

Anleitung

zum

Bau von Waldwegen,

welche zum Forstproducten-Transport auf der Are dienen.

Von

Dr. Eduard Seper,

Oberförster und zweitem Lehrer der Forstwissenschaft zu Gießen.

Mit 16 Figurentafeln.

Gießen, 1864.

J. Neider'sche Buchhandlung.

V o r w o r t.

Die vorliegende Schrift enthält die Anwendung der Lehren des Straßenbaus auf den Waldwegbau mit den für diese Disciplin nöthigen Modificationen. Sie sucht außerdem die Lücken zu ergänzen, welche die allgemeine Straßenbaulehre für den Waldwegbau noch auszufüllen läßt.

In wie weit dem Verfasser beides gelungen — dieß zu beurtheilen überläßt er Denjenigen, welche sich schon praktisch mit dem Waldwegbau in eingehender Weise beschäftigt haben.

Für diejenigen Leser, bei welchen dieß nicht der Fall ist, bemerkt der Verfasser, daß sie sich nicht etwa durch den formelreichen Inhalt des Buches zu der Ansicht verleiten lassen möchten, es seien bei der wirklichen Ausführung von Waldwegbauten umfangreiche mathematische Entwicklungen nothwendig. Denn bei jener wendet man die wenigsten der mitgetheilten Formeln direct an; die überwiegende Mehrzahl derselben dient nur zur Begründung allgemeiner Regeln und kommt deshalb dann nicht mehr in Betracht, wenn sich der Leser von der Richtigkeit der Endresultate überzeugt hat. Nur an die letzteren hält er sich in der Praxis; er macht von denselben Gebrauch, ohne jedesmal die Entwicklungen zu wiederholen*).

*) So nimmt, um nur Ein Beispiel zu geben, die mathematische Begründung des Verfahrens: projectirte Gefälllinien sofort (ohne weiteres Probiren) in definitive, d. h. in solche zu verwandeln, welche eine beliebige, wenn überhaupt mögliche, Erdmassenausgleichung bewirken, neun volle Seiten (von 29 bis 37) ein. Für den praktischen Gebrauch reichen aber die Formeln (21) und (25) als Endresultate vollkommen aus und verwandeln sich noch für die gewöhnlich vorkommenden Fälle in die ganz einfachen Specialformeln (22) und (23), beziehungsweise in (26) und (27).

Bleiben auch für manche besonders wichtige Aufgaben in der Praxis noch umfassendere Rechnungen zu besorgen, so bestehen diese nur in der Substitution der auf dem Locale zc. erhobenen Größen in die allgemeinen Formeln, um die von jedem concreten Falle bedingten Größen zu ermitteln. Derartige Rechnungen sind nur mechanische Operationen, welche durch bereits vorhandene oder noch zu konstruirende Hilfstabellen bedeutend abgekürzt und vereinfacht werden können.

Die in unserer Schrift enthaltenen Längen-, Flächen-, Raum-, und Gewichts-Größen sind in Großherzoglich Hessischem Maße angegeben. Zum Behuf der Umwandlung in andere Landesmaße folgt nachstehend das Verhältniß der Großherzoglich Hessischen Maße zu dem neuen Französischen.

Es ist Eine Großh. Hess. Längeklafter = 10 Fuß = 100 Zoll = 1000 Linien = 2,5 Meter und sonach Ein Längefuß = 0,25 Meter; Ein Quadratfuß = 0,0625 Quadratmeter; Ein Kubikfuß = 15,625 Liter; Ein Stecken à 100 Kubikfuß = 1,5625 Steren. Ferner ist Ein Morgen à 40000 Quadratfuß oder 400 Quadratruthen = 25 Aren. Endlich ist Ein Pfund = 500 Gramm.

Gießen im Juni 1864.

Adward Geper.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorbemerkung § 1	1
Erster Abschnitt. Allgemeine Betrachtungen über Zweck und Projectirung neuer, sowie über Verbesserung bereits bestehender Wege. Lösung elementarer Aufgaben über Absteckung einzelner Wegelinien § 2	5
Zweiter Abschnitt. Anfertigung der concreten Profile. Ziehen der vorläufigen normalen Gefälllinien. Ermittlung ihrer Steigung. Berechnung der Höhe des Auf- und Abtrags §§ 3 bis 5.	
1) Längeprofil § 3	13
2) Querprofil § 4	16
3) Projectiren der vorläufigen normalen Gefälllinien, Berechnung ihrer Steigung und der Höhe des Auf- und Abtrags § 5	17
Dritter Abschnitt. Berechnung der Erdmassen. Ausgleichung des Abtrags mit dem Auftrag. Zeichnen der definitiven normalen Länge- und Querprofile §§ 6 bis 9.	
1) Anfertigung der Schablone § 6	20
2) Uebertragen und Zeichnen der normalen Querprofile mittelst der Schablone § 7	22
3) Berechnung des Abtrags und Ausgleichung des Abtrags mit dem Auftrag. Ermittlung der definitiven normalen Gefälllinien und Querprofile § 8	23
4) Entwicklung von Formeln zur sofortigen Umwandlung projectirter Gefälllinien in definitive § 9	29
Erster Hauptfall. Die Bewegung der vorläufigen Gefälllinien ist eine parallele	29
Zweiter Hauptfall. Die Berrückung der projectirten Gefälllinien geschieht durch Drehung um einen bestimmten Punkt	35

	Seite
Vierter Abschnitt. Ausführung der Wegarbeiten §§ 10 und 11.	
1) Mittelst ausschließlichen Erdbaus § 10	88
2) Ausführung der Erdbau-Arbeiten bei nachfolgender Versteinung. Herstellung der Steinbahn und der Banquette § 11	42
Fünfter Abschnitt. Aufstellung der Kostenvoranschläge §§ 12 bis 16.	
Erstes Kapitel. Für die Erdarbeiten §§ 12 bis 15.	
1) Im Allgemeinen § 12	46
2) Berechnung des Förderlohns und der Kosten für die Planirarbeiten § 13	46
3) Berechnung der Kosten für Transport des Grundes § 14	52
4) Beispiel zur Veranschlagung sämtlicher Wegbaulosten § 14	59
5) Bemerkungen zu den Kostentaxen für die Erdarbeiten § 15	60
Zweites Kapitel. Kostenvoranschläge für Versteinung der Wege § 16	67
Sechster Abschnitt. Von den Grabenarbeiten insbesondere § 17 .	69
Siebenter Abschnitt. Ueber das Abstecken der Wegcurven §§ 18 bis 23.	
1) Einleitende Bemerkungen und Lösung allgemeiner Aufgaben § 18	72
2) Abstecken der einfachen Berührungscurven innerhalb des kleineren Winkels zweier Stationslinien, so daß die neue Wegstrecke kürzer als die ursprüngliche wird § 19	75
3) Abstecken der zusammengesetzten Berührungsbogen, welche innerhalb des kleinen Winkels bleiben und eine Verkürzung der Wegstrecke veranlassen § 20	82
4) Die einfachen oder zusammengesetzten Bogen (Serpentinen) bleiben innerhalb des kleineren Winkels. Die neue Wegstrecke bleibt hinsichtlich der Länge unverändert, oder soll eine größere werden § 21	83
5) Die Curven (Serpentinen) dürfen aus den kleinern Winkeln heraustreten. Die Weglinie nimmt dadurch zu, oder bleibt unverändert § 22	89
6) Abstecken der Curven (Serpentinen) von Einer Weglinie aus, welche als Tangente gilt § 23	97
Achter Abschnitt. Umgehung nicht fahrbar zu machender Wegstrecken durch Ersatzwege von angemessener Form und Steigung § 24 .	98
Neunter Abschnitt. Umwandlung abgesteckter concreter Wegmittellinien in normale. Rationelle Reihenfolge der einzelnen beim Wegbau vorkommenden Arbeiten mit Rückblick auf die vorhergehenden Abschnitte § 25	105
Zehnter Abschnitt. Bestimmung der kleinsten Halbmesser und geringsten Breiten der Wegbogenstücke und Serpentinien je nach Beschaffenheit des Fuhrwerks und der Terrainverhältnisse §§ 26 bis 31.	
1) Einleitung. Beschreibung der einzelnen Theile des Fuhrwerks. Aufzählung der das Maasß der kleinsten Bogen bestimmenden Momente § 26	107

