennung der Eigenschaften des Bodens, auf oder in und mit welchem gearbeitet werden soll. Ganz besonders aber begünstigen sie die Erkennung der Wasservertheilung und Absonderungen, welche durch Bohrungen immer nur sehr unvollkommen zu erlangen ist.

Bei Ausführung derartiger Untersuchungen ist aber eben so große Sorgfalt nöthig, als bei den aus den Ergebnissen zu ziehenden Schlüssen vorsichtig zu Werke gegangen werden muß, wenn man sich nicht der Gefahr großer Täuschungen aussetzen will.

Sehr selten findet man nämlich die Sohle und die Wände solcher natürlichen Einschnitte noch in derselben Verfassung, als wo sie durch einzelne außerordentliche Fluthen in der Urzeit gebildet wurden. Gewöhnlich sind dieselben mit Trümergestein oder heruntergeschwemmtem, verwittertem Boden, oft in mächtigen Lagen bedeckt, auf welchen eine üppige Vegetation sich entwickelt hat, während die Quellen unter den aufgeschwemmten Lagen hinwegrieseln und erst an Punkten zu Tage treten, welche oft weit von denen entfernt sind, wo sie aus den Schichtungen hervorquellen. Nun hat es seine besonderen Schwierigkeiten, in so verwachsenem aufgeschwemmtem Boden bis auf den ursprünglichen Kern zu gelangen und denselben in solchem Zusammenhange aufzudecken, daß die Beschaffenheit der Schichten, ihre Lagerung und Wasserabsonderung deutlich zu erkennen sind.

Wenn dies aber vollständig erreicht werden soll, so darf keine, auch die geringste, sich kaum markirende Schlucht übergangen werden, da sie nicht selten im Innern eine Mulde bildet, welche durch Koncentrirung der Wasserabsonderungen grade die Ursache der äußeren Thalbildung ist. Nun sind es aber eben die Mulden, welche den Erdarbeiten, sowohl den Einschnitten als den Aufträgen wegen ihrer Neigung zu Abrutschungen, so gefährlich werden, und deshalb ist es von so großer Wichtigkeit, sie alle, ihr Einfallen und ihre wasserführenden Schichten kennen zu lernen, um danach von vorn herein die nöthigen Sicherheitsmaßregeln treffen zu können.

Hieraus ergiebt sich die Nothwendigkeit, mindestens überall da, wo die äußere Form des Abhanges und das Hervordringen von Quellen Mulden vermuthen lassen, sorgfältige Bodenuntersuchungen anzustellen.

Zwischen je zwei Mulden liegt immer ein sogenannter Sattel, welcher auf beiden Seiten nach der Mulde hin abhängt und nur mit seinem oberen Grad derselben parallel liegt. Obgleich auch unter gewissen Umständen Sattelabrutschungen vorkommen, so ist dies doch selten der Fall, und da die Sättel in der Regel kein oder doch nur sehr wenig Wasser abführen, so werden sie im Allgemeinen nicht für gefährlich gehalten und erfordern daher keine so specielle Erforschung ihres



innern Baues, als die Mulden. In diesen findet man dagegen das Material, welches sich bildet, mehr erweicht und zerklüftet, häufig schon degenerirt oder doch völlig für die Degeneration vorbereitet, so daß bei Bestimmung der Festigkeit der zu verarbeitenden Massen darauf Rücksicht genommen werden muß.

### 3. Versuchsschächte.

Bei großen und wichtigen Arbeiten, namentlich bei tiefen Einschnitten etc., reichen aber die bezeichneten Mittel zur Erforschung der Bodenverhältnisse nicht immer aus, um die erforderliche sichere Unterlage bei Beurtheilung der letzteren zu erlangen, welche sowohl für die Kostenermittlung als zur Feststellung der Konstruktionsverhältnisse durchaus erforderlich ist, wenn das Gelingen nicht dem Zufalle überlassen bleiben soll. In solchen Fällen ist es rathsam, die angestellten Bohrversuche durch Aufgrabungen und in größerer Tiefe an einzelnen, am wenigsten aufgeklärten Punkten durch Abteufung von Schächten zu ergänzen und durch Offenlegung und Durchbrechung aller Schichten bis zur Einschnittssohle sichere Kenntniß über die Festigkeit des Materials, das Einfallen der Schichten und den Wasserreichthum derselben zu erlangen. Wenn diese Untersuchungen auch ansehnliche Zeit und Kosten in Anspruch nehmen, so ist doch andererseits der Gewinn, welcher in jeder Beziehung aus dieser genauen Kenntniß entspringt, so groß, daß dieser Aufwand sich immer vollkommen rechtfertigen läßt. Ganz besonders ist es Pflicht einer gewissenhaften Bauverwaltung große Einschnitte von bedeutender Tiefe, welche in General-Entreprise gegeben werden sollen, durch Aufgrabungen und Schächte ganz klar legen zu lassen, um sich spätere Klagen und Vorwürfe wegen Täuschungen und Uebervortheilungen zu sparen, welche oft genug gerechtfertigt sind.

