

820 201

Deutsche Bundesbahn



Richtlinien für das Wandersehnenverfahren

Gültig vom 1. Mai 1960 an

1960

A 117, 10000

820 201

Deutsche Bundesbahn

Richtlinien
für das
Wandersehnverfahren

Gültig vom 1. Mai 1960 an

1960

820 201

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. <u>Allgemeines</u>	5
II. <u>Grundgedanke des Verfahrens</u>	5 - 6
III. <u>Voraussetzung für die Anwendung des Verfahrens</u>	6
IV. <u>Grundlagen für die Berechnung und Ausführung</u>	6 - 9
a) Festlegung der Teilpunktabstände	6 - 7
b) Benummerung der Teilpunkte	8
c) Hinweise zur Pfeilhöhenberechnung	8
d) Berechnung der Überhöhungen	8 - 9
V. <u>Arbeitsvorgang beim Feinrichten</u>	9 - 13
A) <u>Anschreiben</u>	9
a) Einmessen der Teilpunkte, Anschreiben der Pfeilhöhen mit Beispiel	9 - 10
b) desgl. bei Gegenbogen und Gegenübergangsbogen	10
c) Anschreiben der Überhöhungen	10
B) <u>Feinrichten</u>	11
a) Anlegen der Wandersehne; Pfeilhöhenmeßgerät	11
b) Richtvorgänge und Wandern der Sehne mit Beispiel; negative Pfeilhöhen	11 - 12
c) Überdeckung der Meßpunkte beim Richten von den beiden ÜA nach Bogenmitte zu	12 - 13
VI. <u>Fehlerhäufung</u>	13 - 14
VII. <u>Formeln und Tafeln für die Berechnung der Pfeilhöhen</u>	15 - 41
a) <u>Kreisbogen</u>	15
b) Von der Geraden in den Kreisbogen (ohne Übergangsbogen)	16
c) Bei Bogenwechsel (ohne Übergangsbogen)	16
d) Bei Gegenbogen ohne Zwischengerade und ohne Übergangsbogen	17
e) Vom Kreisbogen in die Gerade (ohne Übergangsbogen)	18
f) Übergangsbogen mit gerader Krümmungslinie und gerader Rampe	19 - 32
g) Übergangsbogen mit S-förmig geschwungener Krümmungslinie	33 - 37

	Seite
h) Übergangsbogen mit einfach geschwun- gener Krümmungslinie bei Gegenbogen	38 - 41
VIII. <u>Berechnungsbeispiele für die Ermittlung der Pfeilhöhen</u>	42 - 49
a) Übergang von der Geraden in den Kreis- bogen ohne Übergangsbogen	42
b) Übergang bei Bogenwechsel ohne Über- gangsbogen	42 - 43
c) Gegenbogen ohne Zwischengerade und ohne Übergangsbogen	43
d) Übergangsbogen mit gerader oder S-för- miger Krümmungslinie im Anschluß an die Gerade	44
e) Übergangsbogen im Korbbogen mit gera- der oder geschwungener Krümmungslinie	44 - 46
f) Übergangsbogen mit gerader Rampe und gerader Krümmungslinie, wenn Gegen- übergangsbogen ohne Zwischengerade vorhergeht	46 - 47
g) Übergangsbogen mit einfach geschwun- gener Krümmungslinie bei Gegenbogen	47 - 49
IX. <u>Sonderfälle</u>	50
a) Übergangsbogen mit Gegenbogen (Kreisbogen) ohne Zwischengerade	50 - 51
b) Übergangsbogen mit vorgeschaltetem gleichgerichteten Kreisbogen	52
c) Übergangsbogen oder Bogen mit einer Zwischengeraden kleiner als b	52 - 53
d) Bogen mit Übergangsbogen, wenn reine Kreisbogenlänge mindestens $7a$ und we- niger als $13a$ beträgt	54 - 55
e) Bogen mit Übergangsbogen, wenn reine Kreisbogenlänge kleiner als $7a$ ist	55 - 57
f) Übergangsbogen mit Bogenwechsel in der Nähe von $\bar{U}E$ Abstand $\bar{U}E$ bis BW kleiner als $7a$	57 - 58
g) Übergangsbogen mit geschwungener Krüm- mungslinie, wenn reine Kreisbogenlän- ge kleiner als $7a$ ist sowie Scheitel- bogen	58 - 60

Richtlinien

für das Wandersehenverfahren

I. Allgemeines

Für einen guten Fahrzeuglauf, zur Schonung der Fahrzeuge und des Oberbaues ist eine Gleislage mit stetigem Krümmungsverlauf erforderlich. Um sie mit einem Mindestaufwand an Meß- und Richtarbeit zu erreichen, soll das Wandersehenverfahren angewendet werden.

Beim Richten mit der Wandersehne werden die Lagefehler des Gleises im Grundriß (Richtungsfehler) soweit verkleinert, daß in den meisten Fällen eine sehr gute Gleisrichtung erzielt wird.

II. Grundgedanke des Verfahrens

Beim Wandersehenverfahren wird der äußere Schienenstrang (die Richtschiene) in etwa 3 bis 5 m lange gleichgroße Abstände (Teilpunktabstände "a") geteilt. Einzelheiten über Wahl der Abstände, der Punkte und ihre Nummerung siehe Abschnitt IV.

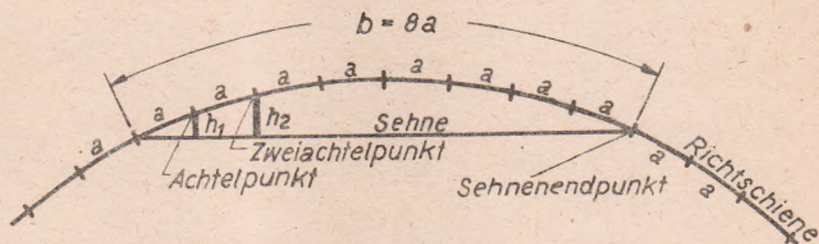
Über den Bogen "b", der 8 Teilpunktabstände umfaßt, wird eine Sehne gespannt, so daß Anfangs- und Endpunkte der Sehne auf einem Teilpunkt liegen (siehe Abbildung).

Beim Achtelpunkt wird das Gleis nach der berechneten Pfeilhöhe h_1 gerichtet.

Ein Lagefehler des Gleises beim (noch nicht gerichteten) Sehnenendpunkt tritt beim Achtelpunkt (Richtpunkt) nur noch mit $\frac{1}{8}$ seiner Größe in Erscheinung. Die Sehne "wandert" immer wieder um einen Teilpunktabstand weiter, wobei dann der jeweilige Achtelpunkt gerichtet wird.

In der Praxis wird allerdings das Gleis zusätzlich auch an den Zweiachtelpunkten mit den zugehörigen

Pfeilhöhen h_2 vorgerichtet. Ausschlaggebend für die gute Gleislage ist jedoch die Berichtigung an den Achtelpunkten mit den Pfeilhöhen h_1 .



III. Voraussetzung für die Anwendung des Verfahrens.

- Das Gleis muß vorher einmal nach einer genauen Absteckung verlegt sein (Az Obv 13). Je geringer die Richtungsfehler vor dem Feinrichten sind, um so genauer wird die Gleisrichtung nach Anwendung des Verfahrens. Ein nochmaliges Wandersehenfeinrichten bringt weitere Richtungsverbesserungen. Im allgemeinen ist dies jedoch nicht erforderlich.
- Die Bogenhalbmesser und die Übergangsbogenlängen (bezogen auf die Richtschiene) die der Absteckung zugrunde gelegen haben, müssen bekannt sein.
- Alle Krümmungswechselpunkte (Bogenanfang BA, Bogenwechsel BW, Übergangsbogenanfang ÜA und Übergangsbogenende ÜE) müssen am Gleis in der Längsrichtung örtlich festgelegt sein (Az Obv 13).

IV. Grundlagen für die Berechnung und Ausführung.

a) Festlegung der Teilpunktabstände.

Die Teilpunktabstände "a" sollen nicht kleiner als 3,0 m und nicht größer als 5,0 m sein; der Abstand von 4,0 m hat sich als

günstig erwiesen. Werden Abstände kleiner als 3,0 m gewählt, so kann beim Gleisrichten der zuvor gerichtete Teilpunkt mit verschoben werden. Nur bei Betonschwellengleis kann man noch unter 3,0 m gehen. Bei Teilpunktabständen bis 5,0 m ist noch die Gewähr gegeben, daß sich das Gleis auch zwischen den Teilpunkten (Richtpunkten) gleichmäßig verbiegt, also ein stetiger Krümmungsverlauf erreicht wird. Dies ist bei größeren Teilpunktabständen nicht mehr der Fall. Für Bogen und Bogenwechsel ohne Übergangsbogen wählt man zweckmäßig $a = 4,0$ m, wobei Bogenanfang (BA) und Bogenwechsel (BW) mit einem Teilpunkt zusammenfallen müssen. Bei Übergangsbogen wählt man eine Teilung der Übergangsbogenlänge entsprechend den vorhandenen Tafeln, die Teilpunktabstände von 3,0 bis 5,0 m ergibt. Für Übergangsbogen mit gerader Krümmungslinie sind die Tafeln II bis XII für 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 30, 40, 50 und 60 Teile der Übergangsbogenlänge hier abgedruckt. Einen 50,0 m langen Übergangsbogen wird man z.B. in 12 Teile teilen und Teilpunktabstände von 4,167 m erhalten (siehe Tafel VII).

Die Tafeln XIV bis XVII sind für 20, 30, 40 und 60 Teile der Übergangsbogen mit geschwungener Krümmungslinie und die Tafeln XVIII bis XX für Gegenübergangsbogen mit einfach geschwungener Krümmungslinie bei 20, 30 und 40 Teilen der Übergangsbogenlänge aufgestellt.

Die Punkte ÜA und ÜE müssen immer mit einem Teilpunkt zusammenfallen.

b) Benummerung der Teilpunkte.

Der Punkt Null liegt immer 8 Teilpunktabstände vor ÜA, BA oder EW.

Die Numerierung geht von der Geraden zum Kreisbogen, von der Geraden über ÜA und ÜE zum Kreisbogen bzw. vom flacheren Bogen zum stärker gekrümmten Bogen, wie in den Zeichnungen bei den Pfeilhöhentafeln dargestellt. Eine Ausnahme besteht bei Gegenbogen ohne Zwischengerade nach Abschnitt VII d) Seite 17

Punkt 8 ist immer bei ÜA, BA oder EW.

c) Hinweis für Pfeilhöhenberechnungen.

Zur Berechnung der Pfeilhöhen verwendet man die in Abschnitt VII aufgeführten Formeln und Tafeln. Zweckmäßig werden auch die Beispiele Abschnitt VIII und die Sonderfälle Abschnitt IX beachtet. Die berechneten Pfeilhöhen werden in einem Verzeichnis zusammengestellt. Es empfiehlt sich, die h_1 -Werte auf 0,5 mm und die h_2 -Werte auf ganze mm zu runden. Bei Berechnung mit einer schreibenden Rechenmaschine werden beide h -Werte auf 0,1 mm abgerundet angegeben. Beachtung: Vor ÜA und BA kann der h_1 -Wert auch größer als h_2 sein.

d) Berechnung der Überhöhungen.

Mit den Werten K_{ij} aus den Tafeln und den Formeln (Abschnitt VII) kann man an den für die Wandersehnungen vorgesehenen Teilpunkten die Überhöhungen rechnen und im Wandersehnungspfeilhöhenverzeichnis mit angeben. Bei geschwungenen Rampen ist dies immer zweckmäßig.

Die Berechnung der Überhöhungen bei geraden Rampen (an den Teilpunkten für die Wandersehen) ist dann nicht erforderlich, wenn es üblich ist, eine Teilung für die Überhöhungsrampe zu nehmen, die an den Teilpunkten volle mm ergibt. Bei einer Rampenlänge von 130 m und $ü = 100$ mm würden dann 100 Teilabstände von je 1,30 m für die Angabe der Überhöhung angewendet. Man darf diese aber nicht mit den Teilpunktabständen "a" für die Wandersehen verwechseln.

V. Arbeitsvorgang beim Feinrichten.

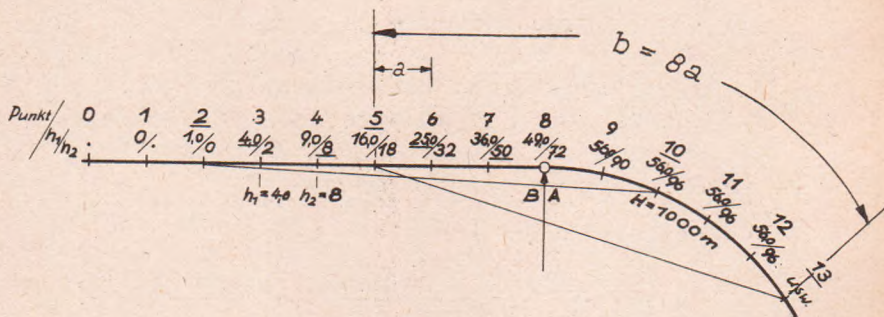
A) Anschreiben.

a) Einmessen der Teilpunkte; Anschreiben der Pfeilhöhen.

An der Richtschiene (äußeren Schiene) sind die Teilpunkte von den örtlich festgelegten Krümmungswechsellpunkten (ÜA, ÜE, BA, BE, BW) aus einzumessen und durch einen senkrechten Strich am Schienensteg zu kennzeichnen. Daneben sind die vorher errechneten Pfeilhöhen h_1 und h_2 ebenfalls (mit Ölkreide) anzuschreiben.

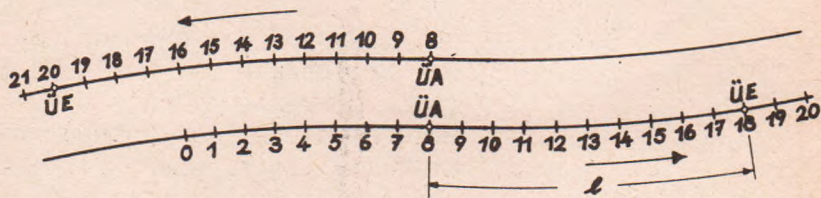
Beispiel: Übergang von der Geraden in den Kreisbogen mit $H = 1000$ m (ohne Übergangsbogen).
Berechnung der Pfeilhöhen für dieses Beispiel siehe Seite 42 Abschn. VIII a).

Bei Teilpunkt 0 anschreiben				h_1 / h_2
"	"	0	anschreiben	nichts
"	"	1	"	0 / -
"	"	2	"	1,0 / 0
"	"	3	"	4,0 / 2
"	"	4	"	9,0 / 8
"	"	5	"	16,0 / 18
usw.				



b) Anschreiben bei Gegenbogen und Gegenübergangsbogen.