	Seite
2) Bestimmung des Minimalwinkels, welchen die Axen der Räder mit der Wagenaxe noch zu bilden vermögen § 27	109
3) Bestimmung der von dem Axenmittelpunkt der Hinterräder beschriebenen Curve § 28	113
4) Einfluß der Axenlänge der Räder und der Dimensionen des für Zugvieh, Wagen, Last und Fuhrmann nötigen Raumes auf die Breite des Wegbogens § 29	116
5) Abhängigkeit der Bogenbreite von der Beschaffenheit der Umgebung § 30	117
6) Numerische Ermittlung der Extreme stärkster Krümmung und geringster Breite der Wegbogen § 31	117
Erster Hauptfall	121
Zweiter „	127
Elfter Abschnitt. Construction der Bogen, wenn die Wegfläche überall gleiche Breite besitzen soll § 32	131
Zwölfter Abschnitt. Berechnung der möglichen Dimensionen eines Zugs zum Passiren bereits angefertigter Serpentinien § 33	136
Dreizehnter Abschnitt. Herstellung der Durchlässe (Kanäle, Dohlen) § 34	143
Vierzehnter Abschnitt. Unterhaltung der Wege § 35	152
Fünfzehnter Abschnitt. Abstände der Wege von einander §§ 36 bis 46.	
Erstes Kapitel. Bestimmungsgründe für den kleinsten und größten Abstand. Verhältniß zwischen Abstand der Wege und mittlerer Transportweite der Forstproducte im Allgemeinen § 36	153
Zweites Kapitel. Bestimmung der mittleren Transportweite der Forstproducte für eine Abtheilung von einer bestimmten Form	155
Erste Aufgabe. Die quadratförmige Abtheilung ist horizontal oder sanft geneigt § 37	155
Zweite Aufgabe. Die Abtheilung bildet ein horizontales oder sanft geneigtes Rechteck § 38	157
Dritte Aufgabe. Die Abtheilung ist ein stärker geneigtes Quadrat oder Rechteck § 39	158
Vierte Aufgabe. Die Abtheilung ist ein Rhomboid oder eine Raute mit stark geneigter Fläche § 40	160
Fünfte Aufgabe. Die ausschließlich von zwei Parallelwegen begrenzte Abtheilung zieht an einer Bergwand hin § 41	171
Sechste Aufgabe. Die kreisförmige Abtheilung schließt die Kuppe eines Kegels zc. ein § 42	172
Siebente Aufgabe. Die Abtheilung ist ganz unregelmäßig gestaltet § 43	173
Drittes Kapitel. Bestimmung der Dimensionen einer Abtheilung für eine gegebene mittlere Tragweite der Massen § 44	173

	Seite
Viertes Kapitel. Verhältniß des Flächeninhalts der Abtheilungen zu der mittleren Tragweite der Forstproducte. Numerische Ermittlung des Wegflächenprocents. Bestimmung der Form und Größe der Abtheilungen, um die Wegfläche auf ein Minimum zu bringen § 45	176
Fünftes Kapitel. Bestimmung der den concreten Verhältnissen entsprechenden normalen Form der Abtheilungen § 46	182
Sechszehnter Abschnitt. Anwendung des Vorhergehenden bei Construction der Wege §§ 47 bis 51.	
1) Einleitende Bemerkungen. Lösung einer allgemeinen Aufgabe. Skizzirung der Hauptfälle § 47	187
2) Behandlung des ersten Hauptfalls § 48	191
3) Behandlung des zweiten Hauptfalls § 49	195
4) Behandlung des dritten Hauptfalls § 50	200
5) Behandlung des vierten und fünften Hauptfalls § 51	210
Siebenzehnter Abschnitt. Einfluß der mittleren Transportweite auf die Erndteloßen der Waldproducte § 52	211
Achtzehnter Abschnitt. Zeitpunkt des Auftriebs und der Herstellung der Wege § 53	217
Noten (Zusätze)	225



Verbesserungen in dem Texte.

- Seite 16 Zeile 5 v. u. nach $b_2 b_2'$ fehlt das Komma
- " 18 " 17 v. o. statt „neue“ lies „neuen“
- " 23 " 8 v. u. nach Berechnung setze „des Abtrags“
- " 25 " 4 v. o. statt „in ein solches umgewandelt werden“ lies „ein solches erhalten“
- " 27 " 5 v. u. statt „Grabenquerprofilen“ lies „Grabenquerschnitten“
- " 30 " 16 v. o. statt findet lies „befindet“
- " 34 " 11 o. u. statt „Verticale“ lies „Verticalen“
- " 36 " 7 v. u. in Formel (27) statt 0.5 lies $0.5 \times c_n$
- " 37 " 14 v. u. statt „Verteilung“ lies „Vergleichung“
- " 73 " 18 v. o. statt „Stationslinie“ lies „Stationslinien“
- " 83 " 8 v. o. statt „Bögen“ lies „Längen“
- " 86 " 14 v. u. statt „querst“ lies „vorher“
- " 88 " 6 v. o. lies $c_4 c_3 = 1$; $c_3 c_2 = 1$; $c_2 c_1 = 1$ und $c_1 c = 1$ x.
- " 89 " 18 v. o. nach L setze „(b. h. die Seitenlängen des Winkels abc, Seite 85)“
- " 92 " 11 v. o. statt „Curven“ lies „Curve“
- " 95 " 6 v. o. statt b_s lies b_s
- " 96 " 13 v. u. statt „seine“ lies „seiner“
- " 100 " 11 v. o. nach verbindet fehlt das ;
- " 101 " 10 v. o. nach sondern streiche „keine“
- " 111 " 2 v. u. statt 90° lies ρ
- " 112 zu Formel (73) fehlt Anmerkung : Erhält bei einem absolut richtigen Verfahren $d'd''$ in Fig. 68 und 69 dieselbe Bedeutung, so wird $d'g = d'd'' \cdot \cos \epsilon$, oder, weil $d'd'' = \rho \cdot \cos \delta$ und $\cos \epsilon = \frac{E'F}{EE'} = \frac{EE - E'E'}{2\rho}$, so ist auch $d'g = \frac{1}{2}(EE - E'E') \cos \delta$, und verwandelt sich Formel (73) in $pg = \frac{1}{4}(EE + E'E') + \frac{1}{2}(EE - E'E') \cos \delta$. Beide Formeln geben übrigens bei der Construction unserer Wagen dieselben Resultate.
- " 120 Zeile 16 v. u. in Formel (86) statt g lies a_2
- " 121 " 12 v. o. statt „Zug“ lies „in keiner kreisförmigen Bewegung befindliche Theil des Zugs“
- " 122 " 6 v. o. statt „Bogenstück“ lies „Bogenstück“
- " 124 " 6 v. o. statt 144.34 lies 143.34

