



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Feldmessen

Schewior, Georg

Leipzig, 1917

2. Anschluß- und Festpunktseinwägung

[urn:nbn:de:hbz:466:1-97252](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-97252)

In gebirgiger Gegend, namentlich auch an stark abschüssigen Stellen, geht oft nur mit vieler Mühe die Aufstellung der Fernrohrwage auf einem einfachen Dreigestell von statten. Hier ist die Verwendung eines Gestells mit drei verstellbaren Beinen (Abbil. 111), das vor allem in niedrigen Stollen und Tunneln in Betracht kommt, oder sonst auch mit nur einem verstellbaren Beine sehr anzuraten.

Die Grundsätze, die in den vorstehenden Zeilen für die Höhenmessungen durch „Fernrohrwagen“ näher entwickelt sind, haben auch allgemein gleiche Geltung für die weit weniger genaue „Kanalwage“ (s. S. 13) und die „Absehwage“ (s. S. 16). Es sei jedoch hervorgehoben, daß bei beiden die Zielweiten nicht über 10 bzw. 20 m hinausgehen sollen, falls die Ablesungen auf etwa 1 cm genau gewünscht werden. Ueber Genauigkeit dieser Messungen im allgemeinen siehe S. 15 bzw. S. 17.

2. Anschluß- und Festpunktseinwägung.

Nach den Bestimmungen des Zentralkuratoriums der Vermessungen im Preußischen Staate vom 12. Januar 1895, siehe Auszug im Anhang unter Nr. I, sind Einwägungen im Auftrage oder unter Leitung von Staatsbehörden, wenn sie 10 oder mehr Kilometer lang sind, auf die „Normal-Nullfläche“ (N.N.) als Ausgangsfläche der Höhen (s. I. Teil, S. 3) zu beziehen. Diese Verbindung wird, falls sich nicht an der Arbeitsstelle ein „Höhenpunkt“ befindet, immer verlangt, so lange die „Anschlußeinwägung“ die Länge von 5 km nicht überschreitet, darüber hinaus erst, wenn die anzuschließenden Höhenmessungen selbst sich über 30 km und mehr ausdehnen. Sie wird durch die Höhenpunkte der Landesaufnahme oder durch anderweitig mit Sicherheit bestimmte Festpunkte ermöglicht, deren Höhen über N.N. aus den Einwägungs-Ergebnissen der Landesaufnahme (s. I. Teil, S. 6) bzw. von den in Betracht kommenden Amtsstellen (s. I. Teil, S. 7) mit Leichtigkeit zu erfahren sind.

Nach dem Wortlaute der obigen Bestimmungen (s. § 6 und 7) wird der Anschluß in der Regel nur bei Höhenaufnahmen größeren Umfanges in Frage kommen; jedoch ist mit Rücksicht auf die Verallgemeinerung des Wertes der Messungen auch dort, wo keine Anschlußpflicht vorliegt, der Zusammenhang mit der Normal-Nullfläche anzustreben, selbst dann, wenn letzterer nur durch die „Trigonometrischen Punkte“ der Landesaufnahme (s. I. Teil, S. 8) vermittelt werden kann. Beliebige Ausgangsflächen (s. I. Teil, S. 8) sollten nur ausnahmsweise für kleine untergeordnete Arbeiten zur Anwendung gelangen.

Neben der Anschluß-Einwägung, durch welche gewissermaßen die „Normal-Nullfläche“ in das zu bearbeitende Gebiet übertragen wird, sind für die eigentlichen Höhenaufnahmen, die also unmittelbar den technischen Zwecken dienen, auch bei einer weniger großen Ausdehnung „Festpunkte“, F.P., im Arbeitsfelde vorzusehen, einmal, um eine Vereinfachung der Messungen herbeizuführen, dann aber auch, um bei den später folgenden Bauausführungen genügend Stützpunkte für die Absteckungen (s. Abschnitt F.) zu haben. Hiernach sind zunächst die „Anschluß“- und die „Festpunkt-Einwägungen“ voneinander zu trennen.

a) Anschluß-Einwägungen.

Der Vorgang des Einwägens von einem über N.N. gegebenen „Höhenpunkte“ aus wurde bereits auf Seite 51 usw. geschildert. Man beginnt bei dem Höhenpunkte und führt die Messung möglichst auf befestigten Wegen, Chausseen, gepflasterten Straßen, weniger gut auf fester Erdbahn, zum Arbeitsfelde, wo zunächst ein Haupt-Festpunkt, H.F.P., nach Seite 47 sicher und unzweideutig vermarktet wird. Ist der Einwägung ein dauernder Wert beizumessen, so müssen nach § 6 der oben genannten Bestimmungen (S. 60) auch auf dem Wege zum Arbeitsfelde zuverlässige Zwischen-Festpunkte, F.P., in Abständen von 2 km (s. S. 47) angebracht werden. Aber selbst dort, wo kein dauernder Wert im obigen Sinne in Betracht kommt, ist die Vermarkung, wenn auch vielleicht in einfachster Weise (s. S. 49) durchzuführen; nur bei einem Anschluß an einen „Trigonometrischen Punkt“ kann sie unterbleiben.

Die Richtigkeit der „Anschluß-Einwägungen“, die in der eben angegebenen Art festgelegt werden, ist in jedem Falle durch eine zweimalige Messung, wobei die zweite Messung in entgegengesetzter Richtung wie die erste bewirkt wird, außerdem aber, sofern die Einwägungen nicht die Gestalt einer „Schleife“ haben (S. 66) oder in der Nähe der beiden Endpunkte an bekannte zuverlässige Höhenpunkte angeschlossen werden, noch durch eine dritte Einwägung sicher zu stellen. Bei wiederholter Annäherung an sichere Festpunkte ist, den Bestimmungen (§ 2) gemäß, so oft anzuschließen, wie es mittels einer Mehrarbeit von 1 km auf 10 km geschehen kann. Hierbei sei bemerkt, daß an den Nullpunkt eines Pegels (s. Abschn. E.) stets an den für den letzteren vorhandenen „Kontrollpunkt“ anzuschließen ist*). Der Höhenunterschied zwischen Kontroll- und Pegel-Nullpunkt ist in jedem einzelnen Falle von der „Geschäftsstelle für die Haupt-Einwägungs- und Wasserstands-Beobachtungen in Berlin, Wilhelmstr. 89 (s. a. I. Teil, S. 7) zu erfahren.

