



Das Feldmessen

Schewior, Georg

Leipzig, 1917

a) Anschluß-Einwägungen

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

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.

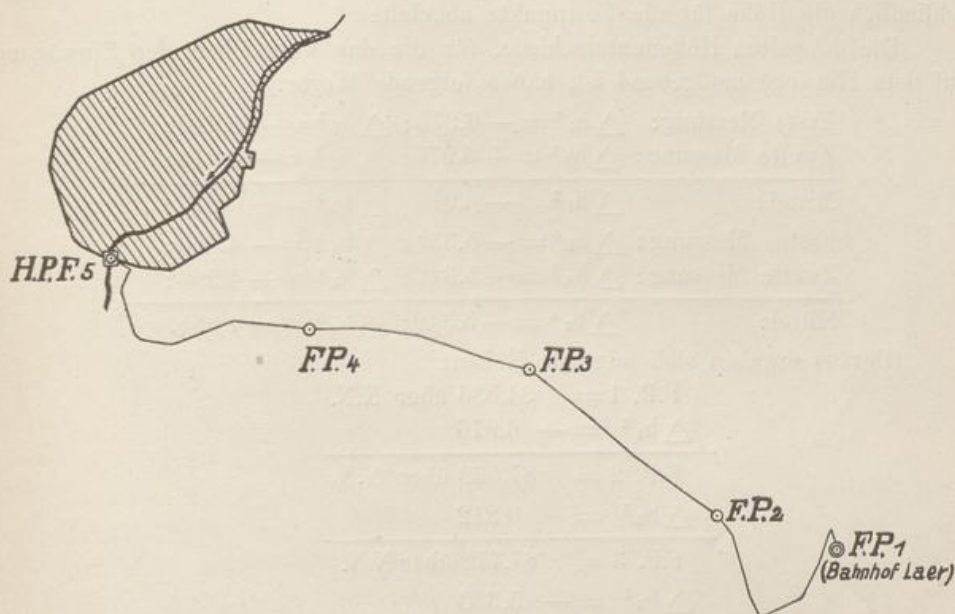


In dem Einwäge-Zuge sind in Abständen von rd. 1 km drei Zwischen-
Festpunkte eingeschaltet und gemäß dem Verzeichnisse auf Seite 75 kenntlich
gemacht (s. Abbil. 112).

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		Ent- fer- nung s m	Lattenablesung		fürZwi- schen- oder Seiten- punkte m	Höhen- unterschied		Des Punktes		Bemerkungen
des Punktes der fortl. Einwägung	desZwi- schen- oder Seiten- punk- tes		für die fortlaufende Einwägung			Stei- gen (+)	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	
			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 Zentralkontrollbüros 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.

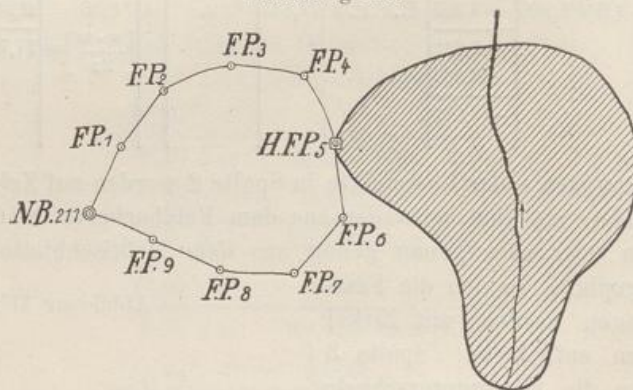
Bezeichnung der Strecke		Entfernung s km	Gemessener Höhenunterschied		Mittel der Spalte 3 und 4 m	Des Festpunktes		Abweichung der Höhenunterschiede w = Sp. 3 - Sp. 4 w · w	$\frac{1}{2s}$ (s. Sp. 2)	$\frac{w \cdot w}{2s}$	Bemerkungen
von	bis		im Hinweg m	im Rückweg m		Bezeichnung	Höhe m				
1		2	3	4	5	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 Zentralkuratoriums 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.

Ableitung der Höhen und des Kilometerfehlers M.
Zur Abbildung 114.

Bezeichnung der Strecke		Entfernung s km	Gemessener Höhen- unterschied		Mittel aus Spalte 3 u. 4 m	Ver- besse- rung v = $f \cdot \frac{s}{[s]}$ mm	Endgültiger Höhen- unter- schied Sp. 5 + Sp. 6 m	Des Festpunktes		Abweichung der Höhen- unterschiede w = Sp. 7 - Sp. 5 mm	w · w	$\frac{1}{s}$ (s. Sp. 2)	$\frac{w \cdot w}{s}$	Bemerkungen
von	bis		im Hinweg m	im Rück- weg m				Be- zeich- nung	Höhe m					
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
N.B. 4664	F.P. 1	1,0	+10,821	10,820	+10,822	+4	+10,826	4664	247,177	4	16	1,00	16,00	Die Höhenpunkte der Landesaufnahme sind gegeben zu: N.B. 4664 = 247,177 m über N.N. N.B. 4667 = 252,382 m über N.N. $M = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{w \cdot w}{s} \right]}$ $= \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{6} \cdot 128,68}$ $= 2,3 \text{ mm.}$
F.P. 1	F.P. 2	2,0	+24,302	24,300	+24,301	+8	+24,309	1	258,003	8	64	0,50	32,00	
F.P. 2	H.F.P. 3	0,8	+23,125	23,129	+23,127	+3	+23,130	3	305,442	3	9	1,25	11,25	
H.F.P. 3	F.P. 4	2,4	-15,382	15,388	-15,385	+10	-15,375	4	290,067	10	100	0,42	42,00	
F.P. 4	F.P. 5	0,6	-30,288	30,296	-30,292	+2	-30,290	5	259,777	2	4	1,67	6,68	
F.P. 5	N.B. 4667	1,2	-7,395	7,405	-7,400	+5	-7,395	4667	252,382	5	25	0,83	20,75	
[s] =		8,0			+58,250 -53,077		Tats. Höhenunt. =				$\frac{w \cdot w}{s} =$		128,68	
			Gem. Höhenunt. =		+5,173									
			Soll		+5,205									
			f =		+0,032		+32							

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-