Seite 127	Zeile 3	v. o. statt fo'o''	lies fo'o''
" 127	" 4	v. o. statt sfo'o''	lies sfo'o''
" 128	" 12	v. u. statt $\frac{60}{\sin 40^{\circ}7'}$	lies $\frac{80}{\sin 40^{\circ}7'}$
" 129	" 10	v. o. statt $e_2 e_2 e_4 e_2 e_2 e_2$	lies $e_2 e_2 e_4 e_2 e_2 e_2$
" 130	" 4	v. o. nach p	setze „von t_1 “
" 132	" 8	v. o. statt „das“	lies „die“
" 132	" 13	v. o. statt (79)	lies (78)
" 133	" 11	v. o. in Formel 88	statt $\tan \alpha''$ lies $\tan \alpha'$
" 138	" 10	v. u. statt „näher“	lies „ändern“
" 139	" 10	v. u. nach α	setze $= \gamma$
" 143	" 14	v. o. statt „unausgefüllt bleiben“	lies „überschritten werden“
" 146	" 10	v. u. nach Längenseite	setze $h_2 d_1 =$
" 148	" 18	v. u. statt \square „Klafter“	lies \square „Fuß“
" 164	" 15	v. o. Formel R	lies $\frac{1}{2} (2l - a_1 - a_2) (a_1 + 1) a_2$
" 167	" 12	v. u. statt „nur“	lies „immer“
" 170	" 8	v. o. statt $a_1 < a_2$	lies „der längere Grenzweg das geringere Gefäll hat“
" 172	" 1	v. o. statt „kürzeste horizontale“	lies „projicirte kürzeste“
" 173	" 6	v. o. statt 164	lies 174
" 195	" 8	v. u. nach H^{IV}	setze (zwischen b und o)
" 197	" 2	v. o. statt Adp	lies ADp
" 202	" 9	v. u. nach (Ori-)horizontalwege	streiche „der ersteren“
" 203	" 16	v. o. nach „und“	setze $x =$

Berichtigungen in den Figurentafeln.

- In Fig. 7 fehlt an dem N der oberen Horizontalen der Accent.
 " " 21 fehlt an dem r der durch w gehenden Horizontalen der doppelte Accent.
 " " 51 kommt a_2 an die Stelle von a_4 und rücken a_4 und A' an die Endpunkte des ersten Perpendikels.
 " " 64 in dem oberen Theile rückt n an den Endpunkt der von g an die Curve gezogene Linie.
 " " 72 fehlt an α und γ der Accent.
 " " 78 fehlt die Linie mG.



Vorbemerkung.

§. 1.

Die über Waldwegbau erschienenen Schriften widmen gewöhnlich den Hilfswissenschaften zu viel Raum; in vielen Beziehungen gehen sie auch nicht hinlänglich in die schwierigeren Theile der Waldwegbau-Lehre ein. Gerade die letzteren verdienen aber eine um so sorgfältigere Ausbildung und Anwendung, je intensiver der Forstbetrieb wird, und je mehr man dem Umstande Rechnung trägt, daß die Waldwege bleibende Anlagen sein sollen, welche mit dem geringsten Aufwande an Geld und Boden ausgeführt werden müssen.

Unserer Ansicht nach sind die (mathematischen) Hilfswissenschaften als bekannt vorauszusetzen und allenfalls nur zu berühren, wenn es sich darum handelt, einfache elementare Aufgaben in unserer Disciplin zu lösen oder derselben mathematische Formeln möglichst bequem anzupassen.

Wir haben in unserer Schrift den Wegbau im Auge, wie er besonders in Süd- und Mitteldeutschland getrieben wird, um die Waldprodukte per Axe zu transportiren. Es sollen die Grundsätze und Verfahren entwickelt werden, welche dort Anwendung verdienen und sich nach vielfachen Erfabrungen des Verfassers in dessen Dienstbezirken hinlänglich erprobt haben. Wir wollen sonach kein Werk liefern, welches auch jene Fälle und Verhältnisse erschöpfend berücksichtigt, wie sie ausnahmsweise durch besondere Verhältnisse bedingt werden mögen. Deshalb finden diejenigen, welche den Bau der Knüppeldämme, der Riesen, der Schmierwege zc. kennen lernen wol-

len, in unserer Schrift nicht die nöthige Belehrung. Selbstverständlich kann dieser Umstand nicht zu dem Schlusse führen, daß das von uns gegebene Material nur für beschränkte Verticlichkeiten Werth habe. Gerade in der Waldbwegbau-Lehre dürften ziemlich allgemein gültige Grundsätze und Verfahrensweisen bestehen, welche sich nach und nach aus Erfahrung und Reflexion entwickelt haben und noch weiter ausbilden müssen. Die Hauptfälle und die dabei vorkommenden Aufgaben werden sich mehr oder weniger fast allwärts wiederholen. Haben sich die dabei eingehaltenen Methoden besonders bewährt, so werden sie auch von örtlichen Verhältnissen in nur geringem Grade abhängig sein, oder dadurch nur geringe Modificationen erleiden.

Wenn auch die Lehre vom Straßen- und Brückenbau, wie sie der Ingenieur wissen muß und in seiner Literatur findet, die Hauptgrundlagen für den Waldbwegbau bildet, so ist doch wieder jene Lehre und Literatur in vielerlei Beziehung für den Forstmann entweder zu umfangreich, oder nicht ausreichend, und zwar aus folgenden Gründen.

Einmal muß der Forstbeamte mit unverhältnißmäßig geringeren Mitteln, als sie dem Ingenieur zu Gebote stehen, seine Wege bauen und deshalb mancherlei difficile Berechnungen und Constructionen machen, welchen der Ingenieur überhoben ist. Bei dem ungemessenen, immertwährenden Verkehr auf Staats- und Provinzial-Straßen würden sich die durch kleine Umwege, größere Steigungen und stärkere Curvenbiegungen veranlaßten Zeitverluste, Kraftverschwendungen und Unfälle zu enormen Summen addiren. Deshalb wird selbst ein bedeutender Kostenaufwand zur Umgehung dieser Inconvenienzen hinlänglich compensirt durch die Vortheile, welche eine bequeme Form der Wege — durch Geradelegen der Mittellinien, Construction von Curven mit großen Durchmesser, Erweiterung der Fahrbahnbreite, bedeutendes Auf- und Abtragen, ohne besondere Rücksicht auf Massenausgleichung und weiten Erdtransport u. s. w. — gewähren müssen. Anders verhält es sich mit den Waldbwegen, auf welchen der Verkehr im Allgemeinen ein beschränkter ist, und ausschließlich das Wegbringen der nur periodisch sich ergebenden Forstprodukte bewirkt werden soll. Hier wird die Rücksicht auf die möglichste Holzboden- und Kostenersparniß das Verlangen rechtfertigen, daß die Fuhrleute kleinere Umwege machen

und sich keine Vorsicht und Mühe verbrießen lassen, um ihre Wagen auf Bogen mit kleinem Durchmesser (nöthigenfalls durch Lottern des Hinterwagens), sowie auf stärker geneigten und schmälern Fahrbahnen fortzuschaffen. Eben so ist hier die sorgfältigste Berechnung der Erdmassen und deren Transportweite und genaue Ausgleichung des Auf- und Abtrags innerhalb der Wegloose durch entsprechendes Heben und Senken der Gefälllinien zu bewirken. Dazu sind aber besondere subtile Berechnungen und Constructionsmethoden erforderlich, welche (für den Ungeübten) etwas mühsam, allein nicht zu umgehen sind, sobald das Interesse des Waldbesizers gewissenhaft gewahrt werden soll.

Zum Andern läßt uns die Literatur des Straßenbaues ganz im Stich bei Anlegung rationeller Wegecke. Die hierfür aufgestellte, noch einer weiteren Ausbildung entgegenstehende Disciplin gehört wieder dem Waldwegbau ausschließlich an. Auch deren consequente Durchführung in der Praxis ist mit nicht geringen Schwierigkeiten verknüpft. Allein die Mühe wird belohnt durch das Bewußtsein, dem Waldeigentümer zu bedeutenden Ersparnissen verholfen zu haben sowohl an Erndtelohn wegen Herstellung einer rationellen Transportweite der Forstprodukte, als auch an Wegfläche wegen Vertheilung der Wege in einer den höchsten Effect erzielenden Weise.

