

Zweites Kapitel.

Feststellung der Specialprojekte.

7. Abhängigkeit der Bauprojekte von den Bodenuntersuchungen.

Die Vorarbeiten zur Aufstellung des Bauprojektes zu einem Erdbau theilen sich in generelle und specielle. Die ersteren sind im Wesentlichen geometrischer Natur und haben den Zweck, die der beabsichtigten Anlage entsprechendste, zweckmässigste Lage auf dem gegebenen Terrain, gewissen feststehenden Bedingungen gemäfs, zu ermitteln, wobei vorab nur auf diejenigen Verhältnisse Rücksicht genommen werden kann, welche die Erreichung des Zweckes überhaupt bedingen, oder durch welche besondere Erschwerungen oder Begünstigungen der Ausführung bedingt werden.

Diese Vorarbeiten bilden dann die Unterlage des generellen Projektes der Anlage, welches nothwendig vorhanden sein muß, bevor zu den speciellen Vorarbeiten übergegangen werden kann, indem für diese immer schon eine nähere Bezeichnung des Terrains, in welchem gearbeitet werden soll, und eine allgemeine Disposition der Auf- und der Abträge vorhanden sein muß. Welcher Art die den speciellen Vorarbeiten zum Grunde zu legenden Untersuchungen sind, ist im vorigen Kapitel näher angegeben worden, und auf diese stützt sich vornehmlich der Ausführungsplan, welcher den örtlichen Verhältnissen genau angepaßt sein und alle Einzelheiten enthalten muß, welche bei der Ausführung zur Regelung der Formen, Abmessungen und Sicherheitsvorkehrungen dienen. Sie bilden sonach die Supervision und häufig das Korrektiv für die ersten Arbeiten.

Ungeachtet dieses sichernden Ganges der Vorarbeiten ist es unter gewissen Umständen, insbesondere wenn durch die Voruntersuchungen die Ausführung in verschiedenen Richtungen oder Lagen zulässig erscheint, nicht ausgeschlossen, schon bei den generellen Vorarbeiten einzelne schwierige Punkte oder entscheidende Verhältnisse speciell zu untersuchen, um eine zu treffende Wahl gehörig begründen zu können.

Es sollen nun zunächst die Fälle erörtert werden, bei welchen in Folge der Specialuntersuchungen das generelle Projekt abgeändert werden muß, und dann zur näheren Bezeichnung der Abhängigkeit des Ausführungsplanes von den Bodenuntersuchungen insbesondere übergegangen werden.

8. Anordnungen in der allgemeinen Richtung.

Es muß hier vorausgesetzt werden, daß auf geometrischem Wege, wo nöthig auch durch Horizontalpläne bewiesen, die allgemeine Lage des betreffenden Werkes so ermittelt und die Höhenverhältnisse desselben so disponirt worden sind, daß sie in Bezug auf den Zweck der Anlage und der erforderlichen Massenbewegung als die vortheilhaftesten erachtet werden können. Durch jede Abweichung von diesen Bestimmungen wird daher entweder der Zweck der Anlage in weniger vollkommener Art oder mit einem größeren Kostenaufwande erreicht, nicht selten trifft aber Beides zusammen. Es werden also immer zunächst die mit der Aenderung

des Generalplanes verbundenen Nachtheile gegen diejenigen abgewogen werden müssen, welche durch diese neue Anordnung vermieden werden sollen. In den meisten Fällen sind die letzteren jedoch von solcher Art, daß sie eine Gefährdung der Sicherheit zum Gegenstande haben, und dann sind sie freilich von großem Gewichte. Zwar giebt es, wie im folgenden Abschnitt, die Ausführung betreffend, gezeigt werden wird, selbst unter den schwierigsten Verhältnissen, wenn diese nur gehörig und zeitig erkannt worden sind, Mittel zur Erlangung einer genügenden Sicherheit; die Anwendung derselben erfordert aber gewöhnlich einen sehr erheblichen Zeit- und Kostenaufwand.