Die Bau-Unternehmer haben meist nach Ausbietung der betreffenden Loose weder die Zeit dazu noch die Apparate zur Stelle, um jene Untersuchungen selbst anzustellen, sind aber leicht dazu anzuhalten und gerne bereit die Kosten für verständig und gut ausgeführte geognostische Vorarbeiten den Verwaltungen zu erstatten.

Besonders bei der Hereinziehung kleiner Seitenthäler in die Trace bedarf es sehr specieller und sorgfältiger Untersuchungen, wobei die Abteufung von Versuchsschächten bis auf die projektirte Sohle des Werkes nicht versäumt werden sollte. Dergleichen Gebirgseinsattelungen haben nämlich immer einen bestimmten Entstehungsgrund, welcher sehr wesentlichen Einfluß auf die an solchen Stellen auszuführenden Arbeiten äußern kann.

Entweder hat schon bei der Bildung des Gebirges an solchen Stellen eine unregelmäßige Hebung stattgefunden, oder das hier weniger feste Gestein ist verwittert und weggeschwemmt. Endlich kann eine solche Einsenkung auch Folge eines Wasserdurchbruches aus einem hoch gelegenen Bassin sein. Im ersten Falle bilden die Schichtungen, aus welchen der zu durchbrechende Rücken besteht, gewöhnlich nach der Niederung und der Einsattelung abfallende Mulden, welche sich im tiefsten Punkte gegenseitig stützen. Es ist sehr wesentlich, das Vorhandensein solcher Mulden zu konstatiren, da es niemals ohne Gefahr ist, eine solche zu durchschneiden, theils weil dadurch das Gleichgewicht mehr oder weniger aufgehoben wird, theils weil an solchen Punkten der tiefsten Einsattelungen das Wasser aus einem weiten Umkreise zusammenfließt und Lösung sucht. Darum reichen auch gewöhnlich die tiefst eingeschnittenen Seitenthäler mit ihrer reichlichen Wasserabführung bis zu diesen Einsattelungen hinauf. Wenn es sich darum handelt, die Be-



dingungen der Standfähigkeit eines anzulegenden Durchbruches festzustellen, so wird es vorzugsweise darauf ankommen, die Neigung der Lagen und die Tiefe der wasserführenden Schichten aufzufinden, sowie die Festigkeit und Cohäsion des Materials im Verhältniß der darauf ruhenden Last zu ermitteln.

Bei Einsattelungen, welche durch Verwitterungen entstanden sind, kann auf eine geringe Festigkeit des Materials geschlossen werden, welches bei der Gebirgsbildung an solchen Stellen zu Tage gekommen ist. Diese an ihrem Ausgange verwitterten Schichten setzen sich aber nach unten fort, werden bei Bildung der Einschnitte wieder bloß gelegt und sind dann ebenfalls der Verwitterung unterworfen.

Solche durch Verwitterung entstandenen Einsattelungen sind aber gewöhnlich noch mit einer starken Lage dieses verwitterten Materials bedeckt, welche der Erkennung der inneren Lagerungsverhältnisse erhebliche Schwierigkeiten entgegenstellt und leicht zu unrichtigen Voraussetzungen führen kann, indem diese seit langer Zeit abgelagerten und wenig fortbewegten Massen selbst wieder gewisse Lagerungsverhältnisse darstellen, die mit denen der eigentlichen Gebirgsmasse nicht übereinstimmen und sorgfältig von derselben unterschieden werden müssen.

Einsattelungen, welche Wasserdurchbrüchen oder Ueberströmungen ihre Entstehung verdanken, sind in der Regel leichter zu untersuchen und zu erkennen, weil hier die zerstörten Gebirgsteile weggeschwemmt sind, die Wände in der Regel sich steil erheben und die Lagerungsverhältnisse der Schichten offen zeigen.

#### 4. Frühere Bodenbewegungen.

Von der entschiedensten Wichtigkeit ist es bei den Bodenuntersuchungen im Gebirge, diejenigen Stellen an den Abhängen derselben aufzufinden, wo früher schon natürliche Abrutschungen stattgefunden haben. Da an solchen Stellen ohne künstliches Zuthun Bewegung entstanden ist, so kann mit ziemlicher Sicherheit angenommen werden, daß bei irgend einer Veranlassung auch künftig wieder eine solche eintreten wird. Unzweifelhaft ist aber, daß der früher stattgefundenen Bewegung nur durch eine grade ausreichende Wiedererzeugung des Gleichgewichts Einhalt gethan worden ist, und es daher nur einer geringfügigen Störung dieses Gleichgewichtes bedarf, um wieder Bewegung zu erzeugen.

