

I. Abschnitt. Vom Gefälle.

Vom Gefälle im Allgemeinen.

§. 1.

Die Neigung eines Weges kann in Bezug auf das Ansteigen, wie auf das Absteigen betrachtet, beziehungsweise angesprochen werden. Am gewöhnlichsten bezeichnet man einen geneigten Weg mit dem Ausdruck *Steige*, die Neigung selbst aber heißt das *Gefälle*. Durch + und — wird Steigung und Fall bezeichnet.

Wenn das Gefälle auf einer gegebenen Wegstrecke ein gleichförmig fallendes ist, heißen wir es ein *regelmäßiges*. Es wird keiner weiteren Darstellung bedürfen, daß beim Wegbau nur regelmäßige Gefälle in Anwendung kommen sollen, damit ist aber nicht gesagt, daß die ganze Weglinie einerlei Gefäll haben müsse, es kann und soll in den meisten Fällen ihr Gefäll verschieden, aber doch jeweils in ihren einzelnen Strecken ein regelmäßiges sein.

Wenn zwei Punkte, die in einer gewissen Entfernung und in ungleicher Höhe liegen, durch eine Steige verbunden werden sollen, so wird das Gefäll abhängen von ihrer Entfernung und dem Höhenunterschied, d. h. es wird um so größer sein, je kleiner die erstere und je größer der letztere ist.

Um die Größe des Gefälles anzugeben, hat man verschiedene Ausdrücke erfunden. So gebraucht man die Angabe von Zollen des Höhenunterschiedes im Verhältniß zur Länge der Entfernung nach Ruthen, z. B. 1, 2, n Zoll auf die Ruthe, ein solches Ansprechen ist bei all' den Maßsystemen bequem, welche keine Decimaleintheilung haben. Bei dieser wählt man zwar dasselbe Verhältniß, da jedoch der Zoll 0,01 der Ruthe ist, so spricht man von *Prozenten*. Z. B. die Entfernung betrage 600 Ruthen, der Höhenunterschied 60' oder 6 Ruthen, so haben wir $\frac{60}{600} = 0,01$ oder 1%; beträgt er . 300', $\frac{300}{600} = 0,05$ oder 5%. Wenn $h =$ Höhenunterschied und p den Prozentsatz anzeigt, so ist die Wegstreckenlänge $l = \frac{100 \cdot h}{p}$, z. B. Eine Höhe von 800' = 80° ist mit 5% Gefäll zu überwinden, so ist die dafür nöthige Länge $l = \frac{100 \cdot 80}{5} = 1600$. Wäre die horizontale Entfernung zwischen den Abstandspunkten kürzer, so muß die Weglänge auf 1600° erstreckt werden. Die Differenz zwischen der horizontalen und der nach einem bestimmten Prozentsatz erstreckten Linie drückt daher den *nothwendigen Umweg* aus.

Die Bestimmung des Gefälles ist bei dem Wegbau eine Hauptsache, zu welcher Erkenntniß man aber noch nicht seit sehr langer Zeit gekommen ist. Bei allen ältern Weganlagen hat man es wenig berücksichtigt, oft aufs Größlichste vernachlässigt, man folgte mehr den kürzesten und am leichtesten her-

zustellenden als den bequemsten Wegen. Wohl mag dies auch daher rühren, daß in früherer Zeit die Wagen weniger im Gebrauch waren und der Transport der meisten Waaren theils durch Träger, theils durch Saumthiere (Pferde, Maulthiere, Esel) vermittelt wurde, wie dies heute noch in wenig kultivirten Gegenden der Fall ist.

Ein derartiger Transport konnte allenthalben auf Pfaden stattfinden, wie sie der Fußgänger braucht; diese Pfade wurden später erweitert, damit sie mit Karren und Wagen befahren werden konnten, man behielt den ursprünglichen Weg bei, so weit es möglich war, und suchte höchstens an den Orten, wo absolut nicht gefahren werden konnte, durch einen Umweg dies zu ermöglichen, dabei aber diesen so kurz, als es ausführbar war, zu machen, damit man alsbald wieder auf den alten Weg gelangte.