Weniger dringend stellt sich die Nothwendigkeit einer Vergleichung dar, wenn das Motiv derselben nicht sowohl in der Unsicherheit der Lage des Werkes, als in dem Umstande zu suchen ist, daß dasselbe aus einem nur ungünstigen, vielleicht zweifelhaften, auf ein vollkommen sicheres und sonst geeignetes Terrain verlegt werden kann. In Fällen dieser Art gelingt es häufig, durch geringe Modifikationen in den Anforderungen, ohne Gefährdung des Zweckes wesentliche Verbesserungen in dem Plan anzubringen. Diejenigen Terrainbildungen, welche bei Feststellung der Lage solcher Werke möglichst zu umgehen sind, lassen sich unter folgende Rubriken bringen:

1. Sümpfe und Moore, Torf und Tribsand.
2. Stark abfallende Berglehnen mit vielen Wasserabsonderungen.
3. Einsattlungen in den Wasserscheiden und Mulden an den Gehängen.
4. Anschnitte von schräg abfallenden Thon- und Sandschichten, welche Wasser abführen.
5. Steinabhänge, auf welchen die Anlage theils im Einschnitt, theils im Auftrage liegen würde. Auch wirthschaftliche Rücksichten können in Folge der Bodenuntersuchungen Veranlassung zur Verlegung geben, z. B. Ueberschuß an Abtragsboden oder ungeeignete Qualität desselben zur Bildung der Dämme. In solchen Fällen ist es aber nicht schwer die Verhältnisse zu vergleichen und mit ziemlicher Sicherheit festzustellen, ob die Ersparungen bei entsprechender Verlegung einer Richtung die Nachtheile durch die verminderte Vollkommenheit der Anlage in solchem Mafse überwiegen, daß sie für das Unternehmen in seiner Gesammtheit als ein dauernder Gewinn betrachtet werden können.

9. Aenderung der Höhenlagen, der Auf- und Abträge.

Es sind vorstehend die Bedingungen besprochen worden, unter welchen die Verlegung, in Bezug auf den Zweck der Anlage, günstigsten Richtung, aus Gründen der Nothwendigkeit oder überwiegender ökonomischer Nützlichkeit gerechtfertigt werden kann; es ist aber auch darauf hingewiesen, daß unter Umständen bleibende Nachtheile dadurch herbeigeführt werden können, welche nöthigen, davon Abstand zu nehmen, selbst wenn es mit bedeutenden Opfern verbunden sein möchte.

In Fällen der letztgedachten Art giebt es noch ein Mittel, die Gefahr oder die zur Abwendung derselben erforderlichen Kosten zu vermindern, und zwar durch Abänderungen in den ursprünglich projektirten Planumshöhen der Auf- und Abträge.

Zunächst hängt es allerdings von dem besonderen Zwecke der Anlage ab, ob eine Aenderung in der Höhenlage überhaupt zulässig ist, ob nicht die dadurch an einem Punkte beseitigten Schwierigkeiten nur nach einem andern hin verlegt werden und ob endlich die Wirksamkeit der Anlage nicht an einzelnen Stellen dadurch beschränkt wird. Es darf daher bei Aenderungen dieser Art das Gesamt-

projekt nicht aus dem Auge gelassen werden, und dies um so weniger, als ein vereinzelter Eingriff in die Anordnung der Höhenlage an einer Stelle seinen Einfluss weit über dieselbe hinaus erstrecken und leicht eine Veränderung sämtlicher Höhenverhältnisse der Anlage nach sich ziehen kann. Mit allen zu Gebote stehenden Hilfsmitteln muss aber darauf hingewirkt werden, nicht durch Beseitigung vereinzelter Schwierigkeiten den allgemeinen Zweck zu gefährden oder herabzustimmen.

Gewöhnlich äußert sich das Bedürfnis einer Aenderung der Höhenlage aus Sicherheitsrücksichten, welche eine Verminderung der Einschnittstiefen oder der Auftragshöhen fordern oder wünschenswerth machen. Je tiefer die Einschnitte in abhängenden Bodenlagen ausgeführt werden, desto mehr wird das vorhandene Gleichgewicht gestört, wasserführende Flächen werden bloßgelegt und damit Abrutschungen des darüber liegenden Bodens befördert. Aus den bei den Bodenuntersuchungen gefundenen unhaltbaren Bodenschichten, Rutschflächen und Quellenlagern lässt sich beurtheilen, bis zu welcher Tiefe mit einem Einschnitte gegangen werden kann, um außer dem Einflusse dieser Verhältnisse zu bleiben. Es wird dann Gegenstand der Erwägung, ob unter Berücksichtigung des Zweckes der Anlage und der allgemeinen Höhenverhältnisse diese Tiefe als ausreichend zu erachten ist. Bei Anlagen, welche keine plötzlichen Uebergänge ihrer Planumshöhe zulassen, wie bei Deich-, Kanal- und in gewissen Grenzen auch Eisenbahnanlagen, wird eine für nöthig erachtete Verminderung der Einschnittstiefe immer eine Erhöhung der zunächst liegenden Aufträge zur Folge haben, und es muss daher gleichzeitig geprüft werden, welchen Einfluss dieser Umstand auf die Anlage im Ganzen und auf die Massendispositionen insbesondere ausüben wird.