Um die Lehren des Waldwegbaus in angemessene Grenzen zu bringen, empfiehlt es sich, den eigentlichen Brückenbau nicht zu berühren, sondern nur die Herstellung der Durchlässe abzuhandeln. Sollte ausnahmsweise einmal die Errichtung gewölbter Brücken nothwendig werden, so mag der Forstbeamte, der die dazu erforderlichen Kenntnisse nicht besitzt, oder die Verantwortlichkeit für den richtigen Bau solcher Brücken nicht übernehmen mag, erfahrene Baumeister zu Rath ziehen. Sicher werden über den Umfang, welchen unsere Lehre einnehmen soll, sowie über den Grad ihrer praktischen Durchführung die Ansichten auseinandergehen. Die Forderungen in fraglicher Hinsicht wird man um so höher stellen, jemehr man, mit der Wissenschaft Hand in Hand gehend, auf eine tüchtige Ausbildung des Verwaltungspersonals dringt, je weniger man das Heil der Wirthschaft, wie es noch vielenorts geschieht, im Ausdenken und Ausklügeln einer ausgespitzten Controlle der Einnahmen und Ausgaben, oder in Aufstellung von Tabellen mit nutzlosen Zahlen sucht, sondern vielmehr in Bergrö-

ßerung der Einnahmen, Verminderung der Ausgaben und in Erhöhung der Lucrativität der Waldungen und deren Arbeitseinkommens den höchsten Zweck der Waldwirthschaft findet. Auf diesem Felde hat die Forstverwaltung ihre Auszeichnung zu suchen. Für seine Cultivirung sind Zeit und Kräfte der Localbeamten möglichst aufzusparen und deshalb alle die mannigfachen Bureauarbeiten auf das absolut nöthige Maas zu beschränken, resp. durch niedere, billige Kräfte — für deren Benutzung dem Beamten die nöthigen Mittel zu gewähren sind — besorgen zu lassen.

Ohne Zweifel bildet nun einen wesentlichen Theil des fraglichen Wirkungskreises die Anlegung rationeller Wege etc. Diese erhöhen direct und indirect die Rentabilität der Waldungen und das Einkommen aus denselben in ganz besonderem Grade. Geringe Durchforstungshölzer und Holzfortimente (Stockholz, Schneidelholz u. s. w.) werden verwerthbar; deren sorgfältiges Ausbeuten vergrößert noch Masse und Werth des Zuwachses am bleibenden Bestande, verhütet Schaden durch Feuer, Insekten, Wind, Schnee Eis u. s. w. Eine bequeme Abfahrt erhöht selbstverständlich den Preis der Hauptnutzungen in niederem Abtriebsalter und trägt zur Rechtfertigung kürzerer Umtriebe wesentlich bei. Sie vermehrt durch Gestattung einer intensiveren Ausnutzung der Produkte das Arbeitseinkommen und bringt endlich die Erndtekosten und die Summe des produktionslosen Wegbodens auf ein rationelles Minimum.

Die Frage mag hier unentschieden bleiben, ob für alle Verticlichkeiten, wo andere Transportanstalten bestehen, als Waldabfuhrwege — z. B. Flößereien, Kutschen, Schlittenwege u. s. w. — die Wagschaale zu Gunsten der letzteren auch dann den Ausschlag gibt, wenn das Für und Wider erschöpfend und gründlich abgewogen wird. Darüber mag noch die Zukunft entscheiden *). Eben so mögen in vielen Fällen die Weganlagen innerhalb der Waldungen sich nur auf Herstellung einzelner Hauptabfuhrwege beschränken. Immerhin

*) Nach Ansicht des Verfassers sind derartige Anstalten im Allgemeinen nur Nothbehelfe in Ermangelung zweckmäßiger Waldwege.

sind aber diese nach den Regeln und Grundsätzen unserer Wegbau-
lehre anzulegen.

Im Allgemeinen darf jedoch als gewöhnlichster Fall gelten, daß
Haupt- und Nebenwege, oder vollständige Wegnetze nothwendig
werden.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Bemerkungen über Zweck und Projectirung
neuer, sowie über Verbesserung bereits bestehender Wegnetze.
Lösung elementarer Aufgaben über Absteckung einzelner Weg-
linien.

§. 2.

1) Wir können die Eigenschaften normaler Wegnetze und die
bei deren Projectirung anzuwendenden Grundsätze hier nur im All-
gemeinen andeuten, in das Detail selbst erst im XVI. Abschnitte
eingehen, nachdem vorher mancherlei Vorfragen einer wissenschaftlichen
Discussion unterworfen worden waren.

2) Ein Wegnetz soll einen doppelten Zweck erfüllen :

a) Dasselbe zerlegt mit Zuhilfenahme der Eigenthumsgrenzen —
nöthigenfalls auch der Gebirgskämme, Bäche u. s. w. — einen
ganzen Wald in Abtheilungen mit unverwischbaren Grenzen
und passendem Flächeninhalt. Diese Parzellen sollen nämlich
eine Größe besitzen, bei welcher die Fehler, welche dadurch entstehen,
daß man bei Bestimmung der Haubarkeitserträge den Abtrieb des
ganzen Bestandes in die Mitte der Abtriebsdauer verlegt denkt, eine
angemessene Grenze nicht überschreiten *); zum andern soll der
Flächengehalt jener Abtheilungen einer gehörigen Beweglichkeit der
Massen beim Verschieben der Holzkapitalien in die verschiedenen
Perioden einer Umtriebszeit nicht hinderlich sein, damit ein voraus-
bestimmter Nutzungsgang verwirklicht werden kann.

*) Vergleiche Allg. Forst- und Jagdzeitung 1858, Seite 83.

b) Das Wegnetz soll ferner einen bequemen Transport der Waldprodukte vermitteln. In dieser Beziehung ist gewissermaßen sein Ideal erreicht, wenn die mittlere Transportweite der Forstprodukte von ihrer Erzeugungsbis an ihre Abfahrtsstelle eine rationelle ist *), und wenn gleichzeitig in gebirgigem Terrain Fuhrwerk und Arbeiter auf möglichst kurzem und zugleich bequemen Wege leer bergauf und beladen bergab gehen. Wo der Erreichung dieses Zieles die Terrainverhältnisse, festliegende Ausmündungspunkte der Wege auf den Waldbgrenzen, Lage der Wohnorte der Eigentümer und Consumenten, oder auch bereits bestehende, nicht mehr zu verlegende Hauptabfuhrwege u. s. w. entgegenstehen — kann immerhin jenes Ideal als Führer dienen, welcher uns innerhalb des noch verbleibenden Spielraums zurechtweist.

3) Die Hauptabfuhrwege verbinden den Wald mit den Feldwegen und den Vicinal- oder Staatsstraßen. Falls die beiden letzteren den Wald durchschneiden, spielen sie selbst die Rolle von Hauptabfuhrwegen. Aus den entfernten Schlägen werden die Waldprodukte auf den Nebenwegen den Hauptwegen zugeführt. Beide bilden in ihrem Zusammenhang für einen bestimmten Waldcomplex ein Wegsystem (Wegnetz).

Wo es sich durchführen läßt, soll jeder neu anzulegende Hauptweg ab Fig. 1 die tieferen Stellen oder ik der Waldungen berühren und nach seinem Ausmündungspunkte a hin mit angemessenem Procent fallen, so daß vom oberen Rande seine Nebenwege mn, op ausgehen. at ist die durch a gezogene Horizontale.