Im Gegenbogen und Gegenübergangsbogen werden die Teilpunktabstände 8 Punkte vor ÜA oder BW an derselben Richtschiene angeschrieben. An der Außenschiene des vorhergehenden Gegenbogens beginnt man bei ÜA (bzw. BW) mit der Nummer 8.



c) Anschreiben der Überhöhungen.

Soweit an den Teilpunkten für die Wandersehne die Überhöhungen errechnet wurden, sind sie rechtwinklig gegenüber am tiefen Schienenstrang anzuschreiben.

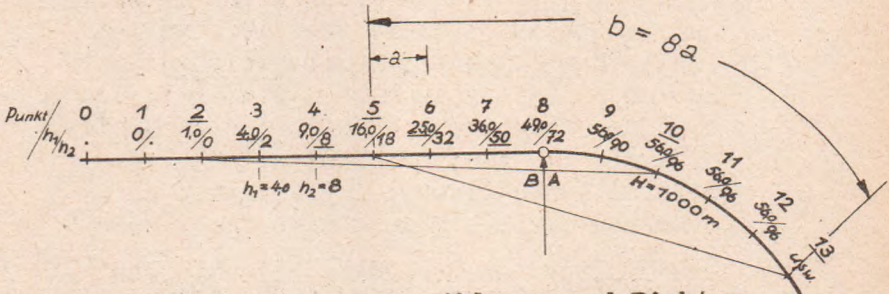
B) Feinrichten.

a) Anlegen der Wandersehne; Pfeilhöhenmeßgerät.

Die Wandersehne wird an der Innenkante der Richtschiene über 8 Teilpunktabstände (= Bogenlänge b) mittels Pfeilhöhenmeßgerät angelegt. Es genügt ein einfaches Gerät mit Perlonseil, oder dünnem Draht. Die Schnur (oder der Draht) sollen von der Innenkante der Schiene einen Abstand von 10 mm haben, damit derselbe in der Geraden nicht anliegt.

b) Richtvorgänge und Wandern der Sehne.

Es wird immer bei Punkt 1 begonnen und fortlaufend nach der Numerierung gerichtet.



Sehne			Ablesen und Richten		
von Punkt	bis Punkt	1/8 Punkt	h1 mm	2/8 Punkt	h2 mm
0	8	1	0	2	0
1	9	2	1,0	3	2
2	10	3	4,0	4	8
3	11	4	9,0	5	18
4	12	5	16,0	6	32
5	13	6	25,0	7	50
			usw.		

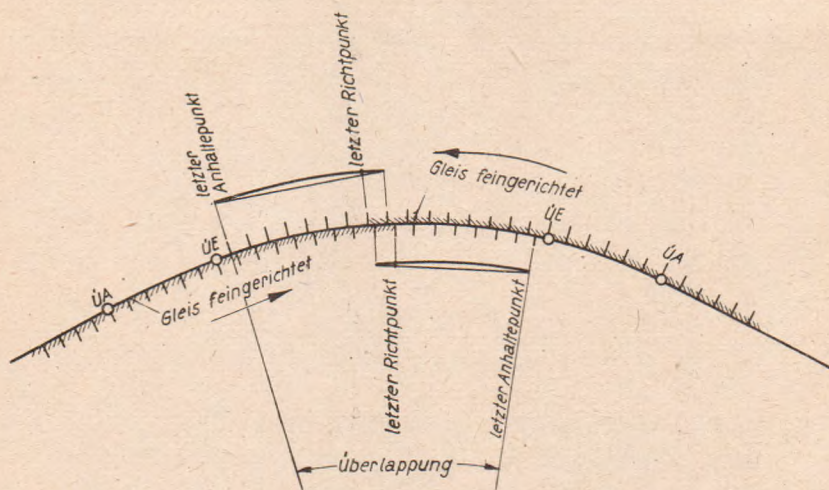
Wie aus vorstehendem Beispiel ersichtlich, wird zuerst die Sehne von Punkt 0 bis Punkt 8

gespannt, Punkt 1 feingerichtet und bei Punkt 2 vorgerichtet; dann die Pfeilhöhe bei Punkt 1 nochmals überprüft. Die Sehne wandert dann einen Punkt weiter und ist bei den Punkten 1 und 9 angelegt. Feingerichtet wird jetzt bei Punkt 2, vorgerichtet bei Punkt 3 und bei Punkt 2 die Pfeilhöhe nochmals überprüft. Es folgt dann Spannen der Sehne von Punkt 2 bis 10, Feinrichten bei Punkt 3, Vorrichten bei Punkt 4 und Überprüfen bei Punkt 3 usw.

Wenn bei Gegenbogen oder Gegenübergangsbogen negative Pfeilhöhen errechnet wurden, so bedeutet dies, daß diese Sollpfeilhöhen entweder an der gleichen Schienkante negativ zu messen sind (-) oder daß die Wandersehne an der anderen Schienkante der gleichen Schiene angelegt wird, die negativen (-) Pfeilhöhen aber dann positiv (+) gemessen werden können.

c) Überdeckung der Meßpunkte beim Richten von den beiden ÜA nach Bogenmitte zu.

Wird von den beiden ÜA aus (in 2 Richtungen) nach Bogenmitte zu gerichtet, so ist eine Überdeckung von einigen Richtpunkten anzustreben; d.h. es sollen einige Richtpunkte von jeder Seite aus gerichtet werden. Dies wird bei etwa gleich großen Teilpunktabständen erreicht, wenn sich etwa 15 bis 16 Teilpunktabstandsteilungen überlappen. Siehe Skizze!



Bei Überlappung von Teilpunktmessungen an der gleichen Richtschiene verwendet man zweckmäßig bei der einen Teilung eine andere Farbe der Ölkreide.

VI. Fehlerhäufung bei fehlerhafter Pfeilhöhenberechnung oder Fehlern am Pfeilhöhenmeßgerät.

- a) Gleichbleibende Pfeilhöhenfehler, z.B. durch unrichtige Annahme der Bogenhalbmesser (H) ergeben unnötige Gleisverschiebungen.

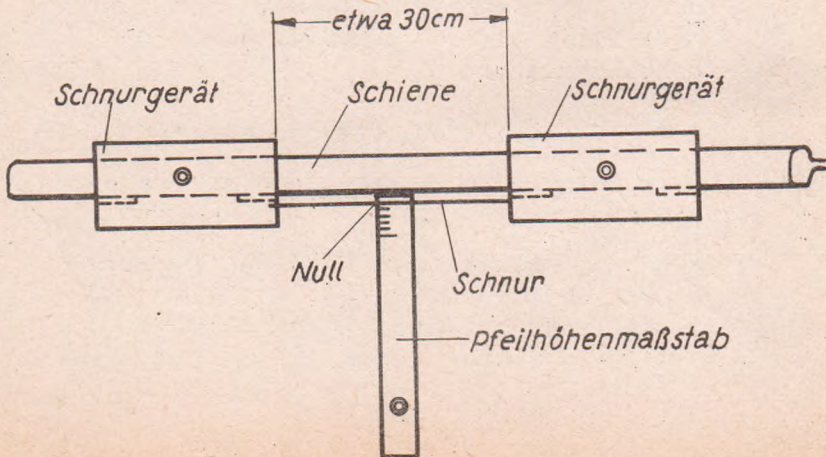
Zu groß
klein berechnete Pfeilhöhen ergeben beim Feinrichten zusätzliche Gleisverschiebungen nach außen
innen.

Wenn der bei den Pfeilhöhen h_1 vorhandene Fehler die Größe f hat und gleich groß bleibt, häufen sich die Fehler wie folgt:

Zahl der Richtvorgänge (Teilpunktabstände)	Größe der unnötigen Gleis- verschiebung etwa
1	1 f
3	2,5 f
5	4 f
7	5 f
10	6 f
16	7 f
21	7,5 f
30 und mehr	8 f

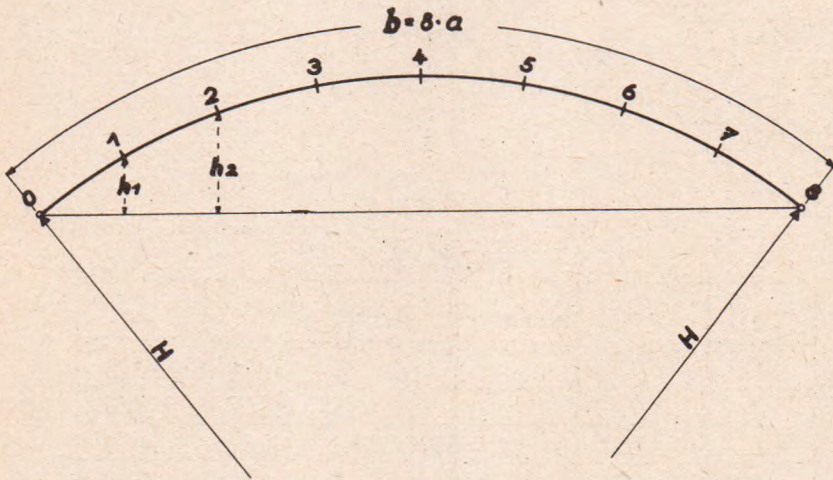
- b) Die gleiche unnötige Gleisverschiebung tritt ein, wenn beim Feinrichten die richtigen Pfeilhöhenwerte mit einem fehlerhaften Pfeilhöhenmeßgerät angetragen werden.

Vor jeder Pfeilhöhenmessung soll deshalb das Pfeilhöhenmeßgerät an einer kurzen geraden Schienenkante überprüft werden. Man verkürzt die Schnurlänge (oder Drahtlänge) auf etwa 30 cm, legt das Pfeilhöhenmeßgerät an der Schiene an und muß dann bei fehlerfreiem Gerät am Pfeilhöhenmaßstab "Null" ablesen. Siehe Skizze.



VII. Formeln und Tafeln für die Berechnung der Pfeilhöhen

a) Kreisbogen



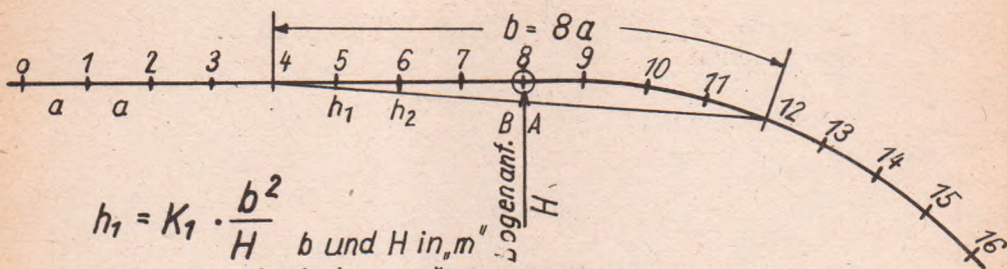
$$h_1 = 54,69 \cdot \frac{b^2}{H}$$

b und H in "m"; h_1 in "mm"

$$h_2 = 93,75 \cdot \frac{b^2}{H}$$

b und H in "m"; h_2 in "mm"

b) Von der Geraden in den Kreisbogen
(ohne Übergangsbogen)



$$h_1 = K_1 \cdot \frac{b^2}{H}$$

b und H in „m“
 h in „mm“

$$h_2 = K_2 \cdot \frac{b^2}{H}$$

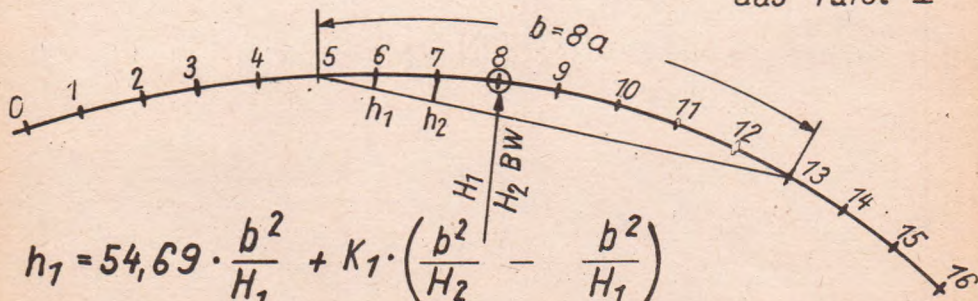
Tafel I

Punkt	K_1	K_2	Punkt	K_1	K_2
1	0	•	6	24,41	31,25
2	0,98	0	7	35,16	48,83
3	3,91	1,95	BW8 BA	47,85	70,31
4	8,79	7,81	9	54,69	87,89
5	15,62	17,58	10	54,69	93,75

c) Bei Bogenwechsel (ohne Übergangsbogen)

$H_1 > H_2$

Werte „K“
aus Tafel I

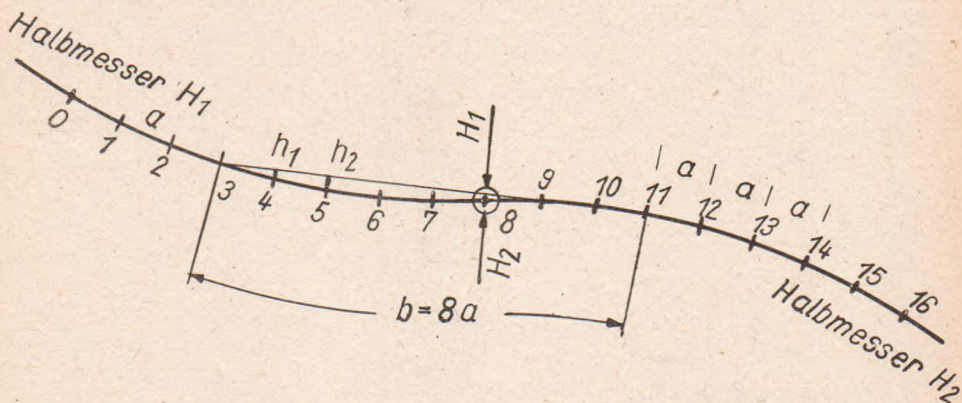


$$h_1 = 54,69 \cdot \frac{b^2}{H_1} + K_1 \cdot \left(\frac{b^2}{H_2} - \frac{b^2}{H_1} \right)$$

$$h_2 = 93,75 \cdot \frac{b^2}{H_1} + K_2 \cdot \left(\frac{b^2}{H_2} - \frac{b^2}{H_1} \right)$$

b und H in „m“
 h in „mm“

d) Bei Gegenbogen ohne Zwischengerade und ohne Übergangsbogen



Es kann H_1 größer oder kleiner sein als H_2
 Feinrichtung vom Bogen mit Halbmesser H_1 nach Bogen mit Halbmesser H_2

$$h_1 = 54,69 \cdot \frac{b^2}{H_1} - K_1 \cdot \left(\frac{b^2}{H_1} + \frac{b^2}{H_2} \right)$$

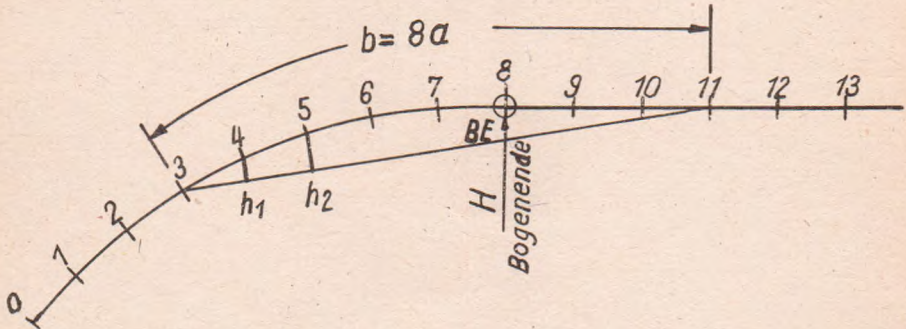
$$h_2 = 93,75 \cdot \frac{b^2}{H_1} - K_2 \cdot \left(\frac{b^2}{H_1} + \frac{b^2}{H_2} \right)$$

Werte K_1 und K_2 aus Tafel I

b und H in „m“

h Werte in „mm“

e) Vom Kreisbogen in die Gerade
(ohne Übergangsbogen)



$$h_1 = K_1 \cdot \frac{b^2}{H}$$

$$h_2 = K_2 \cdot \frac{b^2}{H}$$

b und H in „m“
 h in „mm“

Feinrichten vom Bogen in die Gerade!