Bei den vorkommenden Höhenaufnahmen wird die „Anschluß-Einwägung“, wenn man von umfangreichen Messungen absieht, entweder von einem gegebenen Höhenpunkte ausgehen und in einem längeren oder kürzeren Zuge über die vorgesehenen Zwischen-Festpunkte hinweg auf dem „Haupt-Festpunkte“ des Arbeitsfeldes enden, oder sie geht von einem gegebenen Höhenpunkte aus und schließt auf einem solchen ab. Dabei wird in jedem Falle die Einwägung in entgegengesetzter Richtung auf demselben Wege wiederholt, indem auch sämtliche Zwischen-Festpunkte neu beobachtet werden.

α) Wird von einem Höhenpunkte als Anschlußpunkt ausgegangen, dann werden die Höhen der Zwischen-Festpunkte und des Haupt-Festpunktes im Aufnahmegebiet nach Mittelung der doppelt gemessenen Höhenunterschiede zwischen den Festpunkten aus der Höhe des Anschlußpunktes abgeleitet. Um die Berechnung zu vereinfachen, werden bei der Messung sämtliche Zwischen-Festpunkte auch als „Wechselpunkte“ benutzt, im Gegensatz zu den Angaben auf Seite 54, wo die Höhen von „Zwischen- und Seitenpunkten“ gegebenenfalls aus den Zielhöhen ermittelt werden.

*) Siehe Anhang unter Nr. I.

Beispiel. Für die Höhenaufnahme zur Bodenverbesserung der „Kummen-
teichs-Wiesen“ (siehe Tafel VIII), nordöstlich von Laer, ist der Anschluß an
die Höhenmarke des Bahnhofs Laer, siehe Abbil. 112, durch eine Einwägung von
etwa 3 km Länge bewerkstelligt worden. Die Messung wurde auf einem festen
Wege von Laer nach dem Wiesengelände mit Zielweiten von fast durchweg 50 m
vorgenommen bis zum Haupt-Festpunkte, H.F.P. 5, einem Bolzen in einer
Brücke, die über den das Wiesengelände durchschneidenden Bachlauf führt.

Abbildung 112.

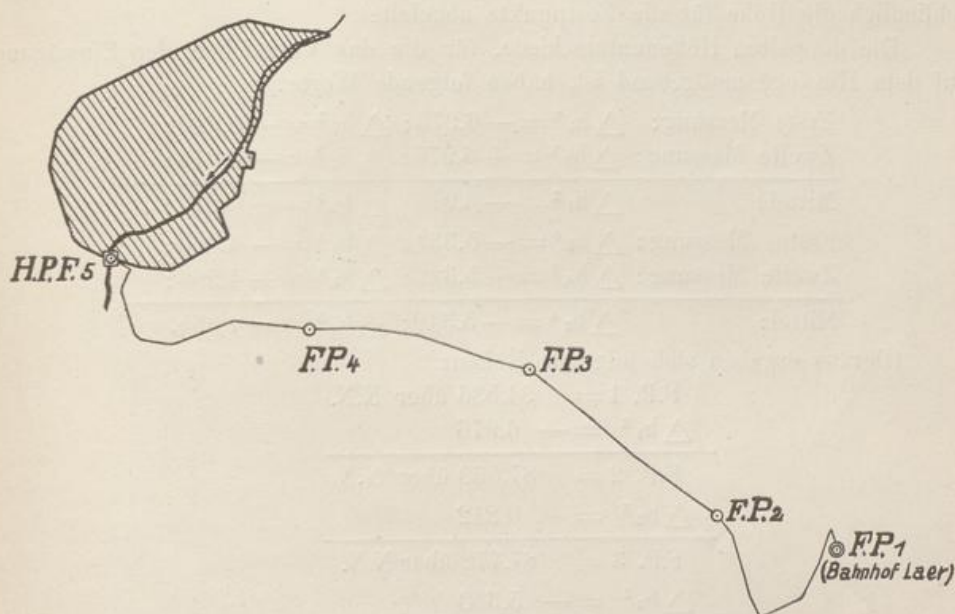


In dem Einwäge-Zuge sind in Abständen von rd. 1 km drei Zwischen-
Festpunkte eingeschaltet und gemäß dem Verzeichnisse auf Seite 75 kenntlich
gemacht (s. Abbil. 112).

Die Einwägung wurde in Laer auf dem Bahnhofsbolzen F.P. 1 in einer
Höhe von 94,536 begonnen, die auf dem dortigen Höhenschild (s. I. Teil, Fig. 9)
verzeichnet ist. Die Messung wurde doppelt ausgeführt, das zweite Mal in ent-
gegengesetzter Richtung, hier beginnend bei dem Hauptfestpunkte H.F.P. 5.

Für die Wechsellpunkte ist, soweit nicht die Höhen-Festpunkte in Betracht kommen, durchweg eine eiserne Unterlagsplatte (s. S. 46) benutzt worden.

Abbildung 113.



Einwäge-Feldbuch
(siehe Abbil. 112 und 113).

Bezeichnung		Entfernung s m	Lattenablesung		für Zwischen- oder Seiten- punkte m	Höhen- unterschied		Des Punktes		Bemerkungen
des Punktes der fortl. Einwägung	des Zwischen- oder Seiten- punktes		für die fortlaufende Einwägung			Steigen (+)	Fallen (-)	Be- zeich- nung	Höhe m	
			Rückbl.	Vorbl.						
im Rückbl.	im Vorbl.		m	m		m	m			
1		2	3	4	5	6		7		8
F.P. 1	W ₁	80	1,405	1,358		0,047	.	F.P. 1	94,536	F.P. ist mit einer Höhe von 94,536 über N.N. ge- geben. Probe: 94,536 — 6,976 87,560
W ₁	W ₂	100	0,385	1,966		.	1,581	W ₁	94,583	
W ₂	W ₃	100	0,690	1,877		.	1,187	W ₂	93,002	
W ₃	W ₄	100	0,422	2,309		.	1,887	W ₃	91,815	
W ₄	W ₅	100	0,685	1,870		.	1,185	W ₄	89,928	
W ₅	W ₆	100	1,485	1,684		.	0,199	W ₅	88,743	
W ₆	W ₇	100	1,221	1,709		.	0,488	W ₆	88,544	
W ₇	W ₈	100	1,432	1,638		.	0,206	W ₇	88,056	
W ₈	F.P. 2	76	1,525	1,815		.	0,290	W ₈	87,850	87,560
			9,250	16,226		0,047	7,023	F.P. 2	87,560	
			— 6,976			— 6,976				

Der erste Teil der Einwägung auf dem Hinwege ist bis zum ersten Zwischen-Festpunkte F.P. 2 im vorstehenden Feldbuche enthalten.