Liegt aber der Ausmündungspunkt a zu hoch, so muß nach diesem hin der Hauptweg horizontal führen, oder mit einem geringen Procent steigen. Wird dadurch der Abstand von den tiefer liegenden Waldtheilen so beträchtlich, daß der Transport des Holzes u. s. w. an den Hauptweg zu weit ist, so müssen die Nebenwege auf beiden

*) Die Arbeiter sollen das Holz zc. nur eine angemessene Strecke weit tragen, deren Länge hauptsächlich von der Steigung des Terrains abhängt. In Ebenen, wo der Transport nach allen Seiten hin mit gleicher Anstrengung erfolgt, darf deshalb der Abstand der Wege ein größerer sein, als im Gebirg, wo die Produkte vorwiegend nach der untern Seite hin getragen werden und zwar um so mehr, je stärker das Terrain geböschet ist.

Seiten, Fig. 2 dn und mn, einmünden, die oberen mit stärkerem, die unteren mit schwächerem Gefäll, und zwar die ersteren gegen die Fallrichtung des Hauptweges, die letzteren nach derselben hin, um ihn baldmöglichst zu erreichen.

Selbstverständlich können in einem Walde, einer Betriebsklasse u. s. w. mehre Wegsysteme vorkommen.

Die Befolgung obiger Grundsätze schließt zugleich die Lösung des Problems ein: von jedem Punkte eines Waldes seien die Nutzungen auf einem, den concreten Verhältnissen entsprechenden, relativ kürzesten und bequemsten Wege wegzubringen.

4) Das Wegnetz kann aus rechtwinklig sich kreuzenden Schneisen — d. h. Wegen, welche in ihrem ganzen Verlaufe schnurgerade Mittellinien zeigen — bestehen, so lange das Terrain gestattet, der Fahrbahn eine angemessene Steigung ohne unverhältnißmäßig hohen Kostenaufwand zu geben (und wenn überhaupt keine sonstigen Gründe der von der Terrainneigung abhängigen Schneisenrichtung entgegenstehen). Jedes Schneisen-Netz ist unzweckmäßig, sobald eine Fahrbarmachung zu theuer, oder gar unmöglich wird. Die rechtwinkligen Parallelogramme müssen um so schiefwinkliger werden, und endlich die Abtheilungen um so unregelmäßigere Contouren annehmen, je steiler und unregelmäßiger das Terrain ist.

Oft empfiehlt es sich, ein recht- oder schiefwinkliges Schneisen-Netz wenigstens zu projectiren und die Mittellinien mittelst des Theodolits abzustecken. Ergibt sich dasselbe im Allgemeinen als brauchbar, so hat man bloß die nicht wohl fahrbar zu machenden Strecken zu umgehen, d. h. durch Weglinien mit schicklichem Lauf zu ersetzen (VIII. Abschnitt). Auf diese Weise accomodirt man sich, soviel als möglich, der durch das Schneisennetz gegebenen Grundlage.

Eben so kann auch ein bereits bestehendes, jedoch unzweckmäßiges Schneisen-Netz in ein vorzügliches Wegsystem umgewandelt werden, wobei man die verlassenen Schneisenstrecken der Waldkultur wieder zurückgibt. Denn wenn man jene Schneisenanlage bei geeignetem Terrain als die zweckentsprechendste bezeichnen muß, so gilt dasselbe Zeugniß für das transformirte (gemischte) Wegsystem bei einem Terrain von stärkerer Steigung. Zu diesem Schlusse

berechtigt folgende Betrachtung. Wird uns aufgegeben, je zwei Punkte durch einen Weg zu verbinden, welcher ein Minimum an Fläche und Kosten verlangt, so stellt man am geeignetsten die Verbindung vorerst durch gerade Linien her. Diese behält man jedoch nur so lange bei, als es Gefäll und Rücksicht auf Kosten für Planirung zc. erlauben. Erst dann wenn die angemessene Grenze überschritten würde, verläßt man temporär die gerade Richtung, jedoch mit dem Bestreben, sie wieder zu erreichen, sobald es die Verhältnisse gestatten.

5) Selbstverständlich muß von der Fläche, über die das Netz gespannt wird, ein Grundriß in hinlänglich großem Maasstab vorliegen. Hat man sich nun über Hauptrichtung, Zahl, Entfernung der Wege und die zu passirenden Hauptpunkte entschieden, so schreitet man zur Festlegung der Mittellinien.

Ist eine Schneisenanlage unthunlich, und kann auch ihre bloße Projectirung nicht als Hilfsmittel in der unter 4 bemerkten Weise dienen, so empfiehlt es sich vor Allem, die Hauptwege abzustecken. Hierbei sind die unter 2 und 3 entwickelten Principien so weit als thunlich zu befolgen, nachdem vorher besonders wichtige Hauptpunkte, nämlich Stellen, wo der Weg ausmündet, Kanäle angelegt, wo besonders schwierige Terrainstellen, als Mulden, Hügel, Felsen, Sümpfe umgangen werden sollen u. d. m. bezeichnet worden sind. — Hierauf läßt man von den Hauptwegen die Nebenwege sich abzweigen, nachdem auch dafür die bemerkenswertheften Punkte, die berührt oder umgangen werden sollen, markirt waren.

6) Jene Mittellinien lassen sich nach 3 wesentlich verschiedenen Methoden abstecken :

Erste Methode. Bei sehr günstigem Terrain kann ein geübter Praktiker mit Hilfe der Karte die vorher erwähnten Hauptpunkte durch Complexe von Geraden nach dem Augenmaße so verbinden, daß letztere unter angemessenen Winkeln zusammenstoßen. Dabei ist nur Rücksicht zu nehmen, daß die Weglänge einem schicklichen Gefäll entspricht. — Aus diesem Grunde ist bei genauere Verfahren, nachdem nöthigenfalls noch zwischen die Hauptpunkte soviel andere eingeschoben sind, daß immer von einem zum andern Ein Gefäll bestehen kann, die Länge L der Verbindungslinie je zweier Hauptpunkte zu berechnen und der in geeignetster Form abzusteckenden

Mittellinie zu ertheilen. Man findet L aus der Gleichung $\frac{L}{d} = \frac{100}{p}$, worin d die Höhendifferenz seiner Endpunkte und p das Steigungsprocent ausdrücken.

Zweite Methode. Mit Hilfe von Karten, auf welchen (aufsteigend nach gleichen Höhendifferenzen) die in demselben Niveau liegenden Punkte durch Curven verbunden sind, kann man die Mittellinien der Wege direct auf der Karte abstecken, indem man die Weglänge zwischen 2 aufeinanderfolgenden Curven berechnet und mit dem Zirkel von einer Curve auf die folgende fortträgt. Entspricht der Lauf des Wegs den Anforderungen, so wird dessen Mittellinie auf das Terrain übertragen. — Gewöhnlich sind aber derartige (namentlich genaue) Karten nicht vorhanden, obwohl sie bei Anlegung rationeller Wege fast unentbehrlich sind und auch bei geringerer Genauigkeit die wesentlichsten Dienste leisten, sobald es sich um Verständigung über die Hauptrichtung der Wege handelt. Wir werden dieß in § 47—51 weiter ausführen.

Dritte Methode. Nach genauer Ansicht der Karte (ohne Curven) und Kenntnißnahme der Terrainverhältnisse wird mittelst eines Nivelirinstrumentes zc. die Mittellinie des Weges aufgesucht und hierbei besonders die Lösung folgender 4 Elementaraufgaben zur Anwendung gebracht.

Erste Aufgabe.

Von einem Punkte a aus (Fig. 3), der an einem Berghange liegt, sei ein Zug aneinandergereihter Linien $ab = l_1$; $bc = l_2$, $cd = l_3$ zc. abzustecken, mit einem Gefäll von p Procent.