Tafel Ia

Punkt	K_1	K_2
1	54,69	.
2	53,71	93,75
3	50,78	91,80
4	45,90	85,94
5	39,07	76,17
6	30,28	62,50
7	19,53	44,92
8 BE	6,84	23,44
9	0	5,86
10	0	0

f) Übergangsbogen mit gerader Krümmungslinie und gerader Rampe.

1. Übergangsbogen im Anschluß an Gerade.

Man teilt den Übergangsbogen in etwa 4m (3,00 - 5,00m) lange gleiche Teile „a“ und setzt diese Teilung 8 Punkte vor ÜA (in der Geraden) und 8 Teile nach ÜE (im Bogen) fort.

K Werte können dann aus der entsprechenden Tafel (Tafeln II - XII) entnommen werden.

Feinrichten der Gleise in Richtung von der Geraden zum Bogen

$$h_1 = K_1 \cdot \frac{b^2}{H} \quad h_2 = K_2 \cdot \frac{b^2}{H}$$

$$b = 8 \text{ Teilabstände} = 8a \text{ (in m)}$$

H = Halbmesser in m.

Werte h in mm.

Überhöhungen an den Teilpunkten $\ddot{u}_n = \ddot{u} \cdot k_{\ddot{u}}$. Werte $k_{\ddot{u}}$ aus den Tafeln

2. Übergangsbogen im Korbbogen.

Teilung des Übergangsbogens wie unter 1. angegeben. Fortsetzung der Teilung vor ÜA und nach ÜE um 8 Teilpunkte a.

$H_1 > H_2$, K-Werte aus den Tafeln II - XII

Feinrichten vom flachen zum stärker gekrümmten Bogen.

$$h_1 = 54,69 \cdot \frac{b^2}{H_1} + K_1 \cdot \left(\frac{b^2}{H_2} - \frac{b^2}{H_1} \right)$$

$$h_2 = 93,75 \cdot \frac{b^2}{H_1} + K_2 \cdot \left(\frac{b^2}{H_2} - \frac{b^2}{H_1} \right)$$

Sonst wie unter 1. angegeben

Überhöhungen bei $H_1 = \ddot{u}_1$

bei $H_2 = \ddot{u}_2$

Überhöhungen an den Teilpunkten:

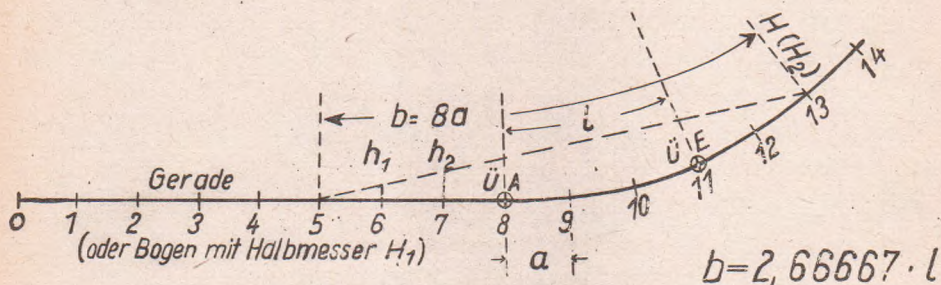
$$\ddot{u}_n = \ddot{u}_1 + K_{\ddot{u}} \cdot (\ddot{u}_2 - \ddot{u}_1)$$

Werte $K_{\ddot{u}}$ aus den Tafeln

Übergangsbogen mit gerader Krümmungslinie.

Übergangsbogen ist in 3 Teile geteilt.

$$a = \frac{l}{3} \quad b = 8a$$

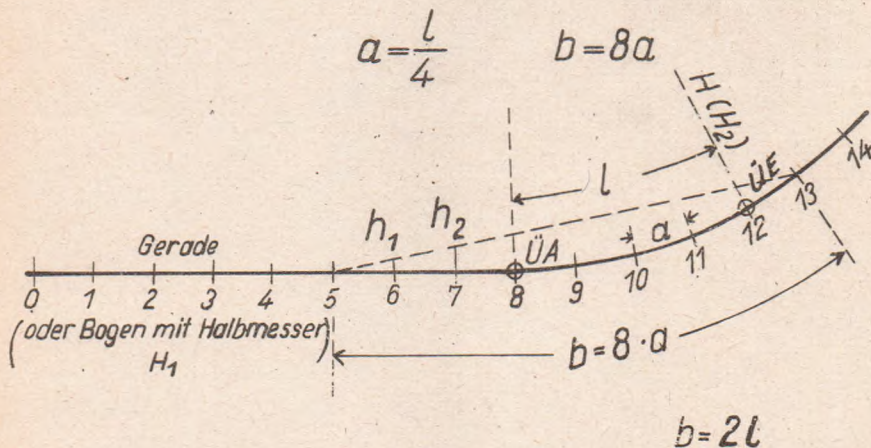


Tafel II

Punkt	K_1	K_2	$K_{\ddot{U}}$	Punkt
1	0	•		1
2	0,11	0		2
3	0,87	0,22		3
4	2,93	1,74		4
5	6,84	5,86		5
6	12,69	13,67		6
7	20,51	25,39		7
8 = ÜA	30,27	41,01	0	8 = ÜA
9	41,12	59,68	0,333	9
10	49,48	77,04	0,667	10
11 = ÜE	53,93	88,54	1,000	11 = ÜE
12	54,69	93,10		12
13	54,69	93,75		13

Übergangsbogen mit gerader Krümmungslinie.

Übergangsbogen in **4 Teile** geteilt.

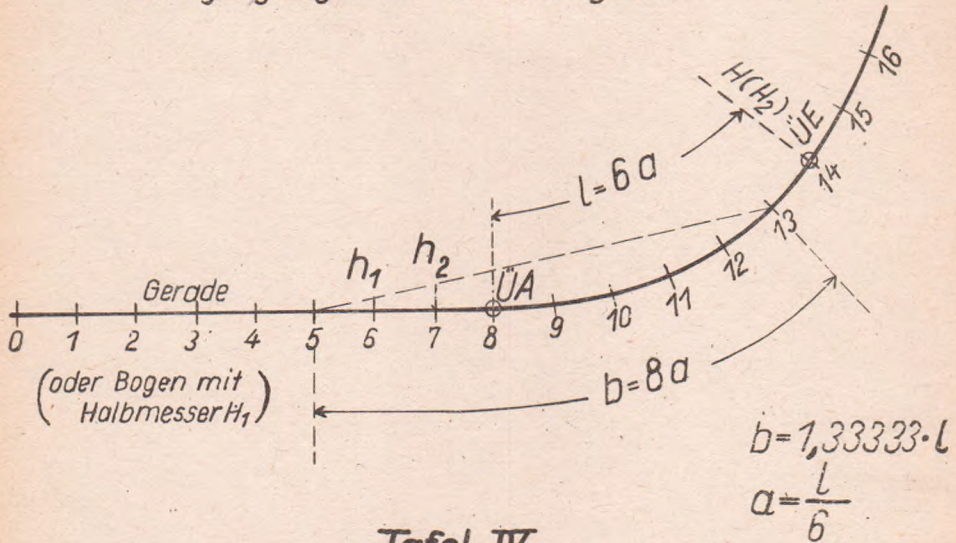


Tafel III

Punkt	K_1	K_2	$K_{\ddot{u}}$	Punkt
1	0	•		1
2	0,98	0		2
3	0,65	0,16		3
4	2,20	1,30		4
5	5,21	4,40		5
6	10,09	10,42		6
7	16,93	20,18		7
8 = ÜA	25,72	33,85	0	8 = ÜA
9	35,81	50,78	0,250	9
10	44,51	67,71	0,500	10
11	50,78	81,22	0,750	11
12 = ÜE	54,12	89,84	1,000	12 = ÜE
13	54,69	93,26		13
14	54,69	93,75		14

Übergangsbogen mit gerader Krümmungslinie.

Übergangsbogen in **6 Teile** geteilt.

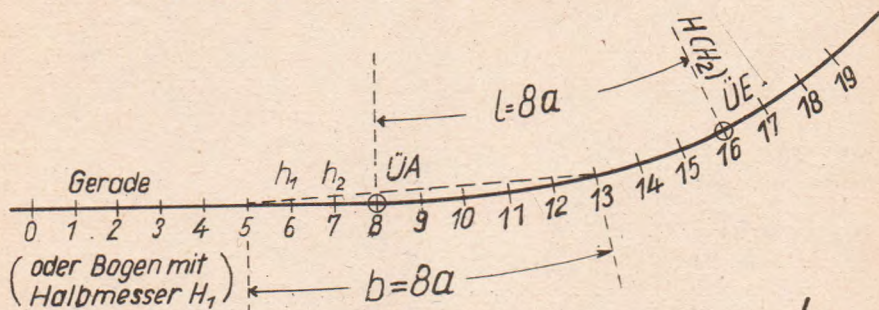


Tafel IV

Punkt	K_1	K_2	$K_{\ddot{U}}$	Punkt
1	0	•		1
2	0,05	0		2
3	0,43	0,11		3
4	1,46	0,87		4
5	3,47	2,93		5
6	6,78	6,94		6
7	11,72	13,56		7
8=ÜA	18,55	23,44	0	8=ÜA
9	26,91	36,68	0,167	9
10	34,99	51,22	0,333	10
11	42,10	64,78	0,500	11
12	47,91	76,39	0,667	12
13	52,08	85,39	0,833	13
14=ÜE	54,31	91,15	1,000	14=ÜE
15	54,69	93,42		15
16	54,69	93,75		16

Übergangsbogen mit gerader Krümmungslinie.

Übergangsbogen in **8 Teile** geteilt.



$$a = \frac{l}{8}$$

$$b = l$$

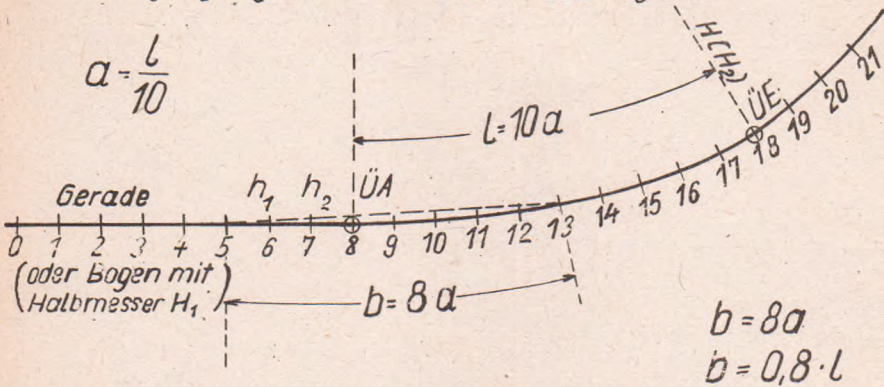
Tafel V

Punkt	K_1	K_2	$K_{\bar{u}}$	Punkt
1	0	•		1
2	0,04	0		2
3	0,33	0,08		3
4	1,10	0,65		4
5	2,60	2,20		5
6	5,09	5,21		6
7	8,73	10,17		7
8 = ÜA	13,96	17,58	0	8 = ÜA
9	20,51	27,59	0,125	9
10	27,30	39,06	0,250	10
11	33,85	50,70	0,375	11
12	39,92	61,85	0,500	12
13	45,25	72,02	0,625	13
14	49,60	80,73	0,750	14
15	52,73	87,48	0,875	15
16 = ÜE	54,40	91,80	1,000	16 = ÜE
17	54,69	93,51		17
18	54,69	93,75		18

Übergangsbogen mit gerader Krümmungslinie

Übergangsbogen ist in **10 Teile** geteilt.

$$a = \frac{l}{10}$$



$$b = 8a$$

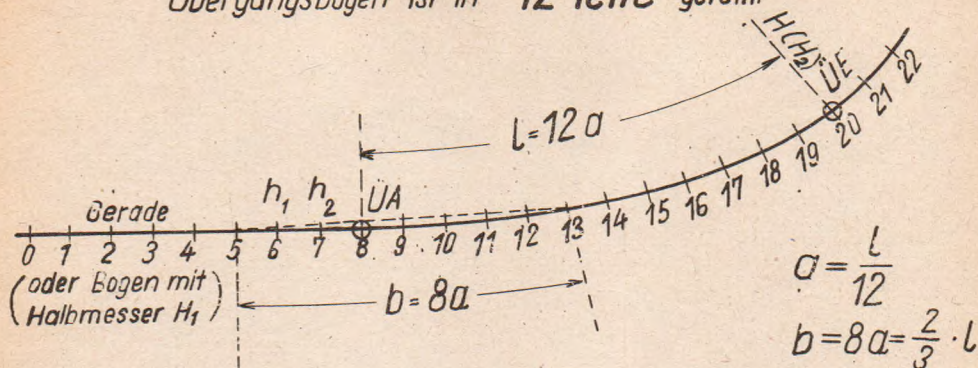
$$b = 0,8 \cdot l$$

Tafel VI

Punkt	K_1	K_2	$K_{\text{Ü}}$	Punkt
1	0	•		1
2	0,03	0		2
3	0,26	0,07		3
4	0,88	0,52		4
5	2,08	1,76		5
6	4,07	4,17		6
7	7,03	8,14		7
8 = ÜA	11,17	14,06	0	8 = ÜA
9	16,41	22,07	0,100	9
10	21,88	31,25	0,200	10
11	27,34	40,63	0,300	11
12	32,78	50,00	0,400	12
13	38,02	59,31	0,500	13
14	42,87	68,23	0,600	14
15	47,14	76,37	0,700	15
16	50,62	83,33	0,800	16
17	53,13	88,74	0,900	17
18 = ÜE	54,46	92,19	1,000	18 = ÜE
19	54,69	93,55		19
20	54,69	93,75		20

Übergangsbogen mit gerader Krümmungslinie.