Im Allgemeinen darf angenommen werden, dass es zur Bildung eines Planums, insbesondere bei Wegeanlagen, vortheilhafter ist, dasselbe durch Auf- als durch Abträge darzustellen, und letztere nur da anzuordnen, wo einzelne scharf auftretende Höhen, welche nicht umgangen werden können, sich über das Niveau des umgebenden Terrains erheben. Die Vortheile, welche in dieser Beziehung Aufträge gegen Abträge bieten, sind in ökonomischer Beziehung, dass bei gleichen Planumbreiten weniger Bodenmasse zu verarbeiten ist, indem bei letzteren immer noch die Breite der beiden Entwässerungsgräben in der vollen Tiefe der Einschnitte mit weggenommen werden muss. Hinsichtlich der Erhaltung spricht aber die ungleich einfachere und vortheilhaftere Entwässerung der benachbarten Ländereien für die Aufträge, welche auch in Bezug auf die Benutzung des Planums den Vorzug haben, weit weniger den Schneeverwehungen und den Hebungen beim Froste ausgesetzt zu sein als die Einschnitte.

Wenn es daher nur als vortheilhaft erkannt werden muss, principaliter die Dämme den Einschnitten vorzuziehen, so stellen sich doch diesem System gewisse Grenzen entgegen, welche ohne Gefährdung nicht überschritten werden dürfen.

Vor Allem muss der Grundsatz fest im Auge behalten werden, dass, um sichere und haltbare Aufschüttungen zu bilden, nur gutes oder mit gutem reichlich gemengtes Schüttmaterial dazu verwendet werden darf, und dasselbe um so besser sein muss, je höher die Aufträge werden sollen. Es wird daher zunächst wieder von den Ergebnissen der Bodenuntersuchungen abhängen, ob Schüttungsmaterial von genügender Beschaffenheit und Masse in angemessenen Entfernungen von den Verwendungspunkten vorhanden ist.

Der zweite zu berücksichtigende Grundsatz ist der, dass dem durch Anschüttung zu belastenden natürlichen Boden Widerstandsfähigkeit genug beiwohnt, um dieselbe sicher tragen zu können. Am bedenklichsten wird die Zunahme der Auf-

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

oder schon durch den Boden gedrungen, in der Quellenbildung begriffen ist, wirkt in doppelter Art auf die Zerstörung von Erdwerken und zwar durch Auflösung und durch Fortführung der davon durchdrungenen Massen.

So geringfügig auch die darauf bezüglichen Wirkungen des Wassers an einem einzelnen Punkte oder in einem gewissen Zeitraum erscheinen mögen, so überraschend mächtig stellen sich die Gesamtwirkungen heraus, da der Angriff, insbesondere der der Quellen, ein immerwährender, nie ruhender ist, und der feinste Wasserfaden, in der unbegrenzten Zeit seines Laufes, die größten Massen durchdringen oder in seinem Abflusse gehindert zu einem See aufgestaut werden kann, der zuletzt alle Schranken durchbricht. Dieser in seiner Vereinzelnung so unscheinbare Feind ist aber deshalb so gefährlich, weil er sich meistens dem Auge entzieht und oft erst entdeckt wird, wenn er das Zerstörungswerk vollbracht hat. Selbst da, wo das Quellwasser in der Undurchdringlichkeit des Bodens einen Gegner seiner auflösenden und bewegenden Kraft findet, kann dasselbe noch durch den Zutritt des Frostes zerstörend wirken.

Weniger gefährlich für die Sicherheit der Anlage sind die unmittelbaren Wirkungen des Regenwassers, weil dasselbe zunächst nur die Oberfläche betrifft, zugänglich und sichtbar ist und daher offen und unmittelbar seinem schädlichen Einflusse entgegengearbeitet werden kann. Dies ist aber auch unerlässlich, da, wenn es versäumt wird, nicht viel geringere Zerstörungen durch dasselbe angerichtet werden können, als durch die Quellen.

Aus den verschiedenen Wirkungsarten des Wassers in diesen beiden Gestalten ergibt sich schon, daß auch verschiedene Mittel angewendet werden müssen, um dieselben für die Anlagen unschädlich zu machen.