Mit solchen Instrumenten, welche nur die Horizontale angeben, wie Kanaltage, Wassermesse mit Libelle und Fernrohr zc. verfährt man folgendermaßen: Zuerst wählt man einen Punkt b' nach dem Augenmaß, stellt zwischen a und b das Instrument auf, mißt die Zielhöhe bei $a = z$, stellt die verrückbare Scheibe an der Visirlatte auf $z \pm \frac{p}{100} \times l_1$ (je nachdem man von a nach b_1 fallen oder steigen will, gilt $+$ oder $-$) und sucht im Abstände l_1 von a , d. h. im Wege $b'b$ den richtigen Punkt b , falls dieser nicht zufällig mit

b^1 zusammenfällt. Eben so verfährt man beim Auffuchen des Punktes c von b aus z .

Viel schneller kommt man bei dieser, wie bei jeder folgenden Aufgabe zum Ziele bei Anwendung des Nivellirgalgens, des Bofe'schen Instruments und des neuerdings von Mechanikus Staudinger zu Gießen construirten, am Schlusse der Schrift näher beschriebenen Nivellirbiopters z . Man stellt das Instrument auf den ersten Punkt a , den verschiebbaren Diopter auf die Procentzahl p und findet ohne Berechnung oder Messung in einer beliebigen schieflichen Entfernung mittelst des Visirstockes, an welchem in gleicher Höhe mit dem Instrumente eine Zielscheibe befestigt ist, den folgenden Punkt b , sobald die durch Ocular- und Objectivdiopter gehende Visirlinie in das Kreuz der Zielscheibe trifft. In gleicher Weise sucht man von b aus den Punkt c z .

Zweite Aufgabe.

Die beiden Punkte a und m Fig. 4, welche auf derselben Bergwand liegen, seien mit einem Zug gerader Linien ab , bc , . . . dx , xo . . . nm zu verbinden, welcher das constante Gefällprocent p besitzen und etwa in der Mitte eine Serpentine oder Drehung (bei x) erhalten soll.

Ist m der höher liegende Punkt, so wird diese Aufgabe ohne weiteres Probiren gelöst, indem man von m aus mit $p\%$ abwärts geht und die gebrochene Linie mn , nl , lo , op , und pq absteckt, hierauf von a aus mit $p\%$ steigend die gebrochene Linie ab , bc . . . de auffucht, bis sich beide in x schneiden. Alsdann ist $abcdxo$ lmn die gesuchte Mittellinie.

Anmerkung. Bezeichnet d die Höhenifferenz der Endpunkte a und m , l die Länge der Projection der gebrochenen Verbindungslinie, so besteht die Relation

$$1 : d = 100 : p = \frac{d \times 100}{1} (1)$$

Das Procent p ist um so größer, je kleiner die Länge l der Mittellinie ist. Bezeichnet man ferner mit o den directen Horizontalabstand von a nach m , so erscheint die Lösung obiger Aufgabe nur möglich, so lange p kleiner ist, als sein Grenzwert $\frac{100 \times d}{o}$. Sollte p diesen erreichen oder sogar überschreiten, so müßte a und m immer mit Einer Geraden verbunden werden. — Kann man in diesem Falle wegen eines Holzbestandes u. d. m. nicht direct

von a nach m sehen, so ist entweder die Linie am in ein Polygon einzuschließen und nach Berechnung ihrer Neigung gegen die anstoßende Polygonseite aufzubauen, oder man stellt, wo es angeht, in den einen Endpunkt einen Arbeiter, welcher durch Rufen der in dem andern Endpunkte befindlichen Person die ungefähre Richtung angibt, nach welcher hin die Gerade abzustrecken ist. Fällt diese bei ihrer Verlängerung nicht mit dem ersten Endpunkte zusammen, so wird sie mittelst Errichtung von Perpendikeln x . auf bekannte Weise in die richtige Lage corrigirt.

Dritte Aufgabe.

Es seien die Punkte a und b Fig. 5 auf einer mehr oder minder regelmäßig gestalteten Bergwand mit einer gebrochenen Linie von gleichmäßigem Gefäll, allein ohne Serpentine zu verbinden.

Hier ist das Procent unbekannt und zu suchen.

Zur Lösung des Problems steckt man von a aus mit einem willkürlich angenommenen Procent p' , womit man b zu erreichen hofft, eine Linie bis an die durch b gelegte Horizontale hbh . Wird diese nun z. B. in c geschnitten, so ist p' zu gering angenommen worden. Die richtige Größe x ergibt sich aus der zu messenden Entfernung $bc = E$ und der während des Absteckens der gebrochenen Linien ac gefundenen Höhendifferenz d der beiden Endpunkte a und c durch folgende Betrachtungen. Stellt die Gerade ac das Längsprofil (§ 3) der unrichtigen und ab das der richtigen Weglinie dar, so sind ad und ae die Projectionen der entsprechenden Weglinien.

Zieht man die Perpendikel bc und cd , so besteht

$$\frac{ad}{cd} = \frac{100}{p'}; \text{ oder } ad = \frac{100 \times d}{p'}$$

Es ist nun $ae = ad - cd = \frac{100 \times d}{p'} - E$ und sonach

$$\text{auch } \frac{ae}{be} = \frac{\frac{100 \times d}{p'} - E}{\frac{d}{x}} = \frac{100}{x}, \text{ woraus endlich}$$

$$x = \frac{100 dp'}{100 d - p'E} \dots \dots (2)$$

Mit diesem $\%$ steckt man von a aus die gesuchte gebrochene Linie ab ab.

Vierte Aufgabe.

Einer directen Verbindung zweier Punkte a und m Fig. 6 durch die Gerade am steht nicht sowohl die Größe des Procents =

$\frac{d \times 100}{e}$ (Seite 10), als vielmehr Terrainschwierigkeiten auf der Stelle F entgegen. Diese soll umgangen werden durch eine gebrochene Linie mit constantem, möglichst großem Gefäll.

Das Hinderniß auf F kann eine tiefe Mulde, ein Hügel, eine versumpfte Stelle, eine Felsenparthie u. s. w. sein, so daß die Kosten für Planirung u. s. w. der Geraden am zu bedeutend würden.

Im vorliegenden Falle sind nun a und m durch eine gebrochene Linie abcdem mit einem Gefäll p', was kleiner ist, als $\frac{d \times 100}{e}$ nach Maafgabe der 2. oder 3. Aufgabe zu verbinden. Ergiebt sich, daß der Umweg zur Umgehung von F unndthig groß war, so wird das Procent verstärkt und z. B. = p' + a gesetzt, wodurch die neue Linie ab'c'd'm entsteht. So hat man fortzufahren, bis die möglichst kürzeste Mittellinie gefunden ist.

Die vorstehenden 4 Aufgaben können selbstverständlich auch mittelst der bei der ersten und zweiten Methode Seite 8 und 9 angegebenen Verfahren gelöst werden.

7. Mag man nun die Mittellinie nach der einen oder der andern Methode (Ziff. 6) projectiren, immer empfiehlt es sich, noch folgende Regeln zu beherzigen :

Führen die Wege über Terrainflächen, welche bei einem im Allgemeinen regelmäßigen Verlaufe stark aus- oder einwärts gekrümmt sind und gewissermaßen Stücke von Cylinder-, Kegel- u. s. w. Mänteln bilden, so sind, will man nicht zu tiefen Einschnitten in die Bergwände oder zur Aufführung hoher Dämme genöthigt werden, die Stationen mit möglichster Anschmiegun an das Terrain ziemlich kurz zu nehmen. Alsdann fallen die Stationspunkte schon von selbst in regelmäßige Curven.