Werden von Festpunkt zu Festpunkt die Höhenunterschiede berechnet und durch die früher (S. 56) angegebene Probe für Spalte 3, 4 und 6 nachgeprüft, hier also der Höhenunterschied von F.P. 1 und F.P. 2 zu $\triangle h_1^2 = -6,976$, dann wird aus den zugehörigen zwei Höhenunterschieden das Mittel gebildet und schließlich die Höhe für die Festpunkte abgeleitet.

Die doppelten Höhenunterschiede, für die das Vorzeichen der Einwägung auf dem Hinwege maßgebend ist, haben folgende Werte:

Erste Messung: $\triangle h_1^2 = -6,976$; $\triangle h_2^3 = +0,210$;

Zweite Messung: $\triangle h_2^1 = +6,976$; $\triangle h_3^2 = -0,213$;

Mittel: $\triangle h_1^2 = -6,976$; $\triangle h_2^3 = +0,212$;

Erste Messung: $\triangle h_3^4 = -5,338$; $\triangle h_4^5 = -4,964$;

Zweite Messung: $\triangle h_4^3 = +5,342$; $\triangle h_5^4 = +4,966$;

Mittel: $\triangle h_3^4 = -5,340$; $\triangle h_4^5 = -4,965$.

Hieraus ergeben sich folgende Höhen:

F.P. 1 = 94,536 über N.N.

$\triangle h_1^2 = -6,976$

F.P. 2 = 87,560 über N.N.

$\triangle h_2^3 = +0,212$

F.P. 3 = 87,772 über N.N.

$\triangle h_3^4 = -5,340$

F.P. 4 = 82,432 über N.N.

$\triangle h_4^5 = -4,965$

H.F.P. 5 = 77,467 über N.N.

Die Berechnung der einzelnen Höhen wird zweckmäßig in einem besonderen Muster (s. nächste Seite oben) übersichtlich zusammengestellt.

Es tritt nun eine wesentliche Frage auf, ob die Höhenmessung den Anforderungen der Bestimmungen des Zentralkontrollamtes gerecht wird. Nach § 7 ist die Einwägung noch als **brauchbar** anzusehen, wenn der zu erwartende Fehler M nicht mehr als 5 mm auf 1 km Länge beträgt; sie gilt als „gut“, wenn der Fehler nicht größer als 3 mm auf 1 km ist.

Die Beantwortung der Frage erfolgt durch Berechnung des Fehlers M nach der Formel:

$$M = \sqrt{\frac{1}{2n} \cdot \left[\frac{w \cdot w}{2s} \right]}$$

Hierbei bedeutet:

w die Abweichung der beiden gemessenen Höhenunterschiede zwischen je zwei benachbarten Festpunkten, angegeben in mm;

n die Anzahl der gemittelten Höhenunterschiede;

s die Entfernung der Festpunkte, für welche die gemittelten Höhenunterschiede gelten, angegeben in km.

Die Ermittlung des Wertes für M wird am besten zusammen mit der Ableitung der Höhen (s. o.) nach folgendem Muster vorgenommen.

Ableitung der Höhen und des Kilometerfehlers M.
Zu Abbildung 112 und 113.

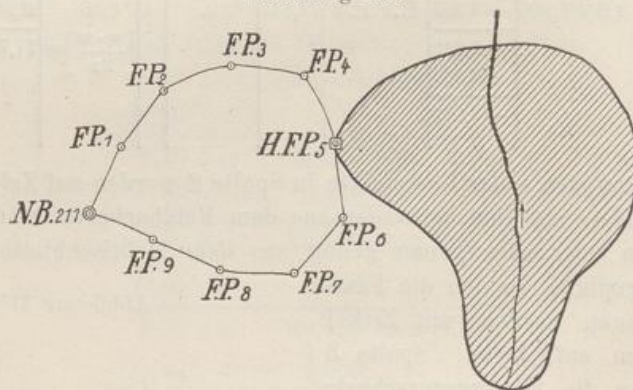
Bezeichnung der Strecke		Entfernung s km	Gemessener Höhenunterschied		Mittel der Spalte 3 und 4 m	Des Festpunktes		Abweichung der Höhenunterschiede w = Sp. 3 - Sp. 4 w · w	$\frac{1}{2s}$ (s. Sp. 2)	$\frac{w \cdot w}{2s}$	Bemerkungen
von	bis		im Hinweg m	im Rückweg m		Bezeichnung	Höhe m				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
F.P. 1	F.P. 2	0,9	-6,976	6,976	- 6,976	F.P. 1 94,536	0	0	0,56	0,00	$M = \sqrt{\frac{1}{2n} \left[\frac{w \cdot w}{2s} \right]}$ $= \sqrt{\frac{1}{2 \cdot 4} [17,74]}$ $= 1,5 \text{ mm.}$ Probe: 94,536 - 17,069 77,467
F.P. 2	F.P. 3	0,8	+0,210	0,213	+ 0,212	F.P. 2 87,560	3	9	0,62	5,58	
F.P. 3	F.P. 4	0,8	-5,338	5,342	- 5,340	F.P. 3 87,772	4	16	0,62	9,92	
F.P. 4	H.F.P. 5	0,9	-4,964	4,966	- 4,965	H.F.P. 5 77,467	2	4	0,56	2,24	
									$\left[\frac{w \cdot w}{2s} \right] =$	17,74	

Anschluß-Einwägung nicht nur brauchbar ist (s. S. 64), sondern daß sie als „gut“ bezeichnet werden kann.

Die nach den Bestimmungen des Zentralkontrollamtes geforderte Fehlergrenze läßt sich, wie noch im Abschnitte 7 über die Genauigkeit der Einwägungen ausgeführt wird, bei der nötigen Sorgfalt durch doppelte Messung im Hin- und Rückwege unschwer erreichen.