Die vielfach vorkommende sumpfige oder nasse Bodenbeschaffenheit nöthigte sehr häufig die Thäler und Ebenen zu verlassen, obwohl diese in der von der Natur vorgezeichneten Richtung der Wege lagen, und dafür beträchtliche Höhen zu ersteigen, auf denen der Boden trockener, der Weg also leichter zu passiren war. Kam man einmal so weit, den Weg zu unterhalten, d. h. ihn, so oft er schadhast wurde, auszubessern oder gar durch Holz- oder Steinbau ihn fahrbarer zu machen, so blieb die einmal benutzte Weglinie eine ständige, und solche haben wir noch heute eine Menge, die regellos bald steigen, bald eben verlaufen oder fallen, so daß an einem Orte die Zugthiere nur mit äußerster Anstrengung den Wagen heraufziehen, am andern aber vier Radschuhe eingelegt werden müssen, während, wenn der Weg statt auf der Höhe im Thal geführt worden, er nahezu eben geblieben wäre.

In manchen Fällen mögen auch militärische und politische Gründe bestimmend gewesen sein, stets die höheren Lagen oder besondere Richtungen zu wählen, und hinsichtlich der Wald- und Feldwege haben die Eigenthumsverhältnisse eine wichtige Rolle gespielt.

Jetzt aber ist man darüber im Reinen, daß ein gewisses höchstes Gefäll nicht überschritten werden darf; daher ist die Nothwendigkeit allgemein anerkannt, keine, wenn auch noch so kleine Wegstrecke ohne regelmäßiges Gefälle, oder mit andern Worten, ohne sie zu nivelliren, anzulegen.

Von der Ausmittelung des Gefälles.

§. 2.

Vielfach hörte man früher versichern, daß das Nivelliren, besonders bei gröberen Arbeiten (Feld- und Waldwegen, gewöhnlichen Abzugsgräben u. s. w.) ein überflüssiges Geschäft und ganz füglich durch das gute Augenmaß zu ersetzen sei.

Keine Täuschung ist größer als diese! Man kann durch Uebung es dahin bringen, bei einer gut gebauten Straße das Gefäll bis auf 1% richtig

anzusprechen, man kann auch wohl einzelne Wegstrecken annähernd richtig abstecken, niemals aber kann man es so treffen, daß jede zwischen zwei Punkten befindliche Strecke der nächstfolgenden gleich sei, bald wird sie mehr, bald weniger Gefäll haben, und der hienach fertig gestellte Weg jedes nur einigermaßen an richtiges Sehen gewöhnte Auge beleidigen, abgesehen von allen andern Uebelständen. Wohl ist ein gutes Augenmaß beim Aufsuchen und Ausstecken der Weglinie sehr fördernd, allein niemals darf auf es allein gebaut werden. Das Nivelliren ist zudem eine sehr einfache, bei einiger Uebung selbst in den schwierigsten Verhältnissen so rasch gehende Arbeit, daß der Zeit-, beziehungsweise Kostenaufwand hiefür, im Verhältniß zum Bauaufwand selbst, kaum nennenswerth ist. Unter günstigen Umständen kann man die Nivellirkosten für die Ruthe (3 Meter) Weglänge auf 0,25 bis 0,50 fr. annehmen, und es müssen sehr schwierige Fälle eintreten, wenn sie auf 1 fr. sich erhöhen. Wer aber bei einem Wegbau glaubt, selbst diese Kosten ersparen zu können, versteht nichts davon, sonst müßte er wissen, daß nach einem Nivellement weit sicherer und rascher gearbeitet werden kann, weil man in jedem Augenblick sich von der Richtigkeit der Arbeit zu überzeugen vermag, dies auch von Zeit zu Zeit ausführt, während der ohne feste Punkte Arbeitende in steter Ungewißheit und besonders wenn es an's Fertigmachen geht, oft in der größten Verlegenheit ist. An einer nivellirten Wegstrecke ist jeder Fehler leicht aufzufinden, daher ist ein betrügerisches Verrücken der Punkte für den Arbeiter von keinem Vortheil, er weiß, daß es sicher an den Tag kommen muß, wenn er nur einer halbwegs verständigen Aufsicht unterstellt ist. Bei bloß nach dem Augenmaß ausgesteckten Wegen ist aber ein solches Vergehen schwer aufzufinden und noch schwerer zu beweisen, die Versuchung es zu begehen, daher eine sehr lockende. Sprächen nicht Hauptgründe für das Nivelliren, so wäre schon diese Nebensache — die Kontrolle — dafür bestimmend.