Sind aber die Hänge sehr unregelmäßig, wellenförmig, durch kleine Erhöhungen und Vertiefungen coupirt, so ist ein engeres Anschließen der Wege an das Terrain (mitteltst kurzer Stationen) in nur geringem Grade statthast. Deshalb sind die Stationslinien etwas lang zu machen und dabei die Winkelpunkte an Orte zu legen, welche die durchschnittliche Terrainbeschaffenheit zeigen; sonach nicht auf kleine Erhöhungen, nicht in kleine Vertiefungen. Wohl aber sind später (nach Correctur der Linie) solche abnorme Stellen innerhalb der Stationslinien abzuplöcken und bei dem Mi-

vellement aufzunehmen, zur Vermeidung von Unrichtigkeiten bei der Erdmassenberechnung.

Zweiter Abschnitt.

Anfertigung der concreten Profile. Ziehen der vorläufigen normalen Gefälllinien. Ermittlung ihrer Neigung. Berechnung der Höhe des Auf- und Abtrags.

1) Längeprofil.

§ 3.

1) In den Mittellinien der Wege, welche nach der einen oder andern Methode Ziff. 6 des vorhergehenden § abgesteckt wurden, sprechen sich bei ihrer Betrachtung im Grundrisse gewöhnlich mehr oder weniger große Unregelmäßigkeiten (spitze Ecken, Zickzackparthien) deutlich aus. Diese sind auszugleichen, wenn die Wege gefällige und zum Fahren bequeme Figuren bilden sollen. Wir betrachten deshalb jene erste Anlage nur als vorläufiges Project, welches den Lauf der Wege zwar schon ziemlich genau, allein noch nicht definitiv angibt, was nur durch eine Correctur erzielt wird, soweit überhaupt eine solche die Terrainverhältnisse erlauben. Zu dem Ende läßt man mit möglichster Anschmiegun an die vorgezeichnete Richtung kleine Ver-rückungen der Linien in der Art eintreten, daß die Länge und sonach das Gefäll im Ganzen verbleiben, allein der Grundriß sich möglichst hübsch configurirt. Desters empfiehlt sich, bei jenem ersten Auffuchen der Linien ein kleinere s Gefäll, als das beabsichtigte, zu Grund zu legen. Alsdann läßt sich später eine intensivere Correctur leichter bewirken, weil bei einem Strecken, Abrunden zc. die gleichzeitige Rücksicht auf Beibehaltung der ursprünglichen Länge nicht so strenge beobachtet zu werden braucht, und kleinere Verkürzungen ohne nachtheiligen Einfluß bleiben. Dieß ist natürlich nicht der Fall, wenn schon von vorn herein ein Gefällmaximum angenommen wurde.

Das speciellere Verfahren, welches bei der Correctur zu beobachten ist, soll ausführlich im VII. bis IX. Abschnitt mitgetheilt werden, auf die wir zur Vermeidung von Wiederholungen verweisen müssen.

Sind hiernach die Mittellinien corrigirt und sonach definitiv festgelegt, so werden sie bei geraden Strecken in gleichen Intervallen (etwa von 10 zu 10 Klaftern), außerdem in den Hauptwinkel- oder Bogenpunkten und endlich noch an der Stelle abgepflockt, wo Durchlässe nöthig sind, Graben hinlaufen, Wege sich kreuzen, wo die Terrainverhältnisse einen sehr abweichenden Character annehmen. An allen diesen Punkten, den sog. Stationspunkten, wird ein kleinerer Pflock der Erde gleich geschlagen, ein größerer daneben erhält die Stationsnummer. Schließlich werden die sämtlichen Punkte mit einem der oben erwähnten Instrumente nivellirt, und ihre horizontalen Entfernungen mit der Klafterstange gemessen.

2) Zieht man, mit Station 1 beginnend, immer von der Zielhöhe der vorhergehenden Station (Signal links) die der unmittelbar folgenden (Signal rechts) ab, so erhält man die Höhendifferenzen aller auf einander folgenden Punktenpaare. Sind dieselben negativ, so findet von links nach rechts ein Fallen, im andern Fall ein Steigen statt. Durch successives algebraisches Addiren der Höhendifferenzen findet man die Ordinaten, d. h. die senkrechten Abstände von der durch Station 1 gezogen gedachten Horizontalebene.

Denkt man sich nämlich (Fig. 7) durch Station 1 eine Horizontale MN gezogen und sämtliche abgepflockten Punkte einer Mittellinie 1, 2, 3 $a_1 a_2$ ohne Aenderung ihrer horizontalen Abstände in Eine senkrechte Ebene gerückt, trägt man ferner die horizontalen Entfernungen von 1 (nämlich 1.2', 1.3', 1.4', 1. a_1 ', 1. a_2 ') als Abscissen und die senkrechten Abstände von MN (nämlich 2.2', 3.3' $a_1 a_1'$, $a_2 a_2'$) als Ordinaten auf und verbindet die Signalepunkte mit Geraden, so entsteht das Längeprofil 1.2.3. $a_1 a_2$. Darin ist nun z. B.

$$- 4.4' = - 3.3' - 3.3''', \text{ sodann}$$

$$+ a_2 a_2' = + a_1 a_1' + a_1 a_1'' \text{ u.}$$

d. h. ganz allgemein :

die Ordinate irgend eines Punktes (a_2) ist = Ordinate des vorhergehenden Punktes (a_1) + Höhendifferenz beider Punkte (a_1) und (a_2) (3)

Bei dieser Berechnung erhalten die Ordinaten der Stationspunkte verschiedene Zeichen, je nachdem sie oberhalb (+) oder unterhalb (−) der Linie MN liegen. Die Bequemlichkeit des Calculs und der

Zeichnung verlangt jedoch eine Transformation in Ordinaten mit gleichen Zeichen. Zu diesem Behufe führt man auf vorstehende Weise die Rechnung aus und zieht schließlich entweder die größte positive, oder die größte negative Ordinate von allen übrigen ab. Diesem Verfahren entsprechend geht im ersten Falle die Abscissenaxe M'N' durch den höchsten Punkt (a_2) und macht alle Ordinaten ($1.1'', 2.2'' \dots a_1 a_1''$) negativ, im zweiten Fall läuft die Abscissenaxe M''N'' durch den tiefsten Punkt (4), wodurch die transformirten Ordinaten ($1.1''', 2.2''' \dots a_2 a_2'''$) sämmtlich positiv werden.

Zieht man von der Abscisse des nachfolgenden Punktes die des vorhergehenden ab, so erhält man immer eine positive Abscissendifferenz der beiden Punkte und findet daraus ganz allgemein :

die Abscisse irgend eines Punktes (a_2) ist = der Abscisse des vorhergehenden Punktes (a_1) + der Abscissendifferenz der beiden Punkte (4)

Bei dieser Berechnung werden alle Abscissen +, und ist für diese keine Transformation nöthig.

Das an Ort und Stelle erhobene Material für Construction des Längeprofiles ist in nachstehender Tabelle einzutragen. Darin sind ferner die Coordinaten der Signalpunkte zu berechnen, welche der Controle wegen doppelt nivellirt werden. Durch ein Beispiel ist das Gesagte erläutert.

Bezeichnung der Stationspunkte.	Entfernung der Punkte = Abscissendifferenz, Klafter.	Zielhöhe.		Höhenunterschied = Ordinaten-differenz.	Der Höhenunterschiede		Des Stationspunktes			
		Signal links	Signal rechts		Summe	mittlere Größe	Nummer.	Abscisse, Klafter.	Ordinate	
									wenn der Nullpunkt Nr. 1 ist.	wenn der Nullpunkt der höchstgelegene ist.
Zelle.										
1-2	7.00	49.0	70.8	- 21.8	- 43.3	- 21.6	1	0.00	0.0	minus
		49.6	71.1	- 21.5						415.0
2-3	10.00	36.0	18.4	+ 17.6	+ 35.6	+ 17.8	2	7.00	- 21.6	436.6
		47.6	29.6	+ 18.0						418.8
							3	17.00	- 3.8	

Man nahm an, es sei die größte positive Ordinate in der vorletzten Verticalspalte = 415 Zoll gefunden worden. Wird diese von den sämmtlichen

Ordnaten abgezogen, so entstehen die Ordnnaten in der letzten Spalte, deren Zeichen durchaus negativ werden muß.