β) Eine Anschluß-Einwägung, die am Anfang und Ende zwischen gegebene Höhenpunkte (Abbil. 114) eingeschaltet werden kann, wobei N.B.*) 4664 und N.B. 4667 Höhenpunkte der Landesaufnahme sind, oder in einer „Schleife“ (Abbil. 115) wieder auf denselben Höhenpunkt N.B. 211 als Ausgangspunkt zurückkehrt, wird in der Regel einen Widerspruch gegen die fest bestimmten Punkte ergeben, der auf die Zwischen-Festpunkte nach Verhältnis ihrer Abstände

Abbildung 115.



zu verteilen ist. Die Höhenunterschiede der Zwischen-Festpunkte werden aus dem Feldbuche in ein fast gleiches Rechenmuster, wie auf Seite 65, übernommen und hier für die Bestimmung der Höhen und des Kilometerfehlers M verwendet. Ein Beispiel (s. S. 67) mit der Abbil. 114 wird den Vorgang erläutern.

Die Summe der gemittelten Höhenunterschiede (Sp. 5) muß dem tatsächlichen Unterschiede der Höhen der gegebenen Punkte, nämlich $+5,205$ in Spalte 8, gleich sein. Die Abweichung, welche hier $f = +5,205 - 5,173 = +0,032$ m beträgt, ist nach der Formel:

$$v = \frac{f}{[s]} \cdot s$$

auf die einzelnen Teilhöhenunterschiede zu verteilen, wobei die Summe $[s]$ und die Entfernungen s aus der Spalte 2 entnommen werden. Wird die Verbesserung in Spalte 6 eingetragen und der endgültige Höhenunterschied (Sp. 7) gebildet, so können auch die Höhen in Spalte 8 berechnet werden.

Der Fehler M für eine Einwägung von 1 km Länge ist unter den hier vorliegenden Verhältnissen: „An- und Abschluß einer doppelten Messung auf gegebenen Höhenpunkten“ nach

$$M = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{w \cdot w}{s} \right]}$$

*) Ueber die Bedeutung von N.B. s. Anm. S. 72.

zu ermitteln. Er beträgt (Sp. 13) 2,3 mm. Die Anschluß-Einwägung ist also ebenfalls noch „gut“. Auch bei einem größeren Fehler als 5 mm (s. S. 64) würde die Festpunktbestimmung für bautechnische oder kulturtechnische Arbeiten noch hinreichend genau sein (s. unten), nicht aber zu Anschluß-Einwägungen für andere neu festzulegende Festpunkte im Sinne der Bestimmungen S. 60.

Es braucht nicht weiter hervorgehoben zu werden, daß bei Einwägschleifen nach Abbil. 115 die Summe der Höhenunterschiede in Spalte 5 „Null“ ergeben muß, weil die Messung auf dem Ausgangspunkte endet.

b) Einwägung von Festpunkten im Arbeitsfelde.

Sobald im Arbeitsfelde wenigstens ein Höhenpunkt über N.N. gegeben ist oder durch eine Anschluß-Einwägung (siehe vorstehenden Abschnitt) als „Haupt-Festpunkt“ bestimmt worden ist, gilt dieser als Stützpunkt für weitere Festpunkte, die, wie schon Seite 60 gesagt wurde, die eigentlichen Höhenaufnahmen und die Absteckungen bei den Bauausführungen wesentlich vereinfachen. Da diese neu zu schaffenden Festpunkte immerhin eine untergeordnete Bedeutung haben, wird ihre Vermarkung der Kosten wegen im freien Felde sehr einfach vorgenommen, in der Regel durch vorhandene Grenzsteine, Pfähle oder durch Kreuzmarken an Bauwerken oder festen Gegenständen (s. S. 49), wie sie die Örtlichkeit zufällig bietet. Zahl und Verteilung der Festpunkte richtet sich nach der Uebersichtlichkeit sowie den Steigungsverhältnissen des Geländes und, soweit mit der Bauausführung Erdbewegungen verbunden sind, nach dem voraussichtlichen Umfange der Umgestaltung der Bodenoberfläche, doch sollte die gegenseitige Entfernung **nicht 1 km überschreiten**. Bei Aufnahmen von Wasserläufen mit schwierigen Messungen und Bauten ist die Entfernung nicht größer als **0,5 km** zu nehmen. Durch die enge Lage der Festpunkte, die am besten an Wegen, Rainen, Wasserläufen und an den das Arbeitsgebiet umschließenden Grenzen anzubringen sind, ist es immer wieder möglich, nach mehreren — höchstens zehn — fortlaufenden Aufstellungen der Röhrenwage an einen Festpunkt anzuschließen, wodurch der glatte Verlauf der Feldarbeit sehr gefördert wird.

In Dorf- und Stadtlagen, wo für Straßen- und Kanalisationsbauten ein dichtes Netz von Festpunkten erwünscht ist, wird die Vermarkung zweckmäßig durch eiserne Höhenbolzen (siehe Seite 48) vorgenommen. Der Abstand ist in abschüssigen, schmalen und krummen Straßen naturgemäß geringer als bei ebenen, langen, geraden Straßenzügen und wird durch die örtlichen Verhältnisse, vor allem aber durch die genannten baulichen Maßnahmen vorgeschrieben; im allgemeinen wird jedoch das Maß von **200 m** hier die obere Grenze bilden.

Die Einwägung der Festpunkte wird in der Regel nur einmal vorgenommen, wenn durch die weitere Aufnahme der Punkte der Bodenoberfläche die Höhen der Festpunkte nachgeprüft werden, was in der Regel der Fall ist, und der Abschluß der Einwägungen auf den gegebenen Höhenpunkten befriedigt. Die Grenze d des Einwägefehlers M (s. S. 64 u. 66) kann aber hier ziemlich stark erweitert werden, indem für bessere bautechnische Arbeiten $d = 10 \text{ mm}$ gestattet werden, während bei sonstigen Messungen, namentlich auch kulturtechnischer Art, noch $d = 28 \text{ mm}$ auf **1 km Länge** oder für beliebige Abstände $[s]$ in km (s. Beispiel S. 88) noch $d = 28 \sqrt{[s]} \text{ mm}$ zulässig sind. Bei Einwägungen in Ort-

schaften ist in den Hauptzügen (s. S. 70) $d = 5 \sqrt{s}$ mm, sonst $d = 10 \sqrt{s}$ mm als Grenzfehler anzusetzen.

Entsprechend der Ausdehnung der Einwäge-Arbeiten, die entweder auf einen langen schmalen Geländestreifen beschränkt bleiben oder sich auf Flächen größeren oder kleineren Umfanges erstrecken, werden auch die Festpunkte entweder in der Richtung des Geländestreifens verlaufen oder auf der Fläche verteilt sein.