Manche sträuben sich nicht weiter gegen die Vornahme eines Nivellements, glauben aber hiezu die einfachsten Instrumente verwenden zu müssen, man hat sich auch vielfach bemüht, außer der längst bekannten Sehlatte und Bleiwage, der Kanal- oder Wasserwage und dem Nivellirdiopter andere, vermeintlich zweckmäßige Instrumente zu ersinnen und auszuführen, bloß um nicht zugeben zu müssen, daß das tauglichste Instrument eine Libelle mit Fernrohr auf dreibeinigem Stativ sei, was wir kurzweg das Nivellirinstrument nennen wollen. Ein solches Instrument ist dormalen um 30 fl. bei den meisten Mechanikern zu haben und kann selbst noch billiger gefertigt werden. Man kann damit Gefälle von $\frac{1}{10}$ Prozent noch sicher ausstecken, es entspricht daher unsern Anforderungen vollkommen.

Wir verkennen übrigens nicht, daß man auch mit andern Instrumenten, insbesondere mit einfachern, seinen Zweck erreichen kann, im Nothfall selbst mit einem Glas voll Wasser, auch hat jeder, der sich auf ein Instrument ein-

mal eingeübt hat und darin sicher geworden ist, eine bis zu einem gewissen Grade berechnete Vorliebe für solches, wer jedoch mit vielerlei Gefällmessern gearbeitet hat, wird sich stets für das unserm Nivellirinstrument zu Grund liegende Princip entscheiden.

Am wenigsten empfehlenswerth sind alle diejenigen Instrumente, welche vom Winde leicht bewegt werden können, oder die in der Hand gehalten werden müssen, oder endlich die, welche nur auf einem Fuß stehend, in hartem, felsigem oder gefrorenem Boden eine Menge Schwierigkeiten bereiten.

Es ist nicht nöthig die verschiedenen Gefällmesser hier aufzuzählen, wer sich dafür interessirt, findet entweder Gelegenheit, solche durch Anschauung kennen zu lernen, oder er kann sich darüber aus Büchern unterrichten, wir setzen auch die Kenntniß des betreffenden Nivellirinstrumentes und der dazu gehörigen Nivellirlatte, die Fertigkeit mit ihm zu arbeiten und es zu berichtigen, voraus.

Ueber das Nivelliren selbst haben wir uns eben so wenig zu verbreiten, da wir die Kenntniß hievon gleichfalls unterstellen, jedoch wollen wir einige aus der Praxis gewonnene Erfahrungen mittheilen.

Wir geben der Methode des Nivellirens aus der Mitte bei allen Wegen ganz entschieden den Vorzug und haben stets auf folgende Weise bei Auffuchung einer Weglinie verfahren:

Wenn es sich darum handelt zwei Punkte zu verbinden, deren Höhen- und Längenunterschied nicht bekannt ist, hat man vor allen Dingen eine aufmerksame Begehung der Strecke, durch welche der Weg erbaut werden soll, vorzunehmen. Schon durch ein möglichst gleichmäßiges Ansteigen wird derjenige, welcher einige Uebung erlangt hat, auf die Größe des Gefälles schließen können, besonders wenn er öfter auf Wegen von verschiedenem, ihm bekannten Gefäll sein Augenmaß geschärft hat. Wären keine solchen Wege vorhanden, so stecke man sich mehrere, 10 bis 20 Ruthen (30—60 Meter) lange Linien von 2%, 4%, 6%, oder wenn es sich um höhere Gefälle handelt, von 4%, 8% und 12% ab und begehe solche mehrmal hin und her, besonders auch mit Rücksicht darauf, daß man um Rücken herum und durch Mulden hindurch den Schritt gleichmäßig einzuhalten sich bestrebt. Man wird in Bälde hierin große Uebung erlangen.