Um das nun erfolgende Zeichnen des Langeprofils zu erleichtern und das Abgreifen allzulanger Linien zu vermeiden, wird über das Zeichenblatt ein Netz von Quadraten mit einzolligen Seiten gelegt. An die beiden Endpunkte jeder Netzlinie wird ihr verticaler Abstand von der ersten Linie angeschrieben. Die oberste Horizontale ($M \cdot N'$ in Fig. 7) gilt als Abscissenaxe und der erste Durchschnittspunkt (M') als Ursprung der Coordinaten. Die Abscissen werden in $1/1000$ und die Ordnnaten in $1/100$ ihrer natürlichen Länge aufgetragen.

2) Querprofil.

§ 4.

Durch jeden Stationspunkt, z. B. a_2 Fig. 8 denkt man sich eine Vertical-Ebene gelegt, welche im halben Winkel der beiden Linien $a_1 a_2$ und $a_2 a_3$ das Terrain in der Linie mn schneidet. Diese bildet das Querprofil der Station a_2 , dessen Länge im Allgemeinen mit der Breite der Wege, dem Buschungsgrade des Terrains und der Höhe des muthmalichen Auf- und Abtrags an fraglichem Punkte zunehmen muß.

Der Wegmittepunkt (a_2) Fig. 9 gilt jedesmal als Ursprung der Coordinaten des Querprofils. Man sucht sich eine Stelle w , von der aus die Zielhöhen wenn möglich sämtlicher Punkte des Querprofils zu beobachten sind. Von der Zielhöhe des Ursprungs ($z_2 a_2$) werden die Zielhöhen aller übrigen Punkte ($z_0 b_0$, $z_1 b_1$, $z_3 b_3$, $z_4 b_4$) abgezogen, um deren Ordnnaten ($b_0 b_0'$, $b_1 b_1'$, $b_2 b_2'$, $b_3 b_3'$) zu erhalten.

Eine $+$ Differenz deutet ein Steigen, eine $-$ ein Fallen vom Nullpunkte (a_2) aus an. Die horizontalen Entfernungen ($- a_2 b_0'$, $- a_2 b_1'$, $+ a_2 b_2'$, $+ a_2 b_3'$) werden als Abscissen und die Höhendifferenzen ($- b_0 b_0'$, $- b_1 b_1'$, $+ b_2 b_2'$, $+ b_3 b_3'$) als Ordnnaten, beide in $1/100$ der natürlichen Groe, verzeichnet. Bei der Aufnahme wird von jedem Querprofil ein Handri gemacht. Zum Eintragen und Berechnen des Materials für die Querprofile dient folgendes, mit einem Beispiele versehenes, Formular.

Des Weg- mittel- punktes Nummer.	Des Querprofilspunktes			Abstand		Schnitt des Querprofils.
	Bezeich- nung.	Zielhöhe.	Ordnate.	der Punkte	in Klastern.	
a_2	b_0	147.5	- 28.0	a_2 und b_1	1.50	
	b_1	136.0	- 14.5	a_2 „ b_0	2.00	
	a_2	121.5	0.0	a_2 „ b_2	1.00	
	b_2	70.5	+ 51.0	a_2 „ b_3	2.60	
	b_3	15.4	+ 106.1			

Bei Anfertigung des Brouillons denkt man sich in a_2 stehend mit dem Gesichte nach dem folgenden Wegmittelpunkt a_3 gelehrt.

Stimmt dem Anscheine nach das Querprofil eines neuen Stationspunktes mit demjenigen eines vorausgegangenen ziemlich überein, so wird auf den letzten Bezug genommen und die Aufnahme des Profils unterlassen.

3) Projectiren der vorläufigen normalen Gefälllinien, Berechnung ihrer Steigung und der Höhe des Auf- und Abtrags.

§ 5.

1) Das nach § 3 aufgetragene Längeprofil wird in den wenigsten Fällen eine der Fahrbahn angemessene Gestalt besitzen, sondern im Allgemeinen um so unregelmäßiger sein, je unebener, coupirt und abgedachter das Terrain ist, und je mehr die corrigirte Mittellinie von der mit dem Instrumente gesuchten abweicht. Zur Herstellung eines normalen Längeprofiles der Fahrbahn projectirt man vorläufige Gefälllinien, wobei folgende Momente zu beachten sind :

a) Die Gefälllinien müssen möglichst lange werden zur Vermeidung zu häufigen Wechsels der Steigung.

b) Sie müssen ein möglichst geringes Gefäll da erhalten, wo das Fuhrwerk allenfalls beladen bergaufwärts geht.

c) Bei etwas starkem Procente sind in zweckmäßigen Entfernungen ganz kurze Strecken horizontal zu legen, damit das Zugvieh Ruheplätze erhält und das in den Abzugsgraben und Gleisen abfließende Wasser seine beschleunigte Geschwindigkeit verliert.

d) Der Auf- und Abtrag müssen sich dem Augenmaß nach ziemlich vergleichen. Zu dem Ende spannt man mit gleichzeitiger Berücksichtigung von a und b, sowie Betrachtung der Querprofile einen

feinen Seidenfaden so über die Zeichnung, daß die zwischen dem Längeprofile und dem Faden eingeschlossenen Räume ober- und unterhalb des Fadens sich ziemlich gleich werden.

e) Der Auftrag soll möglichst bergab und nicht allzuweit transportirt werden und sich auf das zu erreichende Minimum beschränken. In diesem Falle reduciren sich, wie wir später sehen werden, die Kosten, über welche hauptsächlich die Größe der Abtragungsmasse und deren Transportweite entscheiden, auf den kleinsten Betrag.

f) Bei entstehenden Collisionen in der gleichzeitigen Berücksichtigung aller dieser Momente hat das wichtigste zu entscheiden, resp. es muß eine rationelle Vermittlung stattfinden.

2) Betrachtet man irgend eine der projectirten Gefälllinien z. B. $1n''$ (Fig. 10), welche n Wegpunkte (1 . . . n) umfassen soll, so sind $1'1, 2'2, 3'3 \dots n'n$ die alten und $1'1', 2'2'', 3'3'' \dots n'n''$ die neuen Ordinaten der fraglichen n Punkte. Die alten nach Formel (3) zu ermittelnden Ordinaten bezeichnen wir mit $o_1 o_2 o_3 \dots o_n$, die neue mit $o'_1 o'_2 o'_3 \dots o'_n$. Letztere werden entweder mit dem Zirkel abgegriffen, oder besser noch durch Rechnung gefunden, sobald nur die neuen Ordinaten zweier beliebigen Punkte, z. B. die der Endpunkte (o'_1 und o'_n) und die horizontalen Abstände je zweier Punkte nämlich

von 1 bis 1 = e_1 = Null

von 1 bis 2 = e_2

von 2 bis 3 = e_3

.

.

.

.

.

von $n - 1$ bis n = e_n gemessen sind

und daraus das Gefällprocent

$$p = \frac{100 (o'_1 - o'_n)}{e_1 + e_2 + \dots + e_n} \dots \dots \dots (5)$$

der Linie $1n''$ ermittelt ist. Die Berechnung kann alsdann auf zwei Arten geschehen :

Nach der ersten Methode findet man die neue Ordinate des