Übergangsbogen ist in **12 Teile** geteilt.



Tafel VII

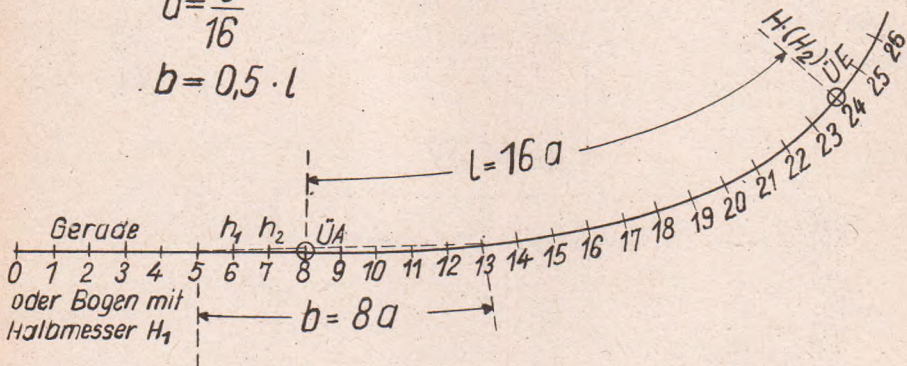
Punkt	K_1	K_2	$K_{\ddot{u}}$	Punkt
1	0	•		1
2	0,03	0		2
3	0,22	0,05		3
4	0,73	0,43		4
5	1,74	1,46		5
6	3,39	3,47		6
7	5,86	6,78		7
8=ÜA	9,30	11,72	0	8 ÜA
9	13,67	18,39	0,083	9
10	18,23	26,04	0,167	10
11	22,79	33,85	0,250	11
12	27,34	41,67	0,333	12
13	31,90	49,48	0,417	13
14	36,43	57,29	0,500	14
15	40,80	65,05	0,583	15
16	44,84	72,48	0,667	16
17	48,39	79,28	0,750	17
18	51,30	85,07	0,833	18
19	53,39	89,57	0,917	19
20=ÜE	54,50	92,45	1,000	20=ÜE
21	54,69	93,59		21
22	54,69	93,75		22

Übergangsbogen mit gerader Krümmungslinie.

Übergangsbogen ist in 16 Teile geteilt.

$$a = \frac{L}{16}$$

$$b = 0,5 \cdot l$$



Tafel VIII

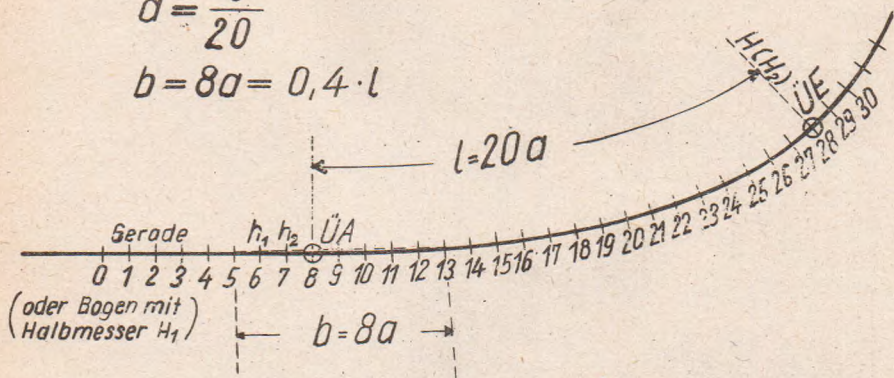
Punkt	K_1	K_2	$K_{\ddot{U}}$	Punkt	K_1	K_2	$K_{\ddot{U}}$
1	0	0		14	27,34	42,97	0,375
2	0,02	0		15	30,76	48,83	0,438
3	0,16	0,04		16	34,18	54,69	0,500
4	0,55	0,33		17	37,60	60,55	0,563
5	1,30	1,10		18	41,00	66,41	0,625
6	2,54	2,60		19	44,27	72,22	0,688
7	4,39	5,09		20	47,30	77,80	0,750
8 = ÜA	6,98	8,79	0	21	49,97	82,89	0,813
9	10,25	13,79	0,063	22	52,14	87,24	0,875
10	13,67	19,53	0,125	23	53,71	90,62	0,938
11	17,09	25,39	0,188	24 = ÜE	54,55	92,77	1,000
12	20,51	31,25	0,250	25	54,69	93,63	
13	23,93	37,11	0,313	26	54,69	93,75	

Übergangsbogen mit gerader Krümmungslinie.

Übergangsbogen ist in 20 Teile geteilt.

$$a = \frac{l}{20}$$

$$b = 8a = 0,4 \cdot l$$



Tafel IX

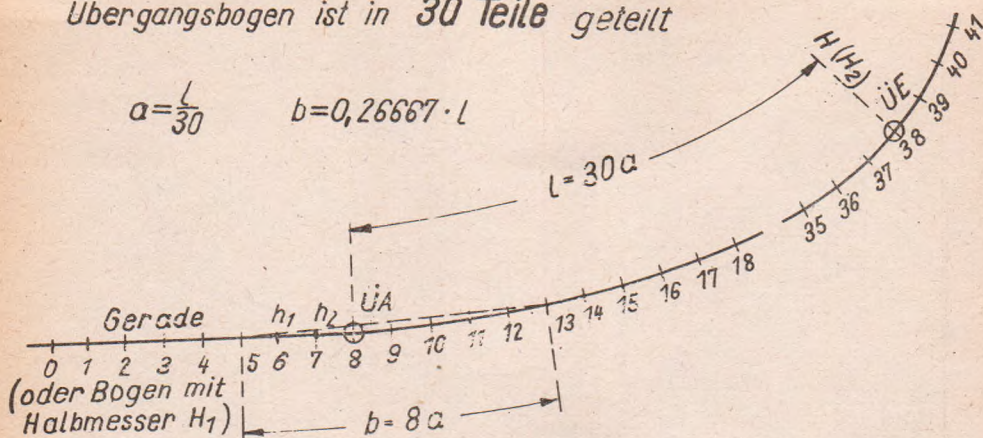
Punkt	K_1	K_2	$K_{\bar{U}}$	Punkt	K_1	K_2	$K_{\bar{U}}$
1	0	•		16	27,34	43,75	0,400
2	0,02	0		17	30,08	48,44	0,450
3	0,13	0,03		18	32,81	53,12	0,500
4	0,44	0,26		19	35,55	57,81	0,550
5	1,04	0,88		20	38,28	62,50	0,600
6	2,03	2,08		21	41,02	67,19	0,650
7	3,52	4,07		22	43,73	71,88	0,700
8 = ÜA	5,58	7,03	0	23	46,35	76,53	0,750
9	8,20	11,03	0,050	24	48,78	80,99	0,800
10	10,94	15,62	0,100	25	50,91	85,06	0,850
11	13,67	20,31	0,150	26	52,65	88,54	0,900
12	16,41	25,00	0,200	27	53,91	91,24	0,950
13	19,14	29,69	0,250	28 = ÜE	54,57	92,97	1,000
14	21,88	34,38	0,300	29	54,69	93,65	
15	24,61	39,06	0,350	30	54,69	93,75	

Übergangsbogen mit gerader Krümmungslinie

Übergangsbogen ist in 30 Teile geteilt

$$a = \frac{L}{30}$$

$$b = 0,26667 \cdot L$$



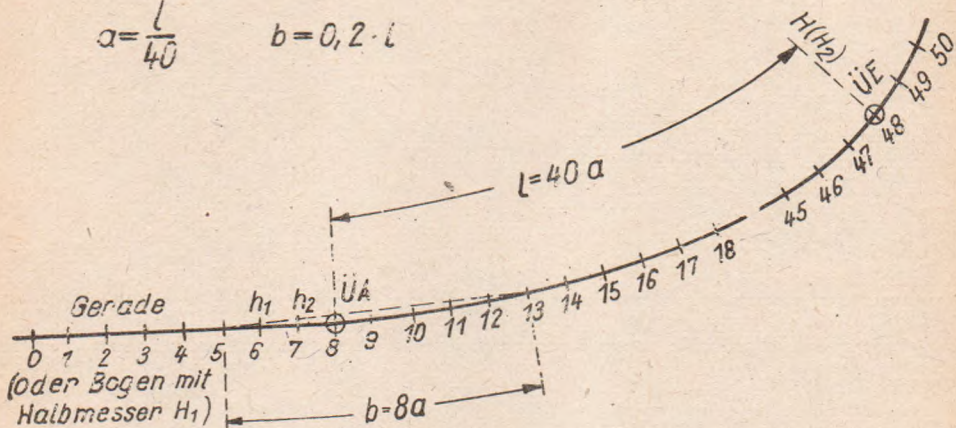
Tafel X

Punkt	K ₁	K ₂	K _ü	Punkt	K ₁	K ₂	K _ü
1	0	•		21	27,34	44,79	0,433
2	0,01	0		22	29,17	47,92	0,467
3	0,09	0,02		23	30,99	51,04	0,500
4	0,29	0,17		24	32,81	54,17	0,533
5	0,69	0,59		25	34,64	57,29	0,567
6	1,36	1,39		26	36,46	60,42	0,600
7	2,34	2,71		27	38,28	63,54	0,633
8 UA	3,72	4,69	0,000	28	40,10	66,67	0,667
9	5,47	7,36	0,033	29	41,93	69,79	0,700
10	7,29	10,42	0,067	30	43,75	72,92	0,733
11	9,11	13,54	0,100	31	45,57	76,04	0,767
12	10,94	16,67	0,133	32	47,38	79,17	0,800
13	12,76	19,79	0,167	33	49,13	82,27	0,833
14	14,58	22,92	0,200	34	50,75	85,24	0,867
15	16,41	26,04	0,233	35	52,77	87,96	0,900
16	18,23	29,17	0,267	36	53,33	90,28	0,933
17	20,05	32,29	0,300	37	54,77	92,08	0,967
18	21,88	35,42	0,333	38 UE	54,61	93,23	1,000
19	23,70	38,54	0,367	39	54,69	93,68	
20	25,52	41,67	0,400	40	54,69	93,75	

Übergangsbogen mit gerader Krümmungslinie
 Übergangsbogen ist in 40 Teile geteilt

$$a = \frac{l}{40}$$

$$b = 0,2 \cdot l$$



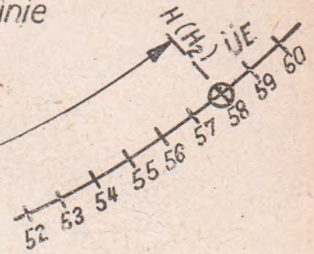
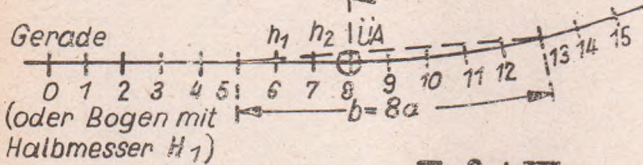
Tafel XI

Punkt	K_1	K_2	K_{ij}	Punkt	K_1	K_2	K_{ij}	Punkt	K_1	K_2	K_{ij}
1	0	•		18	16,41	26,56	0,250	35	39,65	66,41	0,675
2	0,01	0		19	17,77	28,91	0,275	36	41,02	68,75	0,700
3	0,07	0,02		20	19,14	31,25	0,300	37	42,38	71,09	0,725
4	0,22	0,13		21	20,51	33,59	0,325	38	43,75	73,44	0,750
5	0,52	0,44		22	21,87	35,94	0,350	39	45,12	75,78	0,775
6	1,02	1,04		23	23,24	38,28	0,375	40	46,48	78,13	0,800
7	1,76	2,03		24	24,61	40,62	0,400	41	47,85	80,47	0,825
8 UA	2,79	3,52	0,000	25	25,98	42,97	0,425	42	49,21	82,91	0,850
9	4,10	5,52	0,025	26	27,34	45,31	0,450	43	50,52	85,14	0,875
10	5,47	7,81	0,050	27	28,71	47,66	0,475	44	51,73	87,37	0,900
11	6,84	10,16	0,075	28	30,08	50,00	0,500	45	52,80	89,40	0,925
12	8,20	12,50	0,100	29	31,45	52,34	0,525	46	53,67	91,15	0,950
13	9,57	14,84	0,125	30	32,81	54,69	0,550	47	54,30	92,50	0,975
14	10,94	17,19	0,150	31	34,18	57,03	0,575	48 UE	54,63	93,36	1,000
15	12,30	19,53	0,175	32	35,55	59,38	0,600	49	54,69	93,70	
16	13,67	21,87	0,200	33	36,91	61,72	0,625	50	54,69	93,75	
17	15,04	24,22	0,225	34	38,28	64,06	0,650				

Übergangsbogen mit gerader Krümmungslinie

Übergangsbogen ist in 50 Teile geteilt

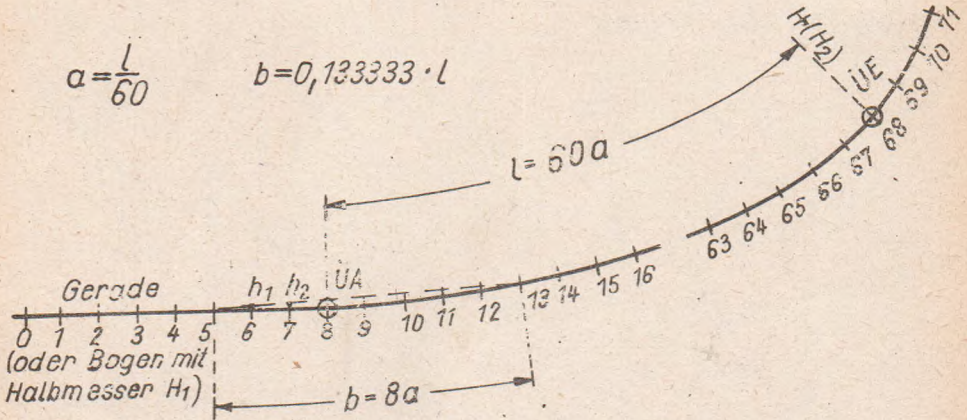
$$a = \frac{L}{50} \quad b = 0,16 \cdot L$$