α) Im ersteren Falle ist es immer sehr zweckmäßig, wenn die Festpunkt-Einwägung von einem gegebenen Höhenpunkte ausgeht und auf einem solchen abschließt, wie dies beispielsweise für die Anlage der Anschluß- und Seilbahn nach **Tafel IX** im I. Teile des „Feldmessens“ der Fall ist.

Die Einwägung beginnt bei dem Höhenpunkt F.P. 1 der Staats-Eisenbahn mit der Höhe 190,501 (N.N.), geht über die Oder zur Zeche „Ignaz Liko“, von da in der Richtung der Seilbahn bis zum Schacht „Anna Liko“ (Abbil. 124), um an der nördlich von Pogwizdow gelegenen Kreisstraße den Anschluß auf dem N.B. 4655 der Landesaufnahme mit der Höhe 288,331 zu erhalten. Die Festpunkte sind meist durch vorhandene Grenzsteine mit Kreuzmarke, die Festpunkte F.P. 6 und F.P. 10 (Abbil. 124) durch Bolzen an den Fördergebäuden und der F.P. 8 in gleicher Weise an einem Wohnhause festgelegt worden.

Die Höhenmessung geschah mit großer Sorgfalt unter Berücksichtigung der etwas schwierigen Verhältnisse im Hin- und Rückwege, die Berechnung nach S. 67. Auf der Strecke von den Zechenanlagen bis zum Schacht „Anna Liko“ mußte mit ungleichen Zielweiten (s. S. 57) gearbeitet werden, wobei eine Fernrohrwage mit „drehbarem“ Fernrohr (s. S. 34 und 58) Verwendung fand. Die Länge der Höhenlatte wurde nach Seite 44 untersucht und ergab eine Verbesserung von $+0,43$ mm für 1 m, die vor der Uebernahme aus dem Feldbuche in das Muster Seite 67 den einzelnen Höhenunterschieden zugefügt wurde. Bei dem Gesamthöhenunterschiede zwischen F.P. 1 und N.B. 4655 von $288,331 - 190,501 = \text{rd. } 98$ m hätte die Vernachlässigung der Untersuchung allein eine Abweichung von $98 \times 0,43 = 42$ mm auf die Länge von 9,0 km erreicht also einen Betrag, der schon den hier zulässigen Grenzwert $d = 10 \sqrt{9,0} = 30$ mm (s. S. 68) stark überschreitet.

Ein anderes Beispiel zeigt die Abbil. 112 (oben), wo für den Bau einer Chaussee einige Festpunkte zwischen dem „Trigon. Punkte“ $\triangle$ als F.P. 1 mit der Höhe 88,500 m und F.P. mit 95,252*) m bestimmt sind. Die Einwägung ist nur einmal durchgeführt, gegen grobe Fehler aber durch die darauf folgende Aufnahme des vorhandenen Wegezuges gesichert. Der zwischen den Festpunkten F.P. 1 und F.P. 5 bestehende Höhenunterschied beträgt 6,752 m, nach der „Festpunkt-Einwägung“ 6,728 m, also $f = 6,752 - 6,728 = +0,024$ m für die ganze Länge des Zuges von 1,4 km (nach Abbil. 112). Der Einwägefehler für das Kilometer ergibt sich unter den vorliegenden Verhältnissen: „An- und Abschluß einer einfachen Messung auf gegebenen Höhenpunkten“ nach

$$M = \frac{f}{\sqrt{s}}, \quad \text{hier} = \frac{24}{\sqrt{1,4}} = \text{rd. } 20 \text{ mm},$$

*) Die Höhe ist aus einer früheren Messung bekannt, bei der der „Trig. Punkt“ gleichfalls den Anschluß bildete.

d. h. noch unter dem auf Seite 68 angegebenen Grenzwerte von $d = 28\sqrt{1,4} = 33$ mm, der noch hier zulässig wäre. Die Höhenberechnung der F.P. 2 bis 4 erfolgt hier im übrigen wie S. 78 für die Wechsellpunkte.

β) Festpunkte auf größeren Flächen sind, soweit es angängig ist, an den Wegen, den Wasserläufen und an den Grenzen des Aufnahmegebietes so zu verteilen, daß sie durch sichere, d. h. auf möglichst festem Boden auszuführende Einwägungen miteinander verbunden werden. Hierbei ist auch darauf Rücksicht

zu nehmen, daß für die Berechnung der Höhen das Einwägenetz in passende Züge zerlegt werden kann, die im Anfange und am Ende sich an gegebene oder bereits neu bestimmte Höhenpunkte stützen und zwischen diesen nach den Regeln auf Seite 78 oder auf Seite 67 eingerechnet werden, je nachdem die Einwägungen nur einfach bzw. im Hin- und Rückwege stattgefunden haben.

In einem Festpunktnetze mit nur einem Anschlußpunkte ist zunächst ein Hauptzug auszuwählen, der als „Schleife“ in das Arbeitsfeld hineindringt und auf dem verhältnismäßig festesten Boden oder auf Wegen beobachtet werden kann. Sein Verlauf ist möglichst so zu gestalten, daß die abhängigen übrigen Züge nur eine geringe Länge erhalten. Ein Beispiel zeigt die Abbil. 116.

Von dem Hauptfestpunkte H.F.P. 8, dessen Höhe über N.N. ermittelt wurde, sind in einem größeren Gebiete die Festpunkte F.P. 9 bis 38 eingewogen worden. Die Punkte 9 bis 25, deren starke Verbindungslinien den

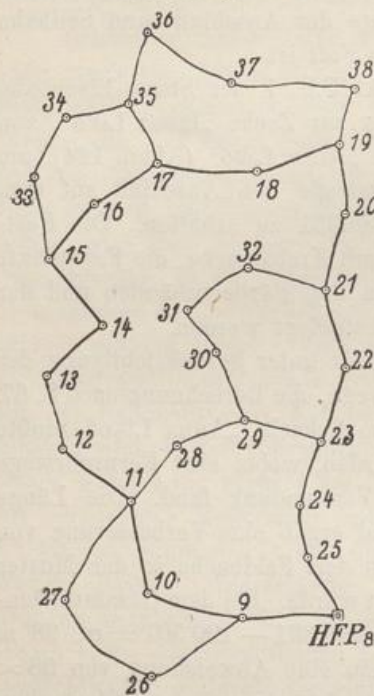
Hauptzug hervorheben, liegen auf einer Chaussee und auf zwei gehärteten Wegen und sind zuerst vom Hauptfestpunkte H.F.P. 8 aus gemäß der einmaligen Einwägung in einer „Schleife“ nach Seite 78 eingerechnet worden*). Für die übrigen Züge, als Nebenzüge, kann die Berechnung der Festpunkthöhen in nachstehender Reihenfolge durchgeführt werden:

1. F.P. 9—26—27—F.P. 11;
2. F.P. 11—28—29—F.P. 23;
3. F.P. 29—30—31—32—F.P. 21;
4. F.P. 15—33—34—35—F.P. 17;
5. F.P. 35—36—37—38—F.P. 19.