Es ist allerdings schon ein geübtes Auge erforderlich, um in bewaldeten, von Thälern und Schluchten durchfurchten Abhängen solche Spuren früherer Bewegungen zu erkennen, und oft nehmen die abgerutschten Massen am Fusse oder an den Abhängen selbst eine Gestalt an, welche auf keine frühere Bewegung schließen läßt. Am unzweideutigsten ergeben sich die Anzeichen gewöhnlich am oberen Rande des Abhanges, wo sich bei den früheren Bewegungen Klüfte gebildet haben oder, bei gespaltenen Steinlagern, die Felswände steil aufstehen.

Gewiß wird man sich nur im dringendsten Nothfalle dazu entschließen, in so gestaltetem Terrain einen Einschnitt zu machen oder einen schweren Damm auf dasselbe zu setzen; ist es aber nicht zu umgehen, so müssen von vorn herein die nöthigen Sicherheitsmafsregeln getroffen werden. Dazu ist aber die allergenaueste Bekanntschaft mit den Schichtungsverhältnissen und [den Ursachen der früher stattgefundenen Bewegung erforderlich, und diese zu ermitteln ist Aufgabe der Bodenuntersuchung.

Die wesentlichste Aufgabe der Ermittlung ist die Auffindung der Rutschfläche oder die Lage der festen Schicht, auf welcher der abgerutschte Boden sich bewegt hat. Erleichtert wird diese Auffindung dadurch, daß diese Fläche, fast ohne Aus-



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 regelmässig 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 Schürfreister 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.



## Schürf- und Bohrregister

für die Bausektion zwischen ..... und .....

No.	Bezeichnung des Punktes der Untersuchungen.	Tiefe der Untersuchungen im		Bodenart.	Bemerkungen.
		Einzelnen. Fufs.	Ganzen. Fufs.		
1	Stat. 342 + 2°	0,75 4,50 7,75	13,00	Wiesenboden Moor und Sand Sand	Aufgegraben Mit dem Löffelbohrer Mit dem Visitireisen
2	Stat. 456 + 8°	1,25 6,75 10		18,00	Humus Lehm Thon
3	Stat. 503	2,0 21,5 6	29,5	Torf flüssiger Moor fester Sand	Aufgegraben mit dem Visitireisen
4	Stat. 607 + 5°	0,75 0,5 6,0 —		7,25	Gartenerde Kalkmergel Muschelkalk

Nach Anleitung dieser Register werden, den verschiedenen Tiefen entsprechend, die Schichten des wechselnden Bodenmaterials unter einem Längenprofil des Terrains eingetragen und mit entsprechenden Farben angelegt oder die Bezeichnung der Bodenart eingeschrieben. Wo ein Quellenlager aufgefunden ist, wird dasselbe im Längenprofil ebenfalls in entsprechender Art angedeutet. Bei diesen Auftragungen ist es nützlich, auch die ermittelten Tiefen einzuschreiben, weil dann die Massenberechnungen und Dispositionen ohne weitere Zuhilfenahme der Bohrregister bewerkstelligt werden können.

Die Schürf- und Bohrregister für Erdarbeiten in sehr unebenen Gegenden oder Gebirgen bedürfen einer umfassenderen Einrichtung, da es hier noch auf die Kenntniss anderer Verhältnisse als der bloßen Bodenbeschaffenheit ankommt. Bei der schrägen Lage der einzelnen Schichten ist die wirkliche Stärke derselben nicht unmittelbar durch die Bohrung festzustellen, und das Einfallen derselben muß daher festgestellt werden, um jene zu ermitteln. Ferner bedarf es einer besonderen Charakteristik der Gebirgslage in Bezug auf Sättel und Mulden, Klüfte und Verwerfungen, sowie es von Interesse ist, die Anwendbarkeit des gefundenen Materials zur Bildung von Anschüttungen oder für andere bauliche Zwecke kennen zu lernen. Außerdem muß aus diesen Untersuchungen beurtheilt werden können, wie das Material sich bei der Bildung von Ab- und Auftragsböschungen verhalten wird, und endlich sind die Wasser- und Quellverhältnisse wegen ihrer durchgreifenden Wichtigkeit besonders zu erörtern.

Ein Schema zu dieser zusammengesetzteren Art von Schürfregister kann in folgender Art eingerichtet werden; in demselben sind ebenfalls zur Erklärung des Gebrauches einige Beobachtungen eingetragen.