Das Regenwasser erfordert nur eine schnelle und ungehinderte Abführung, damit es nicht Zeit gewinnt, in den Boden einzudringen und lösend zu wirken oder Quellen zu bilden. Dabei muß aber auf solche Einrichtungen Bedacht genommen werden, daß das abfließende Tagewasser die Oberfläche des Bodens nicht angreifen und Theile desselben mit fortführen kann. Eine derartige Entwässerung erfordert zwei verschiedene Operationen, nämlich die Sammlung und demnächst die Abführung des Wassers aus dem Bereiche der Anlage.

Das Regenwasser fällt in ziemlich gleichmäßiger Vertheilung auf die Bodenoberfläche nieder und sammelt sich auf derselben, bis es eindringt oder abfließt.

Letzteres wird durch das Vorhandensein eines Abhanges bedingt und erfolgt desto schneller und vollständiger, je stärker derselbe ist. In den niedrigsten Punkten treffen daher die von den geneigten Flächen abfließenden Wasser zusammen und bewegen sich dann, dem Bodenabhange folgend, meist in selbst ausgehöhlten Betten weiter.

Dies natürliche Entwässerungssystem auf künstliche Terrainbildungen übertragen, entspricht dann auch dem Zwecke am vollständigsten, sofern die Anlagen der Bodenschicht gehörig angepaßt werden.

Zunächst muß daher Sorge dafür getragen werden, daß jede Außenfläche eines Erdwerkes eine solche Neigung erhält, um dem darauf fallenden Regenwasser einen schnellen Abflusse zu gewähren. Diese Neigung muß dahin gerichtet werden, wo eine weitere Abführung des Wassers möglich ist. Das von diesen Flächen abfließende Wasser wird zunächst in Rinnen, Gräben, Kanälen oder Bassins auffangen oder gesammelt und so konzentriert nach den natürlichen Lösepunkten geleitet. Bei der Disposition dieser Wassersammlung ist zu beachten, daß

1. das Gefälle, beziehungsweise die Tiefe der Leitgräben so regulirt wird, daß

es für geringe Wassermengen, welche bei ihrem Abflufs viele kleine Hindernisse zu überwinden haben, entsprechend vermehrt wird;

2. die Gröfse der Sammelkanäle zu der der Flächen, von welchen denselben das Wasser zugeführt wird, in ein richtiges Verhältnifs gebracht werde;
3. bei starken Gefällen, welche eine Beschleunigung der Bewegung des Wassers erzeugen, die Abzugsgräben in einer Weise befestigt werden, welche den Angriff des Bodens verhindert;
4. die Dichtung der in der neuen Anlage selbst oder unmittelbar dabei anzulegenden Abzugskanäle so bewirkt werde, dafs das Eindringen des Wassers aus denselben in den Körper oder den tragenden Boden gänzlich verhindert wird.

Soweit müssen die Entwässerungsanlagen im Specialplan vorgesehen und in denselben aufgenommen werden, indem sich Dispositionen mancher Art daran knüpfen und davon abhängig werden. Das Detail bleibt dann der Ausführung überlassen.

Es dürfte hier der geeignete Ort sein, um einen mit der Entwässerung gröfser Anlagen eng zusammenhängenden Gegenstand zur Sprache zu bringen, der häufig schon Veranlassung zu Streitigkeiten mit den benachbarten Grundbesitzern gegeben hat, die in vielen Fällen durch zweckmäfsige Anordnung des Ausführungsplans vermieden werden können. Derselbe bezieht sich nämlich auf die Koncentration des Regenwassers, welches, durch die betreffende Anlage in seinem ursprünglichen Abflufs gestört, in Sammelkanäle aufgefangen und an einzelne tief liegende Punkte abgeführt wird. Durch dieses Verfahren verändern sich die Verhältnisse der unterhalb liegenden Ländereien nicht unwesentlich; denn theils verlieren die zwischen zwei so konzentrirten Wasserläufen liegenden Bodenflächen diejenige Bewässerung, welche früher durch Ueberrieselung des nicht konzentrirten Regenwassers stattgefunden hat, anderntheils richtet die durch Koncentration des Wassers erzeugte oder vermehrte Strömung in den Niederungen durch Wegspülung des lockeren fruchtbaren Bodens oder Abbruch der Ufer schon bestehender Wasserläufe mehr oder weniger Schaden an. Es ist wesentlich Sache der speciellen Feststellung des Ausführungsplans, diesen Umständen möglichst vorzubeugen und eine Geldentschädigung für Deterioration erst dann an die Grundbesitzer eintreten zu lassen, wenn durchaus kein Mittel aufzufinden ist, die Beschädigung zu vermeiden.