Auch bei einer Ausdehnung des Einwägenetzes nach Abbil. 117 würde zuerst der Hauptzug der Abbil. 116 maßgebend sein. Ein neuer Hauptzug ist weiter für den rechten Teil der Abbil. 117 von F.P. 19 über 39—40—41 usw.

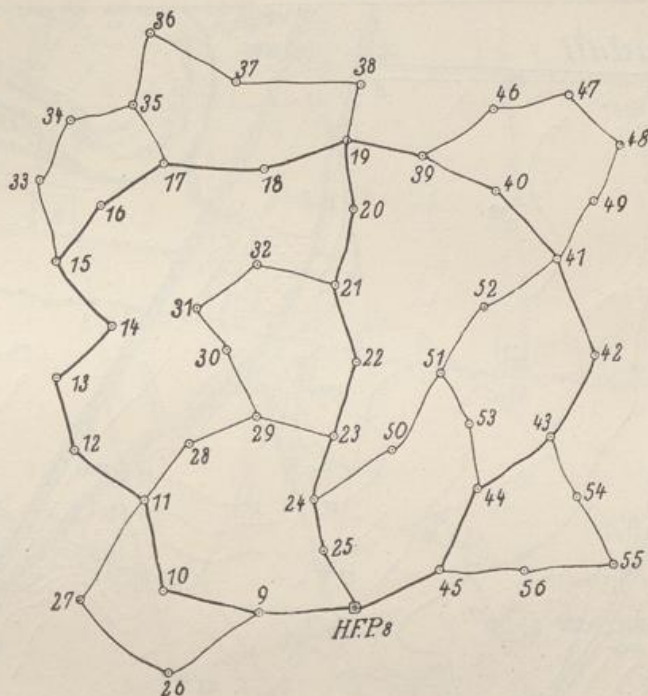
*) Bei doppelter Einwägung, im Hin- und Rückwege, wäre nach S. 67 vorzugehen. In beiden Fällen hat (S. 78 Sp. 6 und S. 67 Sp. 5) das „Soll“ den Betrag „Null“.

Abbildung 116.



nach H.F.P. 8 vorzusehen, wodurch die 4 weiteren Nebenzüge: F.P. 39—46—47—48—49—F.P. 41, F.P. 24—50—51—52—F.P. 41, F.P. 51—53—F.P. 44 und F.P. 43—54—55—56—F.P. 45 entstehen.

Abbildung 117.

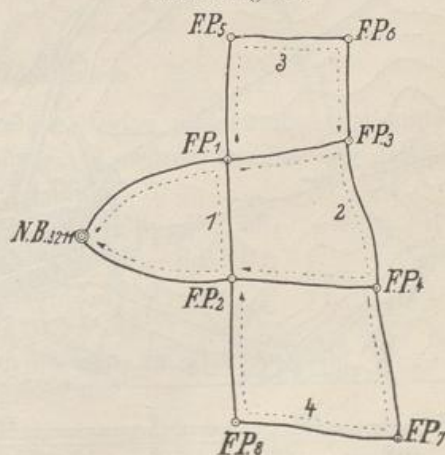


Ein kleineres Beispiel ist in Abbil. 118 dargestellt, wo durch die Pfeillinien mit eingetragenen Zahlen die Aufeinanderfolge der Rechnungen angedeutet ist.

Widersprüche, die sich in den einzelnen Zügen zeigen, sind entsprechend den Ausführungen nach S. 66 und 79 im Verhältnis der Festpunktabstände zu der ganzen Zuglänge auf die Höhenunterschiede zu verteilen, sofern sie innerhalb der auf Seite 68 u. 69 angegebenen Grenzfehler verbleiben. Gehen die Abweichungen wesentlich darüber hinaus, so müssen dieselben durch eine Nachwägung aufgeklärt werden.