Tafel XI a

Punkt	K_1	K_2	$K_{\text{Ü}}$	Punkt	K_1	K_2	$K_{\text{Ü}}$
1	0	•		31	27,34	45,62	0,460
2	0,01	0		32	28,44	47,50	0,480
3	0,05	0,01		33	29,53	49,37	0,500
4	0,18	0,10		34	30,62	51,25	0,520
5	0,42	0,35		35	31,72	53,12	0,540
6	0,81	0,83	•	36	32,81	55,00	0,560
7	1,41	1,63		37	33,91	56,87	0,580
8 ÜA	2,23	2,81	0,000	38	35,00	58,75	0,600
9	3,28	4,41	0,020	39	36,09	60,62	0,620
10	4,37	6,25	0,040	40	37,19	62,50	0,640
11	5,47	8,12	0,060	41	38,28	64,37	0,660
12	6,56	10,00	0,080	42	39,37	66,25	0,680
13	7,66	11,87	0,100	43	40,47	68,13	0,700
14	8,75	13,75	0,120	44	41,56	70,00	0,720
15	9,84	15,62	0,140	45	42,66	71,88	0,740
16	10,94	17,50	0,160	46	43,75	73,75	0,760
17	12,03	19,37	0,180	47	44,84	75,63	0,780
18	13,12	21,25	0,200	48	45,94	77,50	0,800
19	14,22	23,12	0,220	49	47,03	79,38	0,820
20	15,31	25,00	0,240	50	48,12	81,25	0,840
21	16,41	26,87	0,260	51	49,22	83,13	0,860
22	17,50	28,75	0,280	52	50,31	85,00	0,880
23	18,59	30,62	0,300	53	51,35	86,88	0,900
24	19,69	32,50	0,320	54	52,32	88,65	0,920
25	20,78	34,37	0,340	55	53,19	90,27	0,940
26	21,87	36,25	0,360	56	53,87	91,67	0,960
27	22,97	38,12	0,380	57	54,37	92,75	0,980
28	24,06	40,00	0,400	58 ÜE	54,64	93,44	1,000
29	25,16	41,87	0,420	59	54,69	93,71	
30	26,25	43,75	0,440	60	54,69	93,75	

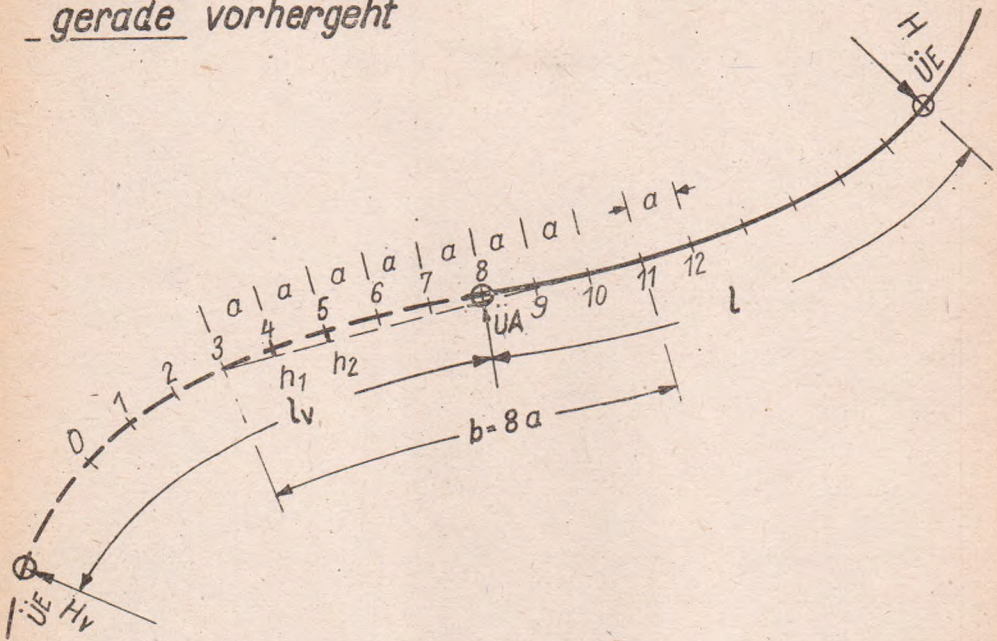
Übergangsbogen mit gerader Krümmungslinie
 Übergangsbogen ist in 60 Teile geteilt



Tafel XII

Punkt	K_1	K_2	$K_{ü}$	Punkt	K_1	K_2	$K_{ü}$	Punkt	K_1	K_2	$K_{ü}$
1	0			25	17,32	28,65	0,283	49	39,19	66,15	0,683
2	0,01	0		26	18,23	30,21	0,300	50	40,10	67,71	0,700
3	0,04	0,01		27	19,14	31,77	0,317	51	41,02	69,27	0,717
4	0,15	0,09		28	20,05	33,33	0,333	52	41,93	70,83	0,733
5	0,35	0,29		29	20,96	34,90	0,350	53	42,84	72,40	0,750
6	0,68	0,69		30	21,87	36,46	0,367	54	43,75	73,96	0,767
7	1,17	1,36		31	22,79	38,02	0,383	55	44,66	75,52	0,783
8UA	1,86	2,34	0,000	32	23,70	39,58	0,400	56	45,57	77,08	0,800
9	2,73	3,68	0,017	33	24,61	41,15	0,417	57	46,48	78,65	0,817
10	3,65	5,27	0,033	34	25,52	42,71	0,433	58	47,40	80,21	0,833
11	4,56	6,77	0,050	35	26,43	44,27	0,450	59	48,31	81,77	0,850
12	5,47	8,33	0,067	36	27,34	45,83	0,467	60	49,22	83,33	0,867
13	6,38	9,90	0,083	37	28,26	47,40	0,483	61	50,13	84,90	0,883
14	7,29	11,46	0,100	38	29,17	48,96	0,500	62	51,04	86,46	0,900
15	8,20	13,02	0,117	39	30,08	50,52	0,517	63	51,95	88,01	0,917
16	9,11	14,58	0,133	40	30,99	52,08	0,533	64	52,72	89,50	0,933
17	10,03	16,15	0,150	41	31,90	53,65	0,550	65	53,43	90,85	0,950
18	10,94	17,71	0,167	42	32,81	55,21	0,567	66	54,01	92,01	0,967
19	11,85	19,27	0,183	43	33,72	56,77	0,583	67	54,43	92,91	0,983
20	12,76	20,83	0,200	44	34,64	58,33	0,600	68UE	54,65	93,49	1,000
21	13,67	22,40	0,217	45	35,55	59,90	0,617	69	54,69	93,72	
22	14,58	23,96	0,233	46	36,46	61,46	0,633	70	54,69	93,75	
23	15,49	25,52	0,250	47	37,37	63,02	0,650	71	54,69	93,75	
24	16,41	27,08	0,267	48	38,28	64,58	0,667				

Übergangsbogen mit gerader Rampe
wenn Gegenübergangsbogen ohne Zwischen-
gerade vorhergeht



Die Übergangsbogenlänge l wird in gleiche Teile „ a “ eingeteilt und die Teilung um je 8 Teilabstände vor $\ddot{U}A$ und nach $\ddot{U}E$ fortgesetzt. Feinrichten vom Übergangsbogen mit Halbmesser H_v in Richtung nach Bogen mit Halbmesser H . Werte K_1 und K_2 aus den entsprechenden Tafeln II - XII. Werte K_{v1} und K_{v2} aus der folgenden Tafel XIII.

$$h_1 = K_1 \cdot \frac{b^2}{H} - K_{v1} \cdot \frac{b^3}{H_v \cdot l_v} \qquad h_2 = K_2 \cdot \frac{b^2}{H} - K_{v2} \cdot \frac{b^3}{H_v \cdot l_v}$$

Tafel XIII

Punkt	K_{v1}	K_{v2}	Punkt	K_{v1}	K_{v2}
2	27,38	54,69	6	5,09	13,02
3	20,83	43,05	7	1,95	6,27
4	14,77	31,90	8- $\ddot{U}A/\ddot{U}A$	0,28	1,95
5	9,44	21,73	9	0	0,24
			10	0	0

g) Übergangsbogen mit S-förmig- geschwungener Krümmungslinie.

1. Übergangsbogen im Anschluß an eine Gerade.

Man teilt die Übergangsbogenlänge in 20, 30, 40 oder 60 gleiche Teile (von je 3 bis 5 m) ein und setzt diese Teilung 8 Punkte vor ÜA und 8 Teile nach ÜE (im Bogen) fort. Die K-Werte können aus den entsprechenden Tafeln (XIV - XVII) entnommen werden. Feinrichten des Gleises von der Geraden über ÜA und ÜE zum Bogen.

$$h_1 = K_1 \cdot \frac{b^2}{H} \qquad h_2 = K_2 \cdot \frac{b^2}{H}$$

$b = 8$ Teilabstände = $8a$ (in m)

$H =$ Halbmesser in m ; Werte h in mm

Überhöhungen an den Teilpunkten: $\ddot{u}_n = \ddot{u} \cdot K_{\ddot{u}}$

Werte $K_{\ddot{u}}$ aus Tafel XIV - XVII

2. Übergangsbogen (S-förmig) im Korbogen.

Teilung des Übergangsbogens, wie unter 1. angegeben.

$H_1 > H_2$; K-Werte aus den Tafeln XIV - XVII

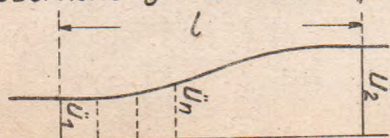
Feinrichten vom flachen zum stärker gekrümmten Bogen.

$$h_1 = 54,69 \cdot \frac{b^2}{H_1} + K_1 \cdot \left(\frac{b^2}{H_2} - \frac{b^2}{H_1} \right)$$

$$h_2 = 93,75 \cdot \frac{b^2}{H_1} + K_2 \cdot \left(\frac{b^2}{H_2} - \frac{b^2}{H_1} \right)$$

Überhöhungen bei den Teilpunkten:

Werte $K_{\ddot{u}}$ aus Tafel XIV - XVII



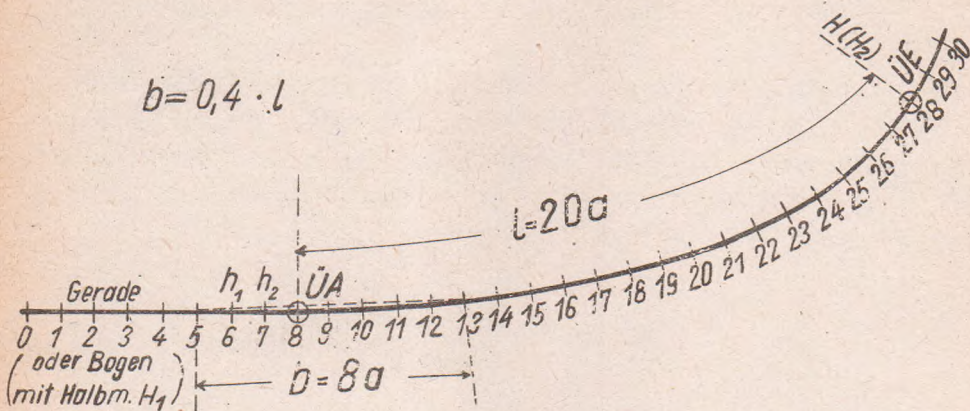
Rampenbild

$$\ddot{u}_n = \ddot{u}_1 + K_{\ddot{u}} \cdot (\ddot{u}_2 - \ddot{u}_1)$$

Übergangsbogen mit S-förmiger Krümmungslinie.

Übergangsbogen ist in **20 Teile** geteilt.

$$b = 0,4 \cdot l$$



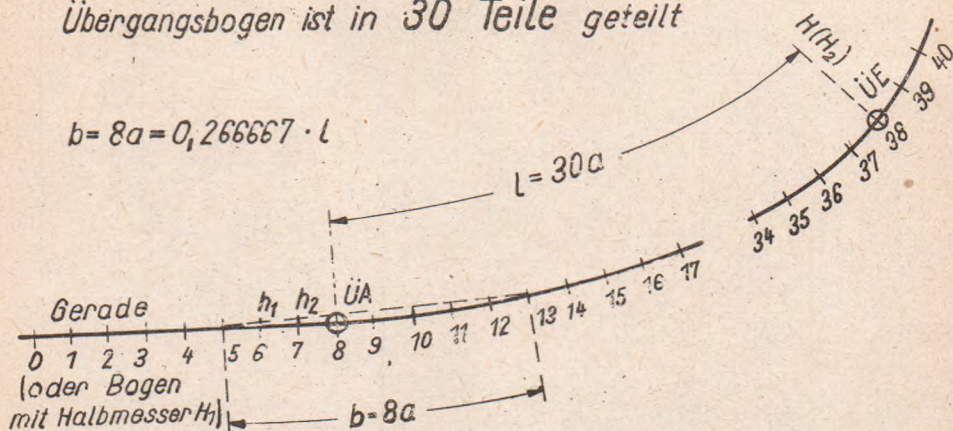
Tafel XIV

Punkt	K_1	K_2	$K_{\bar{u}}$	Punkt	K_1	K_2	$K_{\bar{u}}$
1	0	•		16	27,19	41,35	0,320
2	0	0		17	31,84	49,37	0,405
3	0,01	0		18	36,33	57,34	0,500
4	0,07	0,03		19	40,42	64,85	0,595
5	0,21	0,13		20	43,98	71,56	0,680
6	0,51	0,42		21	46,99	77,34	0,755
7	1,05	1,02		22	49,45	82,19	0,820
8 = ÜA	1,95	2,11	0	23	51,37	86,10	0,875
9	3,33	3,90	0,005	24	52,79	89,09	0,920
10	5,24	6,56	0,020	25	53,76	91,23	0,955
11	7,70	10,16	0,045	26	54,33	92,60	0,980
12	10,71	14,69	0,080	27	54,60	93,36	0,995
13	14,23	20,15	0,125	28 = ÜE	54,68	93,67	1,000
14	18,23	26,52	0,180	29	54,69	93,75	
15	22,60	33,64	0,245	30	54,69	93,75	