Man beginnt nun die Arbeit damit, daß durch einen Gehülfsen am Anfangspunkt ein Pfählchen von 5" (0,15 Meter) Länge und 1" (0,03 Meter) Dicke, welches oben senkrecht auf seine Axt abgefäht ist, in den Boden eingeschlagen wird, so daß es mit diesem in einer Ebene liegt. Zu diesem „Nivellirpfahl“ wird, ohne ihn zu verrücken, ein zweiter Pfahl geschlagen, der etwa 1'—1,5' (0,3—0,45 Meter) über den Boden heraussteht, mit No. 0 bezeichnet wird und Nummerpfahl heißt.

Während dessen wird an einem schicklichen Orte, etwa 5 Ruthen (15

Meter) vorwärts, das Nivellirinstrument aufgestellt und gleichzeitig mißt ein zweiter Gehülfe vom Pfahl No. 0 vorwärts in der Richtung der projektierten Weglinie und des beabsichtigten Gefälls mit 2 Meßplatten eine Länge von 10 Ruthen (30 Meter) in der Art, daß er auf der Ebene eine gerade Linie einhält, im Gebirge aber der Bergkurve sich anschmiegt.

Der dritte Gehülfe hat sich mit der Nivellirlatte bei No. 0 und diese selbst auf dem Nivellirpfahl aufgestellt, der vierte ist mit der zweiten Nivellirlatte dahin gegangen, wo die Meßplatte, welche die zehnte Ruthe anzeigt, liegt.

Die Nivellirlatte, deren wir uns am liebsten bedienen, ist 8'—10' (0,24—3 Meter) lang, wenn möglich von Birnbaum oder einem sonstigen sich nicht werfenden und nicht schwindenden Holz, tüchtig und öfter (nach nassem Wetter oder mehrtägigem Gebrauch) eingeölt. Sie ist in Fuß und Zolle eingetheilt, diese sind durch eingeschnittene Striche und eingeschlagene Nummern bezeichnet. An ihr ist eine runde Scheibe von 8" (0,24 Meter) Durchmesser aus Blech mit einem Dehr, in welchem eine Feder von Stahl so angebracht ist, daß sie die Scheibe an der Stange festhält, aber doch deren Auf- und Abwärtschieben zuläßt.

Die Scheibe ist in vier rechtwinklich geschiedene Felder abgetheilt, wovon je zwei sich gegenüberstehende roth, die beiden andern weiß mit Oelfarbe angestrichen sind, da diese Farben erfahrungsgemäß bei jeder Beleuchtung und in weitester Ferne am kenntlichsten sind. Auf die Scheidelinie der Farben muß hinten am Dehr der Zeiger für die Höhenzahl passen und wird an solchem noch eine Art Nonius angebracht, um auch die zwischen die Zolle fallenden Linien ablesen zu können. Wenn starke Gefälle vorkommen, führt man noch eine Untersatzstange von entsprechender Länge mit, an welche die Nivellirlatte angebunden oder durch eine Blechhülse befestigt wird. Scheiben, welche durch eine Schnur, die oben durch eine Rolle läuft, auf- und abgelassen werden, sind ihrer leichten Verrückbarkeit wegen nicht zu empfehlen, obwohl sie gerade bei stärkern Gefällen die Anwendung einer längern Nivellirlatte möglich machen und das leichte Auf- und Ablassen dann angenehm ist. Wenn man übrigens sichere Leute hat, die Scheibe auch noch durch einen eingesteckten Keil befestigt und nachdem dies geschehen, zur Controle nochmal einvisirt, dürfte diese Einrichtung ausnahmsweise anwendbar sein. Nivellirlatten ohne Scheiben, wo die Höhen direkt abgelesen werden, setzen stärkere Fernrohre voraus.