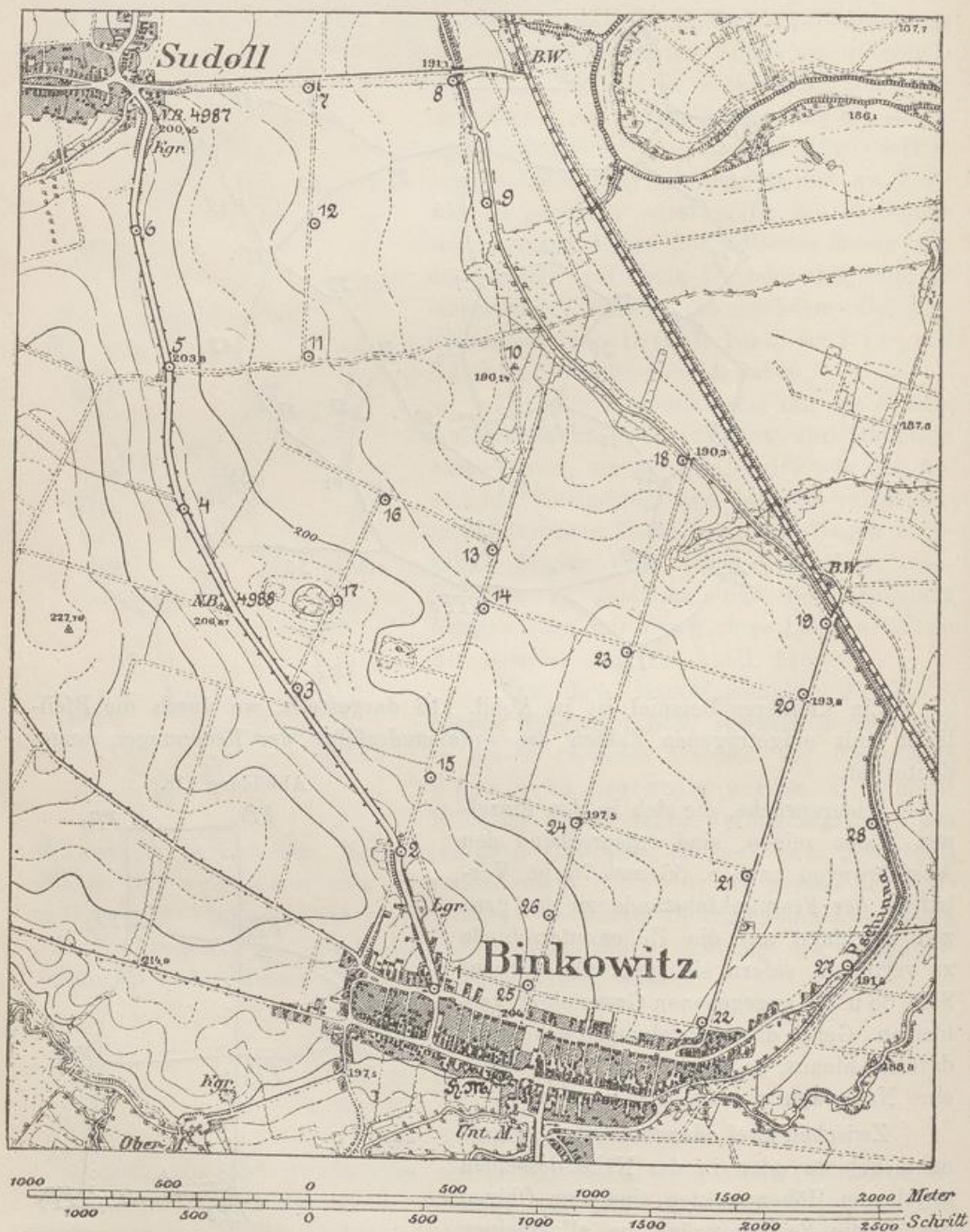
Zwischen zwei oder mehreren im Aufnahmegebiete oder in der Nähe desselben gegebenen Höhenpunkten sind dem Obigen gemäß die Festpunktzüge im allgemeinen unschwer einzupassen. So sind z. B. die in dem Entwässerungsgebiete (Abbildung 119) vorgesehenen Festpunkte F.P. 1, 2 und 3 zwischen den zwei Höhen-

Abbildung 118.



bolzen der Landesaufnahme H.M.*) (an der Kirche zu Binkowitz) und N.B. 4988*) (an der Chaussee nach Sudoll) eingeschaltet, weiter die F.P. 4, 5 und 6 zwischen den N.B. 4988*) und 4987*). Ein Hauptzug mit den F.P. 7, 8, 9, 10 und 11

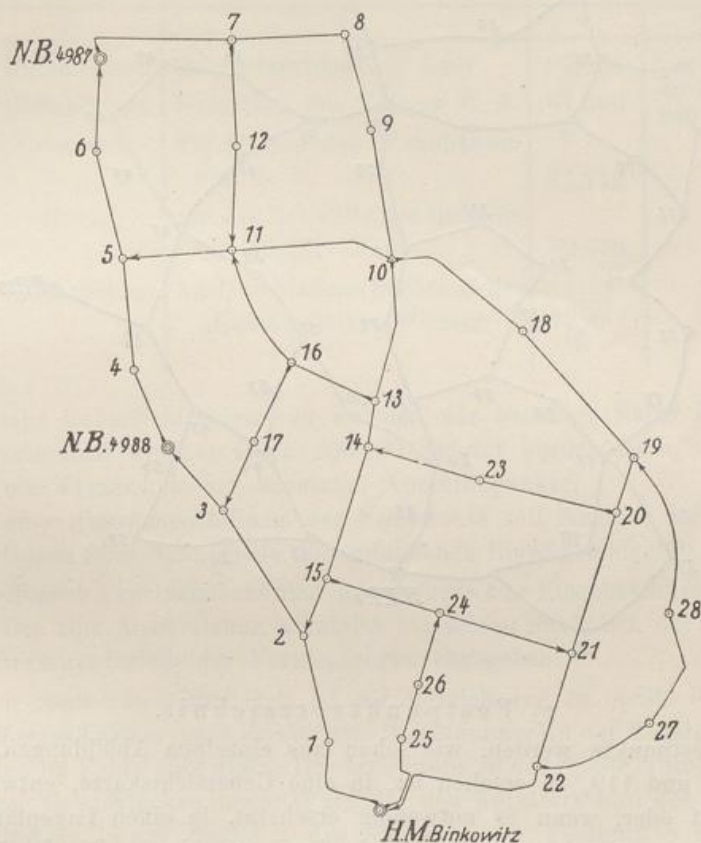
Abbildung 119.



*) H.M. bedeutet „Höhenmarke“, N.B. „Nivellements-Bolzen“ (siehe I. Teil, S. 6). Im übrigen sind die Nummern 4988 und 4987 und die drei „Höhen“ den „Nivellements-Ergebnissen“ der Landesaufnahme für die Provinz Schlesien entnommen.

stützt sich auf den N.B. 4987 und den oben bestimmten F.P. 5, siehe Abbildung 120, während von F.P. 10 aus einmal die Einwägung über die Festpunkte 13, 14 und 15 bis zu F.P. 2, dann über die Festpunkte 18, 19, 20, 21 und 22 zur H.M. (siehe Binkowitz) geht. Die weiteren Züge sind als Nebenzüge in der Abbil. 120 leicht zu verfolgen.

Abbildung 120.