Übergangsbogen mit S förmiger Krümmungslinie

Übergangsbogen ist in 30 Teile geteilt

$$b = 8a = 0,266667 \cdot l$$

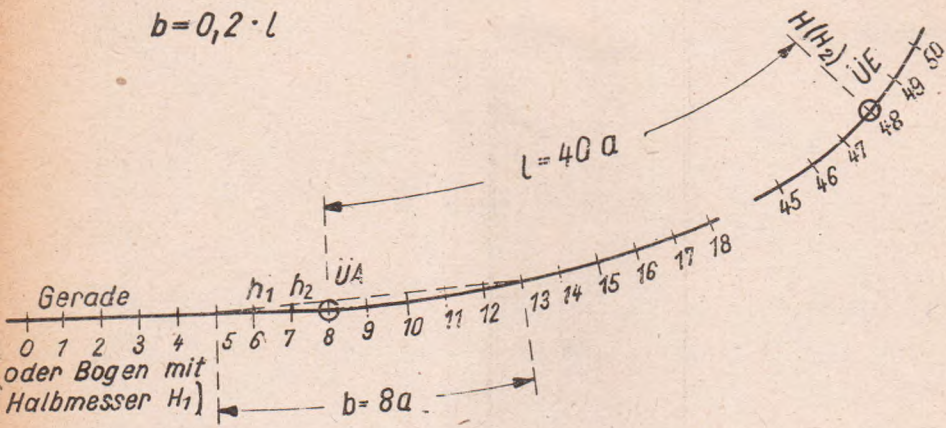


Tafel XV

Punkt	K_1	K_2	$K_{\text{Ü}}$	Punkt	K_1	K_2	$K_{\text{Ü}}$
1	0	0		21	27,28	43,03	0,376
2	0	0		22	30,56	48,68	0,436
3	0,01	0		23	33,77	54,31	0,500
4	0,03	0,01		24	36,80	59,73	0,564
5	0,09	0,06		25	39,60	64,79	0,624
6	0,23	0,19		26	42,15	69,44	0,680
7	0,47	0,45		27	44,46	73,68	0,731
8 ÜA	0,87	0,94	0,000	28	46,52	77,50	0,778
9	1,48	1,73	0,002	29	48,35	80,90	0,820
10	2,33	2,92	0,009	30	49,93	83,89	0,858
11	3,42	4,51	0,020	31	51,26	86,46	0,891
12	4,76	6,53	0,036	32	52,36	88,61	0,920
13	6,34	8,96	0,056	33	53,21	90,35	0,944
14	8,16	11,81	0,080	34	53,85	91,68	0,964
15	10,23	15,07	0,109	35	54,27	92,63	0,980
16	12,54	18,75	0,142	36	54,53	93,24	0,991
17	15,09	22,85	0,180	37	54,65	93,58	0,998
18	17,87	27,36	0,222	38 ÜE	54,68	93,72	1,000
19	20,86	32,27	0,269	39	54,69	93,75	
20	24,02	37,52	0,320	40	54,69	93,75	

Übergangsbogen mit *S*-förmig geschwungener Rampe
 Übergangsbogen ist in 40 Teile geteilt

$b = 0,2 \cdot l$

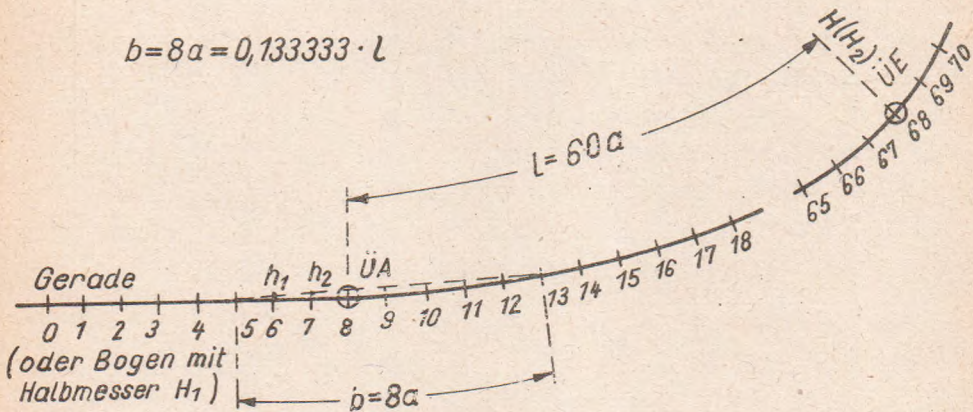


Tafel XVI

Punkt	K_1	K_2	$K_{Ü}$	Punkt	K_1	K_2	$K_{Ü}$	Punkt	K_1	K_2	$K_{Ü}$
1	0	*		18	10,06	15,39	0,125	35	46,20	77,46	0,789
2	0	0		19	11,77	18,16	0,151	36	47,64	80,08	0,820
3	0	0		20	13,61	21,17	0,180	37	48,93	82,46	0,849
4	0,02	0,01		21	15,60	24,41	0,211	38	50,10	84,61	0,875
5	0,05	0,03		22	17,72	27,89	0,245	39	51,12	86,52	0,899
6	0,13	0,10		23	19,97	31,60	0,281	40	52,01	88,20	0,920
7	0,26	0,25		24	22,33	35,53	0,320	41	52,76	89,65	0,939
8 ÜA	0,49	0,53	0,000	25	24,79	39,66	0,361	42	53,38	90,86	0,955
9	0,83	0,98	0,001	26	27,31	43,93	0,405	43	53,86	91,84	0,969
10	1,31	1,64	0,005	27	29,84	48,28	0,451	44	54,21	92,58	0,980
11	1,93	2,54	0,011	28	32,32	52,62	0,500	45	54,45	93,12	0,989
12	2,68	3,67	0,020	29	34,72	56,84	0,549	46	54,60	93,46	0,995
13	3,57	5,04	0,031	30	36,97	60,86	0,595	47	54,67	93,65	0,999
14	4,59	6,64	0,045	31	39,09	64,65	0,639	48 ÜE	54,69	93,73	1,000
15	5,75	8,48	0,061	32	41,07	68,20	0,680	49	54,69	93,75	
16	7,05	10,55	0,080	33	42,92	71,52	0,719	50	54,69	93,75	
17	8,49	12,85	0,101	34	44,63	74,61	0,755				

Übergangsbogen mit S-förmig geschwungener Rampe
 Übergangsbogen ist in 60 Teile geteilt

$$b = 8a = 0,133333 \cdot L$$



Tafel XVII

Punkt	K_1	K_2	$K_{Ü}$	Punkt	K_1	K_2	$K_{Ü}$	Punkt	K_1	K_2	$K_{Ü}$
1	0	0		25	11,06	17,66	0,161	49	45,81	77,34	0,799
2	0	0		26	12,25	19,62	0,180	50	46,81	79,13	0,820
3	0	0		27	13,49	21,68	0,201	51	47,76	80,82	0,839
4	0,01	0		28	14,80	23,85	0,222	52	48,64	82,40	0,858
5	0,02	0,01		29	16,17	26,13	0,245	53	49,46	83,87	0,875
6	0,06	0,05		30	17,60	28,51	0,269	54	50,22	85,24	0,891
7	0,12	0,11		31	19,08	30,99	0,294	55	50,92	86,51	0,906
8 ÜA	0,22	0,23	0,000	32	20,63	33,58	0,320	56	51,55	87,67	0,920
9	0,37	0,43	0,001	33	22,24	36,27	0,347	57	52,13	88,73	0,933
10	0,58	0,73	0,002	34	23,90	39,06	0,376	58	52,65	89,69	0,944
11	0,86	1,13	0,005	35	25,60	41,93	0,405	59	53,10	90,54	0,955
12	1,19	1,63	0,009	36	27,33	44,87	0,436	60	53,50	91,28	0,964
13	1,58	2,24	0,014	37	29,06	47,85	0,467	61	53,83	91,93	0,973
14	2,04	2,95	0,020	38	30,77	50,82	0,500	62	54,11	92,47	0,980
15	2,56	3,77	0,027	39	32,44	53,73	0,532	63	54,32	92,90	0,986
16	3,13	4,69	0,036	40	34,05	56,56	0,564	64	54,48	93,23	0,991
17	3,77	5,71	0,045	41	35,60	59,29	0,595	65	54,58	93,47	0,995
18	4,47	6,84	0,056	42	37,09	61,91	0,624	66	54,65	93,62	0,998
19	5,23	8,07	0,067	43	38,52	64,43	0,653	67	54,68	93,71	0,999
20	6,05	9,41	0,080	44	39,89	66,84	0,680	68 ÜE	54,69	93,74	1,000
21	6,93	10,85	0,094	45	41,19	69,15	0,706	69	54,69	93,75	
22	7,87	12,40	0,109	46	42,44	71,35	0,731	70	54,69	93,75	
23	8,88	14,05	0,125	47	43,62	73,45	0,755				
24	9,94	15,80	0,142	48	44,75	75,45	0,778				

h) Übergangsbogen mit einfach geschwungener Krümmungslinie bei Gegenbogen

Man teilt den Übergangsbogen in 20, 30 oder 40 gleiche Teile „a“ ein und setzt diese Teilung 8 Punkte vor ÜA (im Gegenübergangsbogen) und 8 Teile nach ÜE fort.
Feinrichten von ÜA nach ÜE.

Der vorhergehende Übergangsbogen (mit ebenfalls einfach geschwungener Krümmungslinie) hat die Länge l_v und den Halbmesser H_v . Die Sehne wird über 8 Teilabschnitte „a“ über die Bogenlänge „b“ gespannt.

$$h_1 = c_1 \cdot \frac{b^2}{H} - d_1 \cdot \frac{b^3}{H_v \cdot l_v} + e_1 \cdot \frac{b^4}{H_v \cdot l_v^2}$$

$$h_2 = c_2 \cdot \frac{b^2}{H} - d_2 \cdot \frac{b^3}{H_v \cdot l_v} + e_2 \cdot \frac{b^4}{H_v \cdot l_v^2}$$

Die Werte c , d und e können aus den Tafeln XVIII-XX entnommen werden. Man rechnet vorher die Werte

$$\frac{b^2}{H}, \quad \frac{b^3}{H_v \cdot l_v} \quad \text{und} \quad \frac{b^4}{H_v \cdot l_v^2};$$

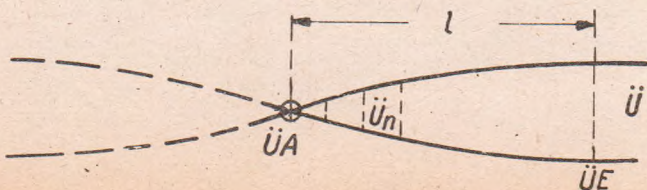
wobei alle Werte in „m“ eingesetzt werden.

Nach Multiplikation mit c , d und e und algebraischer Summierung dieser Ergebnisse erhält man die Werte h in „m“.

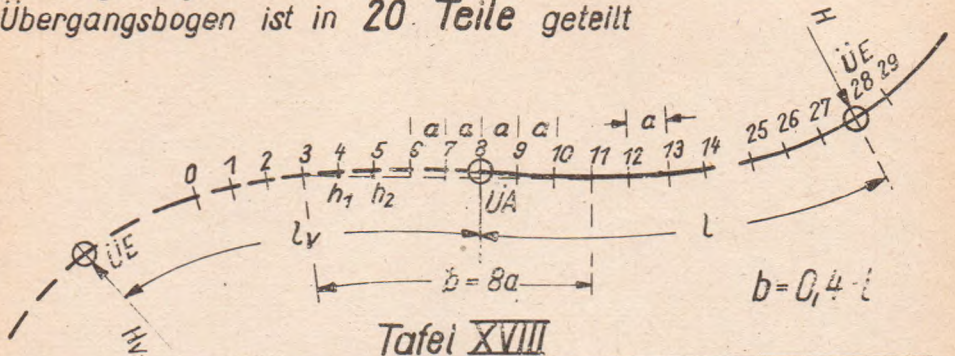
Von Punkt 10 ab werden die Werte „d“ und „e“ Null

Die Überhöhung an den Teilpunkten errechnet sich mit den Werten $K_{\ddot{u}}$ (aus Tafel XVIII-XX) nach der Formel:

$$\ddot{u}_n = K_{\ddot{u}} \cdot \ddot{u}$$



Übergangsbogen mit einfach geschwungener Krümmungslinie
 bei Gegenbogen
 Übergangsbogen ist in 20 Teile geteilt



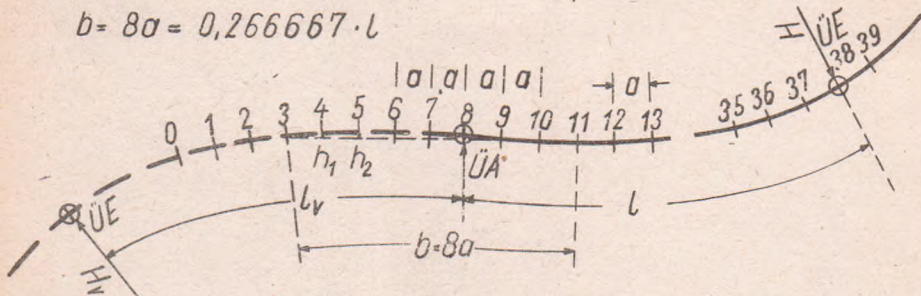
Tafel XVIII

Punkt	c_1	a_1	e_1	c_2	d_2	e_2	Kü
1	0	68,36	24,07				
2	0,03	54,77	16,38	0	109,38	36,13	
3	0,25	41,67	10,36	0,06	86,10	23,92	
4	0,85	29,54	5,92	0,51	63,80	14,57	
5	1,98	18,88	2,91	1,69	43,46	7,89	
6	3,81	10,17	1,12	3,96	26,04	3,58	
7	6,50	3,91	0,26	7,63	12,53	1,22	
8 UA	10,19	0,57	0,02	13,01	3,91	0,24	0,000
9	14,74	0	0	20,12	0,49	0,02	0,097
10	19,25	0	0	27,97	0	0	0,190
11	23,49			35,55			0,277
12	27,46			42,66			0,360
13	31,15			49,30			0,437
14	34,57			55,47			0,510
15	37,71			61,17			0,578
16	40,58			66,41			0,640
17	43,18			71,17			0,697
18	45,50			75,47			0,750
19	47,56			79,30			0,797
20	49,33			82,66			0,840
21	50,84			85,55			0,877
22	52,07			87,97			0,910
23	53,03			89,92			0,937
24	53,74			91,42			0,960
25	54,22			92,49			0,977
26	54,51			93,18			0,990
27	54,65			93,56			0,998
28 ÜE	54,68			93,71			1,000
29	54,69			93,75			
30	54,69			93,75			

Übergangsbogen mit einfach geschwungener Rampe bei einem Gegenbogen.

Übergangsbogen ist in 30 Teile geteilt.