Ist das Nivellirinstrument horizontal gestellt, so wird die bei Nr. 0 aufgestellte Scheibe einvisirt. Der dieselbe haltende Gehülfe schiebt sie nach dem Wink oder Zuruf des Visirenden auf oder ab, bis dieser — sobald das Fadentkreuz (von Spinnweben) des Instruments die Farbengrenzen der Scheibe deckt, das Zeichen oder den Ruf gibt, daß sie richtig stehe.

Sofort liest der Gehülfe an der Nivellirlatte die Höhe ab und ruft sie dem Nivellirenden zu. Dieser zählt nun den gewählten Prozentsatz zu der betreffenden Zahl und ruft die Summe dem bei Nr. 1 stehenden Gehülfen zu, welcher sofort seine Scheibe auf die der Summe entsprechende Höhe stellt. Beispiel. Nr. 0 liest ab: 7' 5" 3". Steigung 5 ‰, also stellt Nr. 1 = 2' 5" 3", bei 7 ‰ Fall liest Nr. 0 ab: 1' 4" 8" und stellt Nr. 1 also 8' 4" 8". Ist dies geschehen, so bewegt er die Nivellirlatte am Boden, wo die Messlatte die zehnte Ruthe anzeigt, auf Wink oder Ruf des Nivellirenden, so lange hin und her, beziehungsweise auf und ab, bis deren Farbengrenze in der Visur liegt und der am Instrument befindliche Nivellirende ihm Halt gebietet. Wo die Nivellirlatte steht, wird ein zweiter Nivellirpfahl geschlagen, ist dies geschehen, so wird jene nochmals aufgestellt und dies so oft wiederholt, bis der Nivellirpfahl richtig in der Visur liegt. Es ist rathsam, den Nivellirpfahl von Anfang an lieber zu hoch als zu tief zu schlagen, weil er leichter hineinzutreiben als herauszuziehen ist. Sogleich wird der Nummernpfahl 1 beige schlagen. An starken Abhängen wird der Nivellirpfahl, wenn der, welcher die Länge mißt, ein gutes Augenmaß hat, stets nahe dahin kommen, wo die Messlatte liegt, auch wird man so viel ab- und zugeben wissen, durch Beschreibung eines Bogens mit der Nivellirlatte, daß die Entfernung dieselbe bleibt. Wäre aber der Abhang flach, wie es besonders an Rücken und in Mulden meistens der Fall ist, so wird man öfter genöthigt sein, die Länge der Wegstrecke nach der Richtung, wo die Nivellirlatte steht, nochmals zu messen, in welchem Fall der Nivellirpfahl erst dann geschlagen wird, wenn dies geschehen ist. Im flachen Hügellande kommt dies am öftersten vor.

Im Augenblick, wo der Nivellirpfahl geschlagen wird, fängt der die Länge Messende von neuem an die zweite Strecke von 10 Ruthen abzumessen, der auf Nr. 0 Stehende begibt sich gegen Pfahl Nr. 1, inzwischen ist der Nivellirpfahl einvisirt, der dort befindliche Gehülfe geht dem Messenden nach und stellt sich am Ende der Distanz auf, der Nivellirende sucht sich zwischen Nr. 1 und dem zu suchenden Punkt 2 einen schicklichen Standort, gewöhnlich trägt er das Instrument selbst dahin oder es besorgt dies derjenige, welcher die Pfähle schlägt, auch wohl ein weiterer Gehülfe. Ein solcher, oder nach Umständen zwei, sind im Walde oft sehr fördernd, wo es nöthig fällt, aus der Visirlinie hinderliche Aeste zc. zu entfernen oder zur Seite zu biegen. In Jungwüchsen muß oft der größte Theil des Personals hiezu so lange verwendet werden, bis richtig einvisirt ist. In solchen Fällen wird zuerst zwischen dem Instrument und dem letzten geschlagenen Pfahl eine Visirlinie geöffnet, ist hier einvisirt, so begibt sich die sämmtliche verfügbare Mannschaft auf die Strecke zwischen dem Instrumente und dem neu zu bestimmenden Punkte. Eine Visirlinie förmlich aufzubauen, ist durchaus nicht noth-

wendig und schon aus dem Grunde nicht zulässig, weil oft noch Abänderungen in der Weglinie selbst zu treffen sind. In Dickichten können je 2 oder 3 Mann mit horizontal gehaltenen Stangen viele Stämmchen auf einmal seitwärts drücken, bis die Scheibe sichtbar wird und einvisirt ist. Uebung macht hierin, wie in vielen anderen Vorkommnissen, den Meister.