Eine Ergänzung der Abbil. 117 durch die beiden anderweitig bestimmten Höhenpunkte F.P. 58 und 59, siehe Abbildung 121, würde zu den vier Hauptzügen führen:

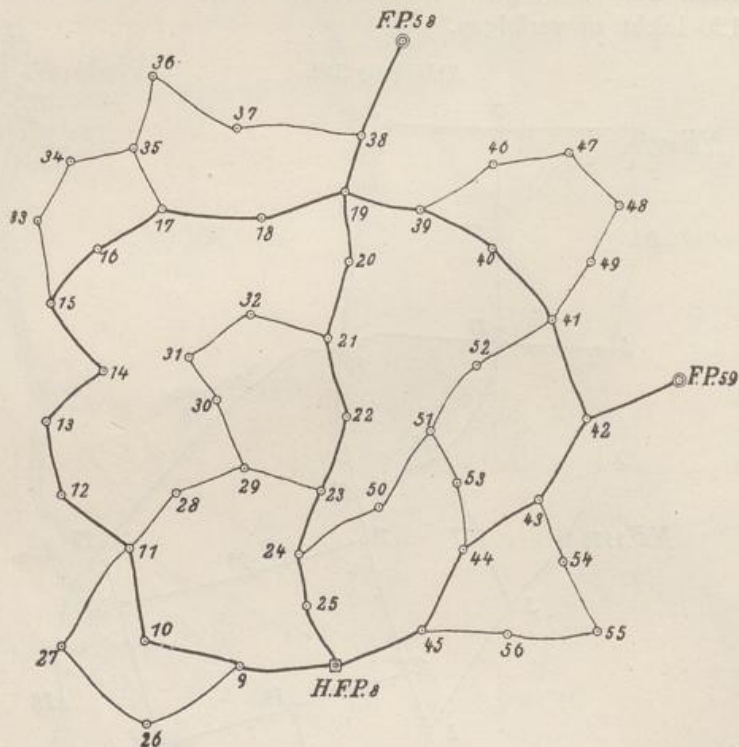
1. Hauptzug: H.F.P. 8—25—24—....—19—38—F.P. 58;
2. " H.F.P. 8—9—10—....—17—18—F.P. 19;
3. " H.F.P. 8—45—....—42—F.P. 59;
4. " F.P. 19—39—....—41—F.P. 42,

während die Berechnung der Nebenzüge im übrigen die gleiche bleibt, wie sie auf Seite 70 für Abbil. 116 und 117 angegeben ist.

Die geschilderte Berechnungsweise kann sinngemäß bei Einwägungen für bautechnische Zwecke auch in Städten und ländlichen Ortschaften unter Beachtung der für solche Verhältnisse gewöhnlich zulässigen Einwägefehler (s. S. 69 oben) befolgt werden, falls es sich um kleinere Arbeiten handelt. Umfangreiche Höhennetze

mit weitverzweigten Festpunkten werden dagegen zweckmäßig nach den Grundsätzen der „Ausgleichsrechnung“*) behandelt.

Abbildung 121.



c) Festpunktverzeichnis.

Die Festpunkte werden, wie schon aus einzelnen Abbildungen, z. B. Abbildung 112 und 119, zu ersehen ist, in eine Uebersichtskarte, entweder in ein Meßtischblatt oder, wenn es notwendig erscheint, in einen Lageplan von größerem Maßstabe eingetragen und fortlaufend nummeriert. Die Punkte werden außerdem in ein „Festpunkt-Verzeichnis“ aufgenommen mit Angabe der Art der Vermarkung, ihrer genauen Lage und der Höhe, wie aus dem nachstehenden Muster (Seite 75) zu ersehen ist.

Das Festpunktverzeichnis, die Uebersichtskarte und die besonderen Ableitungen der Höhen (s. Muster S. 65 u. 67) werden zweckmäßig in die Höhen-Feldbücher übernommen und mit diesen zusammengeheftet.

Ueber jede durch sicheren Anschluß an N.N. festgelegte Einwägung, die nach den Bestimmungen des Zentralkontrollamtes der Vermessungen im Preussischen Staate (s. Anhang unter Nr. I) dauernd festgelegt und in der dort dargestellten Weise durchgeführt ist, sind in je zwei Ausfertigungen

*) Siehe hierzu z. B.: „Die Theorie der Beobachtungsfehler“. Von Otto Koll. Verlag Julius Springer, Berlin 1901.

Festpunkt-Verzeichnis
zur Uebersichtskarte Abbildung 112.

Nr. des Festpunktes	Art der Vermarkung	Bezeichnung der Lage	Höhe (N.N.) m	Bemerkungen
1	2	3	4	5
F.P. 1	Höhenbolzen	Bahnhofsgebäude in Laer	94,536	Gegebener Punkt der Eisenbahnver- waltung
F.P. 2	Höhenbolzen	Wohnhaus des Kötters N. N.	87,560	
F.P. 3	Grenzstein	Am Garten des Wohnhauses von N. N.	87,772	
F.P. 4	Kreuz	Auf der Schwelle der Haustür bei Tischler N. N.	82,432	
H.F.P. 5	Höhenbolzen	Am Durchlaß des Baches an den „Kummenteichs-Wiesen“	77,467	

- a) eine Uebersichtsskizze, zu welcher eine beliebige Karte im Maßstabe von nicht weniger als 1:200 000 benutzt werden kann,
b) ein Verzeichnis der benutzten Anschlußpunkte,
c) eine Zusammenstellung der Festpunkte mit Angabe der ermittelten Höhen über N.N., sowie der gefundenen Einwägefehler für 1 km Länge an die betreffenden Provinzialbehörden beziehungsweise Eisenbahndirektionen einzureichen. Die eine Ausfertigung verbleibt bei diesen Behörden, die andere wird an das Zentralkuratorium der Vermessungen abgegeben.

In den Stadt- und Dorflagen ist die Bezeichnung in Spalte 3 des obigen Festpunkt-Verzeichnisses nach Straße und Hausnummer in der Regel ausreichend, dagegen kann im Felde eine kleine Handzeichnung in der Spalte 5 und die Angabe der Flur, der Grundstücksnummer (Parzelle) des Katasters und des Namens des Grundeigentümers in der Spalte 3 das Auffinden der Festpunkte sehr erleichtern, worauf besonders hingewiesen sei.

3. Längsschnitt-Einwägung.

Werden längs eines im Gelände gegebenen oder abgesteckten Linienzuges, der im Lageplan entweder geradlinig verläuft oder aus Geraden und anschließenden Kreisbögen zusammengesetzt ist (s. Abschnitt F.), die Brechpunkte der Bodenoberfläche ihrer Höhe nach bestimmt und punktweise nach Entfernung und Höhe zu einem Höhenplan aufgetragen, so erhält man den „Längsschnitt“ dieses Linienzuges. Im Straßen-, Eisenbahn-, Wasser- und Tiefbau, sowie in der Kulturtechnik sind derartige Linienzüge unter der Bezeichnung „Leitlinie“, „Achse“ oder „Mittellinie“ oft anzutreffen; sie bilden im „Lageplan“ und im „Längsschnitt“ die Unterlage zu mancherlei Aufgaben, die auf den genannten Gebieten dem Techniker oder Ingenieur gestellt werden.