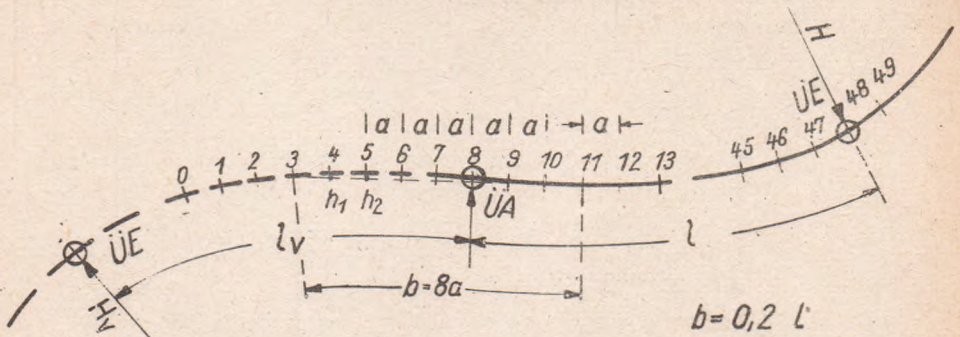
$$b = 8a = 0,266667 \cdot l$$



Tafel XIX

Punkt	C_1	d_1	e_1	C_2	d_2	e_2	$K_{\ddot{u}}$	Punkt	C_1	C_2	$K_{\ddot{u}}$
1	0	68,36	24,07					21	40,82	67,88	0,679
2	0,02	54,77	16,38	0	109,38	36,13		22	42,59	71,04	0,716
3	0,17	41,67	10,36	0,04	86,10	23,92		23	44,23	73,99	0,750
4	0,57	29,54	5,92	0,34	63,80	14,57		24	45,75	76,74	0,782
5	1,34	18,98	2,91	1,14	43,46	7,89		25	47,14	79,27	0,812
6	2,60	10,17	1,12	2,69	26,04	3,58		26	48,42	81,60	0,840
7	4,45	3,91	0,26	5,20	12,53	1,22		27	49,57	83,72	0,866
8-ÜA	7,01	0,57	0,02	8,91	3,91	0,24	0,000	28	50,61	85,63	0,889
9	10,20	0	0	13,85	0,49	0,02	0,066	29	51,52	87,33	0,910
10	13,42			19,38			0,129	30	52,31	88,82	0,929
11	16,52			24,83			0,190	31	52,98	90,10	0,946
12	19,50			30,07			0,249	32	53,52	91,18	0,960
13	22,35			35,10			0,306	33	53,95	92,05	0,972
14	25,09			39,93			0,360	34	54,27	92,71	0,982
15	27,70			44,55			0,412	35	54,48	93,19	0,990
16	30,19			48,96			0,462	36	54,61	93,50	0,996
17	32,56			53,16			0,510	37	54,67	93,66	0,999
18	34,81			57,15			0,556	38-ÜE	54,69	93,73	1,000
19	36,93			60,94			0,599	39	54,69	93,75	
20	38,94			64,51			0,640	40		93,75	

Übergangsbogen mit einfach geschwungener Rampe
 bei Gegenbogen
 Übergangsbogen ist in 40 Teile geteilt



Tafel XX

Punkt	c_1	d_1	e_1	c_2	d_2	e_2	Kü	Punkt	c_1	c_2	Kü
1	0	68,36	24,07					26	40,91	68,55	0,697
2	0,02	54,77	16,38	0	109,38	36,13		27	42,24	70,92	0,774
3	0,13	41,67	10,36	0,03	86,10	23,92		28	43,51	73,16	0,750
4	0,43	29,54	5,92	0,26	63,80	14,57		29	44,70	75,29	0,774
5	1,02	18,88	2,91	0,86	43,46	7,89		30	45,83	77,30	0,797
6	1,97	10,77	1,12	2,03	26,04	3,58		31	46,89	79,20	0,819
7	3,38	3,91	0,26	3,94	12,53	1,22		32	47,88	80,98	0,840
8 UA	5,34	0,57	0,02	6,77	3,91	0,24	0,000	33	48,80	82,64	0,860
9	7,79	0	0	10,55	0,49	0,02	0,049	34	49,66	84,20	0,877
10	10,28			14,80	0	0	0,097	35	50,44	85,61	0,894
11	12,71			19,04			0,143	36	51,16	86,92	0,910
12	15,07			23,16			0,190	37	51,81	88,11	0,924
13	17,36			27,17			0,234	38	52,39	89,18	0,937
14	19,58			31,05			0,277	39	52,90	90,14	0,949
15	21,73			34,82			0,319	40	53,35	90,98	0,960
16	23,82			38,48			0,360	41	53,72	91,70	0,969
17	25,83			42,01			0,399	42	54,03	92,30	0,977
18	27,78			45,43			0,437	43	54,27	92,79	0,985
19	29,66			48,73			0,477	44	54,45	93,17	0,990
20	31,47			51,91			0,510	45	54,57	93,43	0,994
21	33,22			54,98			0,544	46	54,64	93,61	0,998
22	34,89			57,93			0,578	47	54,68	93,70	0,999
23	36,50			60,76			0,609	48 UE	54,59	93,74	1,000
24	38,04			63,48			0,640	49	54,69	93,75	
25	39,51			66,07			0,669	50	54,69	93,75	

VIII. Berechnungsbeispiele für die Ermittlung der Pfeilhöhen

In den Tabellen sind die Werte so berechnet, daß das
Feinrichten immer von der Geraden in den Übergangs-
bogen von ÜA nach ÜE und vom weniger gekrümmten in
den stärker gekrümmten Bogen durchgeführt wird.

Ausnahme:

Gegenbogen ohne Übergangsbogen und ohne Zwischen-
gerade sind nach den Formeln auf Seite 17 zu berechnen.

a) Übergang von der Geraden in den Kreisbogen ohne
Übergangsbogen

Teilung in 4 m-Abstände, beginnend 32 m vor BA;

$$b = 8 \cdot 4 = 32 \text{ m}; \quad H = 1\,000 \text{ m};$$

$$\frac{b^2}{H} = \frac{32^2}{1\,000} = \frac{1\,024}{1\,000} = 1,024$$

Multiplikation dieses Wertes mit den Werten K_1
und K_2 nach Tafel I Seite 16

$$\text{Für Punkt 3: } K_1 = 3,91; \quad K_2 = 1,95$$

$$h_1 = K_1 \cdot \frac{b^2}{H} = 3,91 \cdot 1,024 = 4,00 \text{ mm}$$

$$h_2 = K_2 \cdot \frac{b^2}{H} = 1,95 \cdot 1,024 = 1,99 \approx 2 \text{ mm}$$

b) Übergang bei Bogenwechsel ohne Übergangsbogen

$b = 8 \cdot 4 = 32 \text{ m}$; 4,0 m Teilabstände beginnend
32 m vor BW im flachen Bogen

Berechnung von $\frac{b^2}{H_2}$ und $\frac{b^2}{H_1}$ sowie $\frac{b^2}{H_2} - \frac{b^2}{H_1}$

Berechnung der Pfeilhöhen mit den Werten K_1 und
 K_2 aus Tafel I nach den auf Seite 16 unter c) ange-
gebenen Formeln.

Beispiel:

$$H_1 = 10\ 000\text{ m}; \quad H_2 = 4\ 000\text{ m}; \quad b = 8 \cdot 4 = 32\text{ m}$$

$$\frac{b^2}{H_2} = \frac{32^2}{4\ 000} = 0,2560; \quad \frac{b^2}{H_1} = \frac{32^2}{10\ 000} = 0,1024;$$

$$\frac{b^2}{H_2} - \frac{b^2}{H_1} = 0,2560 - 0,1024 = 0,1536$$

bei Punkt 6 ist

$$\begin{aligned} h_1 &= 54,69 \cdot 0,1024 + 24,41 \cdot 0,1536 \\ &= 5,6 + 3,7 = 9,3 \approx 9,5\text{ mm} \end{aligned}$$

bei Punkt 6 ist

$$\begin{aligned} h_2 &= 93,75 \cdot 0,1024 + 31,25 \cdot 0,1536 \\ &= 9,6 + 4,8 = 14,4 \approx 14\text{ mm} \end{aligned}$$

Werte 24,41 und 31,25 aus Tafel I Seite 16

c) Gegenbogen ohne Zwischengerade und ohne Übergangsbogen

4 m Teilung, beginnend 32 m vor Bogenwechsel
im Bogen mit Halbmesser H_1 .

Es ist gleichgültig, ob H_1 der größere oder kleinere Halbmesser ist. Berechnung von

$$\frac{b^2}{H_1} \text{ und } \frac{b^2}{H_2} \text{ sowie } \frac{b^2}{H_1} + \frac{b^2}{H_2}$$

Pfeilhöhenberechnung mit Tafel I nach den auf
Seite 17 angegebenen Formeln.

Vorzeichen beachten!

d) Übergangsbogen mit gerader oder S-förmiger Krümmungslinie im Anschluß an die Gerade

Man wählt zunächst eine von der in den Tafeln angegebenen Teilung des Übergangsbogens, die diesen in etwa 3 - 5 m lange Teile "a" teilt, berechnet diesen Wert a

(z B bei l = 70 m; gewählt 20er Teilung,

$$a = \frac{70,0}{20} = 3,50 \text{ m}).$$

Daraus errechnet man $b = 8a$

(im Beispiel $b = 8 \cdot 3,50 = 28 \text{ m}$)

Berechnung von $\frac{b^2}{H}$

Durch Multiplikation dieses Wertes mit den Werten K_1 und K_2 der entsprechenden Tafel erhält man die Pfeilhöhen h_1 und h_2 an den einzelnen Punkten. (Im Beispiel nach Tafel IX oder XIV bei geschw Rampe)

Überhöhungen an den einzelnen Punkten werden mit den Werten K_{ij} der entsprechenden Tafeln errechnet.

e) Übergangsbogen im Korbbogen mit gerader oder geschw Krümmungslinie

Man wählt zunächst eine Teilung des Übergangsbogens, wie unter d) angegeben, berechnet dann a und daraus $b = 8a$.

Berechnung: $\frac{b^2}{H_2}$ und $\frac{b^2}{H_1}$ sowie $\frac{b^2}{H_2} - \frac{b^2}{H_1}$

Berechnung der Pfeilhöhen und Überhöhungen nach Abschnitt f 2 (Seite 19) bei gerader Krümmungslinie oder nach Abschnitt g 2 (Seite 33) bei

S-förmig geschw Krümmungslinie.

Beispiel für gerade Krümmungslinie im Ü-Bogen:

$$H_1 = 2\ 000\ \text{m}, \quad H_2 = 500\ \text{m}, \quad l = 80\ \text{m};$$

$$ü_1 = 20\ \text{mm}; \quad ü_2 = 100\ \text{mm}.$$

Gewählt 20er Teilung des Übergangsbogens"

$$\text{Teilabstand } a = \frac{80}{20} = 4\ \text{m};$$

$$b = 8 \cdot 4 = 32\ \text{m}$$

nach Tafel IX Seite 27

$$\frac{b^2}{H_1} = \frac{32^2}{2\ 000} = 0,512; \quad \frac{b^2}{H_2} = \frac{32^2}{500} = 2,048$$

$$\frac{b^2}{H_2} - \frac{b^2}{H_1} = 2,048 - 0,512 = 1,536$$

Bei Punkt 8 (ÜA) beträgt nach Abschnitt f 2 (Seite 19) und mit den K-Werten der Tafel IX

$$\begin{aligned} h_1 &= 54,69 \cdot 0,512 + 5,58 \cdot 1,536 \\ &= 28,0 + 8,57 = \approx 36,5\ \text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_2 &= 93,75 \cdot 0,512 + 7,03 \cdot 1,536 \\ &= 48,0 + 10,80 = \approx 59\ \text{mm} \end{aligned}$$

$K_1 = 5,58$ und $K_2 = 7,03$ aus Tafel IX.

Bei Punkt 9 beträgt:

$$\begin{aligned} h_1 &= 54,69 \cdot 0,512 + 8,20 \cdot 1,536 \\ &= 28,0 + 12,59 = \approx 40,5\ \text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}h_2 &= 93,75 \cdot 0,512 + 11,03 \cdot 1,536 \\ &= 48,0 + 16,94 = \approx 65 \text{ mm}\end{aligned}$$

$K_1 = 8,20$ und $K_2 = 11,03$ aus Tafel IX.

Überhöhung bei Punkt 8:

$$\ddot{U}_n = 20 + 0 \cdot (100 - 20) = 20 \text{ mm}$$

Überhöhung bei Punkt 9:

$$\ddot{U}_n = 20 + 0,05 \cdot (100 - 20) = 20 + 4 = 24 \text{ mm}$$

Wert $K_{ij} = 0,05$ aus Tafel IX.

Berechnung bei Übergangsbogen im Korbbogen mit S-förmig geschwungener Krümmungslinie wie voriges Beispiel, jedoch unter der Verwendung der K-Werte aus einer der Tafeln XIV - XVII.

f) Übergangsbogen mit gerader Rampe (u gerader Krümmungslinie), wenn Gegenübergangsbogen ohne Zwischengerade vorhergeht

Man wählt zunächst eine Teilung des Übergangsbogens (mit der Länge l), wie unter d) angegeben, berechnet a und daraus $b = 8a$.

Berechnung von $\frac{b^2}{H}$ sowie $\frac{b^3}{H_v \cdot l_v}$;

wobei $H_v =$ Halbmesser und $l_v =$ Übergangsbogenlänge des vorhergehenden Übergangsbogens bedeutet.

Berechnung der Pfeilhöhen nach Seite 32

Berechnung der Überhöhung wie bei Abschnitt f 1 (Seite 19) angegeben.

Es genügt, wenn für den einen der beiden Ü-Bogen die Berechnung nach Seite 32 durchgeführt wird. Beim anderen Ü-Bogen Berechnung als einf Ü-Bogen mit Beginn bei Punkt 9 (1/8-Meßpunkt) und Punkt 10 (2/8-Meßpunkt).

Beispiel: $H = 500$ m; $l = 120$ m; vorhergehender Übergangsbogen mit $H_v = 800$ m und $l_v = 70$ m

Gewählt: Teilung des Übergangsbogens in 30 Teile je 4 m; $b = 8 \cdot 4 = 32$ m

$$\frac{b^2}{H} = \frac{32^2}{500} = 2,048; \quad \frac{b^3}{H_v \cdot l_v} = \frac{32^3}{800 \cdot 70} = 0,585$$

bei Punkt 5 errechnet sich nach Seite 32

$$h_1 = K_1 \cdot \frac{b^2}{H} - K_{v1} \cdot \frac{b^3}{H_v \cdot l_v} = 0,69 \cdot 2,048 - 9,44 \cdot 0,585 \\ = - 4,109 = \approx - 4,0 \text{ mm}$$

$K_1 = 0,69$ aus Tafel X, $K_{v1} = 9,44$ aus Tafel XIII;

bei Punkt 5 wird

$$h_2 = K_2 \cdot \frac{b^2}{H} - K_{v2} \cdot \frac{b^3}{H_v \cdot l_v} = 0,59 \cdot 2,048 - 21,73 \cdot 0,585 \\ = - 11,504 = \approx - 12 \text{ mm}$$

Die Pfeilhöhen sind also hier negativ.

g) Übergangsbogen mit einfach geschwungener Krümmungslinie bei Gegenbogen

Man wählt zunächst eine Teilung des Übergangsbogens (20, 30 oder 40 Teile), rechnet den Teilabstand a und daraus $b = 8a$.

Weitere Berechnung:

$$\frac{b^2}{H} ; \frac{b^3}{H_V \cdot l_V} \text{ und } \frac{b^4}{H_V \cdot l_V^2}; \text{ wobei } H_V \text{ und } l_V \text{ Halb-}$$

messer oder Übergangsbogenlänge des vorhergehenden Übergangsbogens sind.

Dann berechnet man die Pfeilhöhen mit der entsprechenden Tafel (XVIII, XIX oder XX) nach den auf Seite 38 angegebenen Formeln. Berechnung der Überhöhungen an den Teilpunkten mit den Werten K_{ij} (Tafel XVIII - XX).