So z. B. kann man sich eine größere Sicherheit bei beiden Nivellirlatten dadurch verschaffen, daß wenn der letzte Punkt vom neuen Standort des Instruments aus einvisirt wird, derjenige Gehülfe, welcher die Pfähle zu schlagen hat, am Platze so lange bleibt, bis er die vom Halter der Nivellirlatte zurufende Höhe mit abgelesen hat, wogegen beim neuen Punkt der Längenmesser nachsieht, ob an der dort aufzustellenden Nivellirlatte die Scheibe nach dem Auf des Nivellirenden richtig angeschoben ist. Auf die Weise wird fortgefahren, bis die ganze Strecke nivellirt ist. Bei schwächerem Gefäll und offener Aussicht kann man von einem Standort des Instruments oft 2, 3 und mehr neue Punkte feststellen. Nähert man sich einmal dem Ende derselben, so wird man bald wahrnehmen, in welcher Weise man die Sache weiter zu behandeln hat. Kommt man zu hoch hinauf, so muß am Gefäll abgebrochen werden, dies geschieht am besten in der Art, daß man nun von oben nach unten mit geringerem Gefälle arbeitet, bis man wieder in die frühere Linie gelangt und mit ihr sich ausgleicht, kommt man zu tief, so muß das Gefäll stärker werden, in diesem Fall ist es rathsamer sofort umzukehren und von Anfang an ein stärkeres Gefäll zu wählen, so daß man sicher ist, eher über den betreffenden Punkt zu kommen, als darunter zu bleiben, nach und nach aber bricht man ab, oder nivellirt vom höchsten Punkt abwärts und gleicht aus, wie vorhin gezeigt wurde. An jeder Steige soll nämlich oben das geringste, unten das stärkste Gefäll sein, weil da die Zugthiere noch die volle Kraft haben. Ausnahmen können aber oft nicht vermieden werden.

Soll eine Wegstrecke zwischen 2 Punkten noch einen 3ten berühren, so zerfällt sie in 2, soll sie 2 weitere Punkte berühren in 3 u. s. w. Strecken, wovon jede wie eine selbständige Linie aufzusuchen und festzustellen ist. Eine ähnliche Behandlung tritt ein, wenn Hindernisse vorhanden, welche durchaus nicht zu beseitigen sind und umgangen werden müssen.

Bei dieser Art zu nivelliren hat man den Vortheil, daß man gleichzeitig mit der Kenntniß des Höhenunterschiedes auch schon wenigstens annähernd die Weglinie erhält, und daß an jedem Pfahle aus der Nummer, sobald man sich eine 0 angehängt denkt, die Länge der Strecke ersehen wird. So zeigt Pfahl 31 an, daß man 310 Ruthen, Pfahl 65, daß man 650 Ruthen vom Anfangspunkt entfernt ist. Hat man Metermaß, so dürften die Strecken zu 30 Meter angenommen oder auf 25 Meter Länge verkürzt werden. In dichtem Waldbestande ist man oft genöthigt das Instrument zweimal zwischen 10 Ruthen aufzustellen, also die Strecke nur 5 Ruthen lang zu machen, in

diesem Fall werden aber die Nummernpfähle nur durch den Beisatz a bezeichnet, z. B. zwischen Nr. 26 und 27 bezeichnet der Pfahl 26a in der Mitte eine Entfernung von je 5 Ruthen.

Gelegentlich prüft der Nivellicrende, wie hoch die Baukosten für die Ruthe jeder einzelnen Strecke kommen werden, und wenn er seine Gehülfen richtig zu wählen weiß, werden auch diese darüber gehört.