Schwierig ist es immer, eine so verlorene Bewässerung wieder herzustellen, weil die Abführungskanäle des konzentrirten Wassers gewöhnlich so tief angelegt werden müssen, dafs es nicht wieder bis zur ursprünglichen Höhe gebracht werden kann. Bei sorgsamer Terrainerforschung in den einzelnen Fällen, besonders aber bei einigermaßen abhängigem Boden lassen sich Mittel finden, das konzentrirte Wasser wieder so zu vertheilen, dafs der ursprüngliche Zustand entweder ganz oder doch für den gröfsten Theil der betroffenen Fläche wieder erzeugt werden kann. Parallelgräben und kleine Schleusenanlagen erweisen sich dabei als sehr nützlich.

Die Nachteile, welche durch Koncentration gröfserer Wassermassen in flache Ackermulden ohne markirten Wasserlauf oder in Betten, welche sich für geringere Zuflüsse gebildet hatten, entstehen, lassen sich fast immer durch Anlage eines neuen oder Erweiterung und Befestigung eines schon bestehenden Wasserbettes beseitigen. Es kommt nur noch darauf an, zu bestimmen, wie weit mit diesen Anlagen oder Regulirungen abwärts gegangen werden mufs.

Auch bei Disposition eines stetigen Gefälles bei Durchstechung einer flachen Wasserscheide werden vor Feststellung des Specialplanes die Vorfluthverhältnisse der auf beiden Seiten des Höhenzuges liegenden Niederungen einer sorgfältigen Prüfung unterworfen werden müssen, um die Ueberzeugung der Unschädlichkeit zu erlangen, namentlich um vorhandenen gewerblichen Anlagen nicht das benöthigte Sammelwasser zu entziehen.

In Betreff der sonstigen, bei Feststellung des Specialplanes noch zu berücksichtigenden Nebenanlagen, in Betreff der öffentlichen Kommunikation, bestehender Etablissements, Be- und Entwässerungsanlagen u. s. w., so bestimmen sich dieselben lediglich aus den örtlichen Verhältnissen und werden hier nur erwähnt, um darauf hinzuweisen, daß sie wegen der Massendisposition nicht außer Acht gelassen werden dürfen, woraus bei der Ausführung leicht Verlegenheiten entstehen können.

Die Entwässerung des Planums selbst und der Böschungen wird je nach dem speciell angestrebten Zweck erreicht durch Steinrigolen, Sickerdolen, Faschienaden namentlich aber durch Drainagen, und diese Entwässerungsmethoden und ihre Anwendungsweise sollen seiner Zeit bei dem Kapitel über die Ausführungsarbeiten erörtert werden.

Drittes Kapitel.

Massen-Ermittelungen.

12. Erdberechnungsmethoden.

Wenn schon bei vereinzelt kleineren Arbeiten es keinen Schwierigkeiten unterliegt, den körperlichen Inhalt der zu bewegenden Erdmassen auf stereometrischem Wege in aller Schärfe zu ermitteln, und es dazu hier keiner weiteren Anweisung bedarf, so würde für große Anlagen von umfassender Ausdehnung dieser Weg einen größeren Zeit- und Arbeitsaufwand erfordern, als dafür gewöhnlich zur Verfügung steht; und es muß deshalb daran gedacht werden, den Gang der Ermittlungen zu vereinfachen und durch Anwendung geeigneter Hilfsmittel die Arbeit zu erleichtern und zu beschleunigen.

Die Aufgabe ist nicht schwierig, weil gerade bei größeren Arbeiten dieser Art gewisse Formen und Maße durchgreifen, aus welchen für die Berechnung konstante Faktoren abgeleitet werden können. Mit Hilfe derselben wird das Geschäft der Raumermittlung schon sehr erleichtert, dasselbe kann aber noch erheblich vereinfacht werden, wenn diese Faktoren so konstruirt und in Tafeln zusammengestellt sind, daß durch bloßes Ablesen oder einfache Multiplikation mit den veränderlichen Größen der körperliche Inhalt in den üblichen Einheitsmaßen ausgedrückt gefunden wird.

Solche Hülftafeln sind in mannigfacher Art und Form bearbeitet worden; die meisten derselben beschränken sich mit Recht auf bestimmte Anlagen mit feststehenden Abmessungen und Böschungsanlagen und sind daher nicht allgemein anwendbar, wenn dabei auch die am häufigsten vorkommenden Formen berücksichtigt sind. Es ist die Bestimmung der Kronenbreite und des Profiles jedoch eine