# Schürf- und Bohr-Register

für die Baustrecke zwischen . . . . . und . . . . .

No. der Beobachtung.	Untersuchungsstrecken-Station.	Vertikaltiefe der Schichtenlager im Ein-zeln. Gan-zen.	Bodenart.	Einfallen nach der Neigung und Weltgegend.	Mittlere Mächtigkeit der Schichten. Fufs.	Bemerkungen in Bezug auf die Art der Ermittlungen.	Charakteristik des Gebirges mit Bezug auf die Bildung von Einschnitten und Aufträgen.	Wasser- und Feuchtigkeitsverhältnisse.	Bemerkungen über die vorkommenden Bodenarten als Baumaterial.
61	316—330 Abtrag	1,5 0,75 0,25 1,25 1,5 10,00 1,6	Humöser Lehm Muschelkalk Schieferletten Muschelkalk Uebergangsschicht Keupermergel Ackerkrume	1 : 4 NW.    1 : 1,5	1,45 0,73 0,24 1,21 1,45 9,7 1,6	Die obere Erdschicht aufgetragene, die Schichten mit dem Meißelbohrer durchstoßen, den Keupermergel mit dem Löffelbohrer durchfahren.	Die Kalksteinlagen bestehen aus sehr festem Muschelkalk, das Zwischenmittel aus weichen Schieferletten, welcher aber sehr zähe ist. Da der Abfall nahezu der Richtung des Einschnittes parallel läuft, so sind Ab-rutschungen der Böschungen bei 1½füßiger Anlage nicht zu besorgen.	Die Schieferletten-schicht ist wasserundurchlässig und führt den durch den Lehm und zerklüftete Steinlagen dringenden Niederschlag ab.	Die Kalksteinbänke, die Uebergangsschicht und der Keupermergel sind zur Dammbildung geeignet. Der Schieferletten, welcher vom Wasser durchzogen ist, muß ausgesetzt werden.
62	330—339	—	Thoniger Keupermergel Pammerde Muschelkalk Lockerer Lehm Liasthon Muschelkalk	SW. do. do.	— 1,0 — 1,2 4,4 —	Schürfungen durch Aufgrabung der Erdschichten. Durchbohrung der unteren Steinlagen.	Der Muschelkalk bildet den südlichen Rand einer großen Mulde, welche sich von der Waldmühle bis zum Nethenberg unter dem östlichen Abhang des Bergrückens erstreckt und verschiedene jüngere Gruppen von Gebirgsarten in sich aufnimmt.	Auf dem Wechsel zwischen der Dammerde und dem Keupermergel findet sich eine Wasserabsonderung;	Der Liasmergel ist zur Dammschüttung unbrauchbar, da er Wasser aufsaugt und an der Luft zerfällt. Alle anderen Schichten können zu Schüttungen verwendet werden.
63	339—351	1,0	Thoniger Lehm Liasthon Keupermergel	do. do.	1,3 14,3 —	Abteufung eines 4 Fufs im □ weiten, 64 Fufs tiefen Schachtes.	Der Muschelkalk in seiner Verbreitung von No. 339 bis 374 besteht theils aus reiner und fester Kalksteinmasse theils aus mergeligen Bildungen und ist im Allgemeinen in sehr dünnen, 1 bis 1½ Zoll mächtigen Schichten abgelagert, zwischen welchen sich aber einzelne Fufs-stärke finden.	ebenso zwischen dem Liasthon und dem Keupermergel eine sehr starke.	Die einzelnen stärkeren Lagen im Muschelkalk können zu Steinschlag verwendet werden.
64	351—374	1,5 4	Thoniger Lehm Liasthon Keupermergel	do. do.	— —	—	Der Keupermergel ist auf den Muschelkalk abgelagert und so weich, daß er sich schneiden läßt. An der Oberfläche geht er in eine magere bröcklige Thonmasse über. Die Lage wird von einzelnen dünnen Kalksteinschichten durchzogen. Die über dem Keuper liegende Liasgruppe besteht aus Schieferthon mit feinstem dunklem Kalkstein und bituminösen Mergelschieferschichten.	—	—
65	374—	1,5 15	—	—	—	—	Der Scheitel dieser großen Mulde liegt bei Station 374.	—	—

Bei aller Vollständigkeit wird aber eine Beschreibung, wie sie durch die vorstehende Tabelle gegeben ist, nicht ausreichen, um die maßgebenden Verhältnisse alle so klar übersehen zu können, daß darauf hin der Plan festzustellen und die Ausführung zu disponiren ist. Dazu sind geognostische oder petrographische Längen- und Querprofile unentbehrlich, wie Fig. 1 Blatt I. eine solche darstellt.