Er verzeichnet nun die Resultate des Nivellements in einem einfachen Notizbuch, etwa folgendermaßen:

Von Nro.	Zu Nro.	Länge. Ruthen.	Gefäll. %	Anschlag per Ruthe.		Bemerkungen.
				fl.	kr.	
0	1	10	+ 3	2	30	Anfang bei der Abbrücke (Steigung).
1	2	10	2	5	—	3 Ruthen Felsen, wobei $\frac{1}{2}$ Rth. zu sprengen.
2	3	10	2	3	—	
3	4	10	1	3	30	Mit 1 Dohle zu 6 fl.
4	5	10	0	4	30	Abzugraben 3 Rth. auf dem rothen Rain
5	6	10	— 1	2	—	(Fall.)
6	7	10	3	2	—	
7	8	10	5	2	20	

Die eben beschriebene Nivellicmethode hat den Vortheil, daß man einer graphischen Darstellung nicht bedarf, es genügt, wenn ein Dritter ein Bild von dem Zuge der Weglinie erhalten soll, die Fertigung eines Handrisses, oder wenn ein Situationsplan vorhanden ist, das Einzeichnen in einen solchen.

Ist die Fläche, über welche eine Weglinie führen soll, aber bereits vermessen und sind bei geneigten Flächen die Höhenkoten oder wie bei vielen Waldplanen die Horizontalkurven in Abständen von je 20 Fuß (6 Meter) senkrechter Höhe eingezeichnet, so kann auch die Weglinie auf folgende Weise abgesteckt werden: Aufgabe. An einer Bergwand, Figur 1, soll vom Punkt A aus ein Punkt erreicht werden, welcher 80' höher liegt. Das Gefäll soll 10 % betragen.

Wir haben also 10' auf 10°, daher auf 80' Höhenunterschied 80° Weglänge. Wir nehmen nunmehr 10° in den Zirkel, setzen bei A ein und bestimmen zwischen den Kurven 0' und 20' den Abstand = $\frac{1}{2}$ (die 10' auf 10°); wo die Länge in diesen fällt, ist derselbe Punkt 1, wie wir ihn beim Nivellement mit Hilfe des Instruments finden, von diesem 10° vorwärts

muß Punkt 2 nach unserer Voraussetzung von 10 % Gefäll in der Kurve selbst liegen, von hier 10° vorwärts liegt Nr. 3, wieder im halben Abstand zwischen den Kurven für 20' und 40' Höhe, von da Nr. 4 in der Kurve für 40' Höhe u. s. w. Wie wir nun in der Figur 1 den Punkt B in der Richtung nach der einen Seite erreicht haben, können wir auch nach der entgegengesetzten Richtung verfahren. Wäre uns aber die Aufgabe geworden, einen gegebenen Punkt B' in derselben Höhe und mit demselben Gefäll zu erreichen, der dem Punkt A näher als 80° läge, so ist einleuchtend, daß uns das obige Verfahren nicht zum Ziele führen kann. Wir werden dies nur dadurch erreichen, daß wir eine Entfernung wählen, welche 80° beträgt und indem wir auf dieser das gegebene Gefäll vertheilen, zugleich durch eine Wendung der Weglinie es möglich machen, den Punkt B' zu erreichen. Diese Wendung werden wir im vorliegenden Falle bei Nr. 4 zu machen, auf die schon erörterte Weise die Punkte 5', 6', 7' und 8' zu bestimmen haben, und letzterer wird mit B' zusammenfallen. Eine solche Wendung, baulich ausgeführt, heißt eine *Rampe* oder *Serpentine* und sie ist überall nöthig, wo die horizontale Entfernung zwischen 2 Punkten kleiner, als die Höhe multiplicirt mit 100 und dividirt durch die Zahl, welche die Prozente ausdrückt, also $< \frac{100h}{p}$ ist, wenn man nicht vorziehen will, auf die Richtung nach bestimmter Seite hin zu verzichten und dafür in großen Bogenlinien den Punkt zu erreichen, ähnlich wie bei einer Wendeltreppe. So der Zug in Figur 2 von A nach B über 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 nach 8, im Gegensatz zu dem Zug über 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7 nach 8, welcher 7 Rampen erhalten müßte.

Es ist einleuchtend, daß man mit Hilfe eines Planes von nicht zu kleinem Maßstab — etwa $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{2000}$ der natürlichen Größe, auf welchem die Höhenkurven vollkommen genau eingezeichnet sind, den Zug einer Straße genau entwerfen und hienach mit dem Meßtisch, der Kreuzscheibe oder dem Theodolithen denselben auf dem Felde bestimmen kann. Es geschieht dies auch beim Bau von Landstraßen und Eisenbahnen, dem sehr genaue Untersuchungen vorausgehen, Untersuchungen, welche oft mehr kosten, als für den Bau eines Feld- oder Waldweges von derselben Länge aufgewendet werden kann.

Wir sind weit entfernt dies zu tabeln, denn je größer der Bauaufwand überhaupt ausfällt, um so nothwendiger ist es, die betreffende Linie auf's Genaueste zu untersuchen und um so mehr werden sich andere Behörden davon überzeugen wollen, daß man die richtigste ausgewählt hat. Bei solchen Bauten ist es in der Regel auch schon der nothwendigen Güterabtretungen wegen nicht zu umgehen, daß ein Spezialplan geliefert werde, es liegt also ganz nahe, denselben auch weiter zu benutzen.

Wesentlich anders gestaltet sich aber die Sache da, wo es sich um die

Anlage von Wegen handelt, wie sie der Land- und Forstwirth nöthig hat. Hier genügt der vorhandene Gemarkungs-, der Flur- oder Waldplan und wenn selbst diese fehlen, die aufmerksame Begehung der betreffenden Strecke und die Erkundigung nach dem Bedürfniß, um einzusehen, in welcher Richtung, mit welchem Gefäll u. s. w. ein zu bauender Weg geführt werden muß. Diese Richtung beziehungsweise den ganzen Wegzug, stellt man dann mit dem Nivellirinstrument in kürzerer Zeit und mit weniger Kosten fest, als man gebraucht haben würde, um jene Vorarbeiten zu machen.

II. Abschnitt. Das Wegnetz.

Vom Wegnetz im Allgemeinen.

§. 3.

Unter Wegnetz verstehen wir sämtliche Wege, welche für eine gegebene Fläche den vorgesezten Zwecken gemäß nöthig sind.

Nur da, wo irgend eine menschliche Niederlassung rein auf sich selbst beschränkt und von aller weitem Verbindung zu Lande abgeschlossen ist, kann das Wegnetz in sich selbst abgeschlossen sein, in weitaus den meisten Fällen steht es aber mit andern in Verbindung, und ist deshalb von diesen abhängig.

Je entwickelter der Kulturzustand eines Landes ist, um so vollkommener sind die Wegnetze desselben, und je mehr man der einzelnen Wege bedarf, je wichtiger sie also werden, um so größere Sorgfalt muß darauf verwendet werden. Hienach werden wir verschiedene Arten von Wegen zu unterscheiden haben.

Der uranfänglichste Weg ist der Fußpfad, in der Regel ist er nicht künstlich hergerichtet worden, sondern entstanden durch die Eindrücke des Fußes auf den Boden, oft ist die Richtung desselben durch den kürzesten Weg zwischen zwei Punkten bestimmt worden, oft aber hat man bereits vorhandene von Wild oder Weidevieh herrührende Pfade zum leichtern Fortkommen so weit benutzt, als sie in der allgemeinen Richtung verliefen und ging nur da von ihnen ab, wo es galt einen seitwärts liegenden Punkt zu erreichen. Das Bedürfniß, bestimmte Nertlichkeiten zu begehen, hat Fußpfade durch solche hervorgerufen und so entstanden z. B. auf den kürzesten Linien zwischen zwei Punkten, um die schnellste Verbindung herzustellen, sog. *Botenpfade*, der Jagd wegen *Bürschpfade*, der Waldaufsicht wegen *Hutpfade* oder auch wohl der bloßen Annehmlichkeit wegen *Spazierpfade*.

Sobald man sich der Hausthiere zum Reiten, Tragen und Ziehen bediente, mußten die Fußwege breiter werden, sie gestalteten sich zu *Reit-*