Beispiel:

Halbmesser $H = 1\ 000$ m; Übergangsbogenlänge
 $l = 105$ m; $\ddot{U} = 110$ mm;

vorhergehender Übergangsbogen mit $H_V = 900$ m
und Übergangsbogenlänge $l_V = 120$ m.

Gewählt: Übergangsbogenlänge l wird in 30 Teile
von je 3,50 m Länge geteilt.

$$b = 8 \cdot 3,50 = 28,0 \text{ m}$$

$$\frac{b^2}{H} = \frac{28^2}{1\ 000} = 0,784;$$

$$\frac{b^3}{H_V \cdot l_V} = \frac{28^3}{900 \cdot 120} = 0,203;$$

$$\frac{b^4}{H_V \cdot l_V^2} = \frac{28^4}{900 \cdot 120^2} = 0,047;$$

Bei Punkt 7 errechnet sich (mit Tafel XIX)

$$\begin{aligned}h_1 &= c_1 \cdot \frac{b^2}{H} - d_1 \cdot \frac{b^3}{H_v \cdot l_v} + e_1 \cdot \frac{b^4}{H_v \cdot l_v^2} \\&= 4,45 \cdot 0,784 - 3,91 \cdot 0,203 + 0,26 \cdot 0,047 \\&= 3,49 - 0,79 + 0,01 = 2,71 = \approx 2,5 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}h_2 &= c_2 \cdot \frac{b^2}{H} - d_2 \cdot \frac{b^3}{H_v \cdot l_v} + e_2 \cdot \frac{b^4}{H_v} \\&= 5,20 \cdot 0,784 - 12,53 \cdot 0,203 + 1,22 \cdot 0,047 \\&= 4,08 - 2,54 + 0,06 = 1,6 = \approx 2 \text{ mm}\end{aligned}$$

Bei Punkt 12 ist nach Tafel XIX

$$h_1 = 19,50 \cdot \frac{b^2}{H} = 19,50 \cdot 0,784 = 15,29 = \approx 15,5 \text{ mm}$$

$$h_2 = 30,07 \cdot \frac{b^2}{H} = 30,07 \cdot 0,784 = 23,57 = \approx 24 \text{ mm}$$

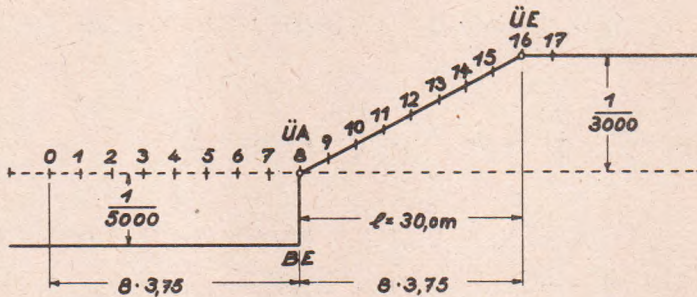
und die Überhöhung

$$\ddot{U}_n = 0,249 \cdot \ddot{U} = 0,249 \cdot 110 = 2,74 = \approx 2,5 \text{ mm}$$

IX. Sonderfälle

a) Übergangsbogen mit Gegenbogen (Kreisbogen) ohne Zwischengerade

Krümmungsbild



Man wählt eine Teilung des Übergangsbogens, rechnet den Teilabstand a und daraus $b = 8a$. Dann rechnet man die Pfeilhöhen des \ddot{U} -Bogens nach der entsprechenden Tafel wie unter d) angegeben.

Von diesen Werten werden für die Punkte 1 bis 9 die nach Tafel I a (Seite 18) berechneten h -Werte abgezogen.

Beispiel:

Übergangsbogen mit 30 m Länge (gerade Krümmungslinie) und $H = 3\ 000$ m. Bei $\ddot{U}A$ schließt ein Gegenbogen mit $H = 5\ 000$ m (ohne Zwischengerade) an.

Gewählt: Übergangsbogen wird in 8 Teile geteilt.

$$a = 3,75 \text{ m}; b = 8 \cdot 3,75 = 30 \text{ m.}$$

$$\frac{b^2}{H} = \frac{30^2}{3\ 000} = 0,300.$$

Berechnung der h_1 -Werte nach Tafel V ist
bei Punkt 7

$$h = 8,79 \cdot 0,3 = 2,64 \text{ mm};$$

bei den h_2 -Werten errechnet sich
bei Punkt 7

$$h = 10,17 \cdot 0,3 = 3,05 \text{ mm.}$$

Zur Berechnung der Werte nach Tafel I a benö-
tigt man

$$\frac{b^2}{H} = \frac{30^2}{5\ 000} = 0,180$$

daraus errechnet man die h -Werte nach Tafel I a
z B für die h_1 -Werte

bei Punkt 7

$$h = 19,53 \cdot 0,18 = 3,52;$$

für h_2 -Werte

bei Punkt 7

$$h = 44,92 \cdot 0,18 = 8,09.$$

Die zur Feinrichtung benötigten Pfeilhöhen sind
dann bei Punkt 7 (bei 1/8-Meßpunkt):

$$h_1 = 2,64 - 3,52 = - 0,88 = \approx - 0,9 \text{ mm};$$

beim 2/8-Meßpunkt:

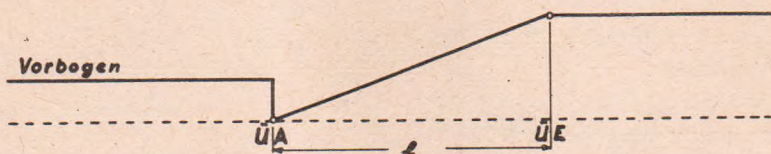
$$h_2 = 3,05 - 8,09 = - 5,04 = \approx - 5,0 \text{ mm.}$$

Die Pfeilhöhen werden hier negativ!

b) Übergangsbogen mit vorgeschaltetem gleichgerichteten Kreisbogen

Man rechnet wie beim vorigen Beispiel zuerst alle h -Werte des Übergangsbogens, dann die Werte des Vorbogens nach Tafel I a, zählt dann bei den Punkten 1 bis 9 beide Werte zusammen.

Krümmungsbild



Dieser Fall ist nicht mustergültig, kommt aber vor. Besser wäre Übergangsbogen in Korbbogen.

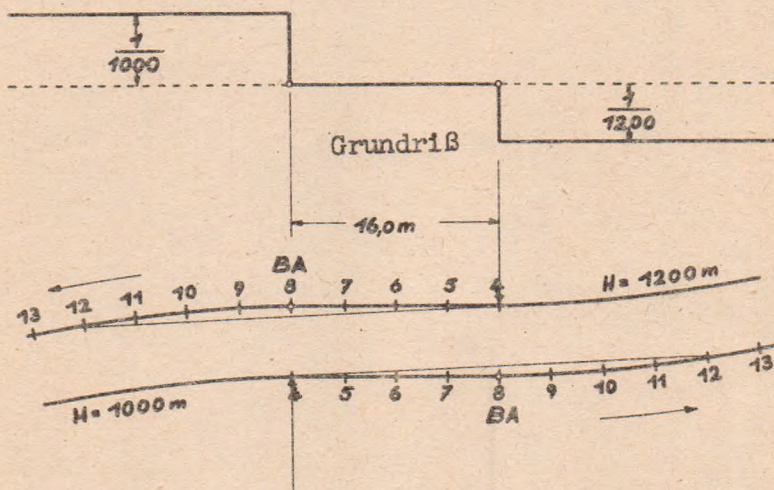
c) Übergangsbogen oder Bogen mit einer Zwischengeraden kleiner als b

Wenn die Zwischengerade mindestens $4 a$ ist, genügt es von den für beide Übergangsbogen (oder Bogen) errechneten Werten alle Werte wegzulassen, bei denen die Sehne den anderen \ddot{U} -Bogen (oder Bogen) berühren würde.

Beispiel:

Gegenbogen mit Halbmesser 1 000 m und 1 200 m
Zwischengerade = 16,0 m.

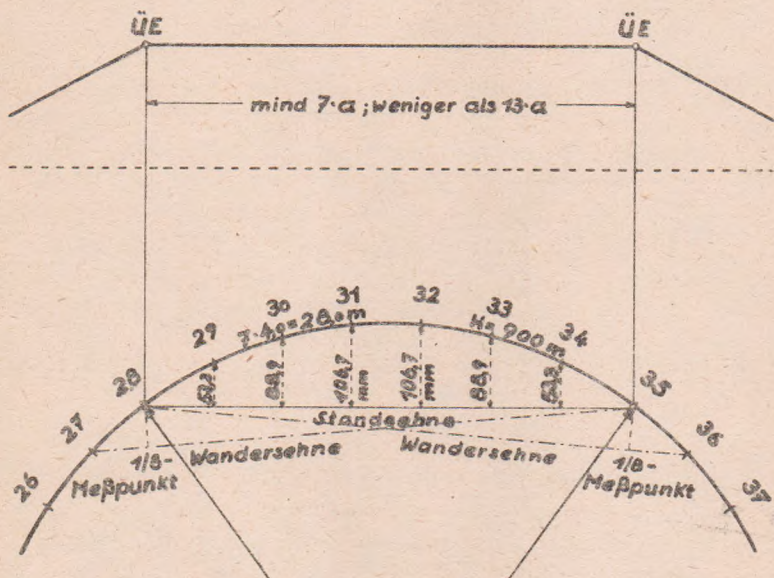
Krümmungsbild



Man rechnet die Pfeilhöhen für jeden der beiden Bogen nach Tafel I, beginnt aber für die 1/8-Messung bei Punkt 5 (Sehne von Punkt 4 bis Punkt 12) und für die 2/8-Messung bei Punkt 6 (ebenfalls Sehne von Punkt 4 bis Punkt 12). Punkt 4 liegt dann noch in der Geraden. Die Punkte 5, 6 und 7 werden zweimal gerichtet, einmal beim Richten des Bogens mit H = 1 000 m und nochmals beim Richten des Bogens mit H = 1 200 m. Überdeckung ist noch gewährleistet.

- d) Bogen mit Übergangsbogen, wenn reine Kreisbogenlänge mindestens $7a$ und weniger als $13a$ beträgt

Krümmungsbild



Man rechnet die Pfeilhöhen für die Übergangsbogen und stellt fest, welche Punkte noch feingegerichtet werden können, wenn die Sehne noch nicht in den anderen Ü-Bogen hineinreicht. Für das restliche Kreisbogenstück werden dann die Pfeilhöhen für eine Standsehne berechnet.

Beispiel:

Bogen mit $H = 900 \text{ m}$, Übergangsbogenlänge $l = 80 \text{ m}$; Bogenstück zwischen den beiden Übergangsbogenenden = 28 m . Man teilt die Ü-Bogen in 20 Teile $a = 4,0 \text{ m}$ und erhält $b = 8 \cdot 4 = 32,0 \text{ m}$. ÜA = Punkt 8; ÜE = Punkt 28. Bei den $1/8$ -Punkten kann ÜE gerichtet werden, wenn Sehne von Punkt 27 bis Punkt 35 gespannt wird. Punkt 35

ist $7 \cdot 4 = 28$ m von Punkt 28 (ÜE) entfernt, also beim anderen ÜE.

Man rechnet also die Pfeilhöhen für beide Übergangsbogen nur bis Punkt 28 (nach Tafel IX).

Es werden zuerst beide Ü-Bogen gerichtet. Erst nachher kann das Kreisbogenstück von ÜE bis ÜE mittels Standsehne gerichtet werden.

Wenn das Kreisbogenstück $13 \cdot a$ und größer ist, brauchen Pfeilhöhen für Standsehne nicht angegeben zu werden.

e) Bogen mit Übergangsbogen, wenn reine Kreisbogenlänge kleiner als $7 a$ ist

Man berechnet die Pfeilhöhen nach der Tabelle und berichtigt alle Werte, soweit die Sehne in den anderen Ü-Bogen zu liegen kommt. Mit der $1/8$ -Messung muß ÜE noch gerichtet werden können. Restkreisbogenstück wird mit Standsehne gerichtet.

Beispiel:

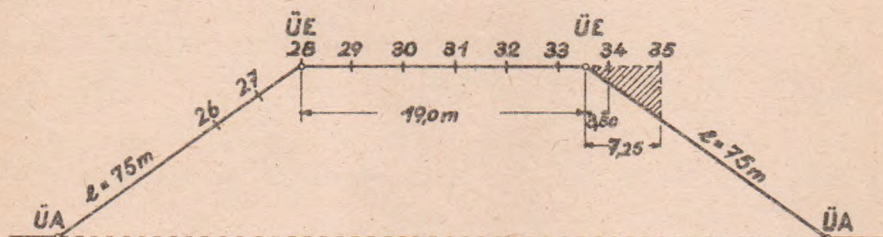
Bogen mit $H = 900$ m und 2 Übergangsbogen mit $l = 75$ m; Bogenlänge von ÜE bis ÜE 19 m.

Gewählt: 20er Teilung mit $a = 3,75$ und $b = 8 \cdot 3,75 = 30$ m.

Beim Feinrichten ($1/8$ -Messung) des Punktes 28 (ÜE) wird die Sehne von Punkt 27 bis Punkt 35 gespannt. Punkt 35 liegt $7 \cdot 3,75 = 26,25$ m von ÜE entfernt, also $26,25 - 19,00 = 7,25$ m im anderen Übergangsbogen.

Auch beim Richten von Punkt 27 (1/8-Messung) liegt die Sehne bei Punkt 34 = 3,50 m im anderen Übergangsbogen.

Krümmungsbild



Der Übergangsbogen ist bei Punkt 34 um

$$e_{34} = \frac{3,50^3 \cdot 1\,000}{6 \cdot H \cdot 1} = \frac{3,5^3 \cdot 1\,000}{6 \cdot 900 \cdot 75} = 0,11 \text{ mm},$$

und bei Punkt 35 um

$$e_{35} = \frac{7,25^3 \cdot 1\,000}{6 \cdot 900 \cdot 75} = 0,94 \text{ mm vom verlängerten}$$

Kreisbogen entfernt (vgl schraffierte Fläche im Krümmungsbild).

Die nach der Tafel IX für Punkt 27 errechnete Pfeilhöhe h_1 müßte um

$$\frac{e_{34}}{8} = \frac{0,11}{8} = 0,01 \text{ mm verkleinert werden, was ohne}$$

Bedeutung ist.

Die für Punkt 28 errechnete Pfeilhöhe h_1 muß

um $\frac{e_{35}}{8} = \frac{0,94}{8} = 0,1$ mm verkleinert werden.

Für Punkt 28 müßte die errechnete Pfeilhöhe h_2

um $\frac{e_{34}}{4} = \frac{0,11}{4} = 0,03$ mm verkleinert werden, was

auch vernachlässigt werden kann.

Damit können zunächst beide ÜE Punkte feingerichtet werden. Das Restbogenstück wird dann mittels Standsehne gerichtet.

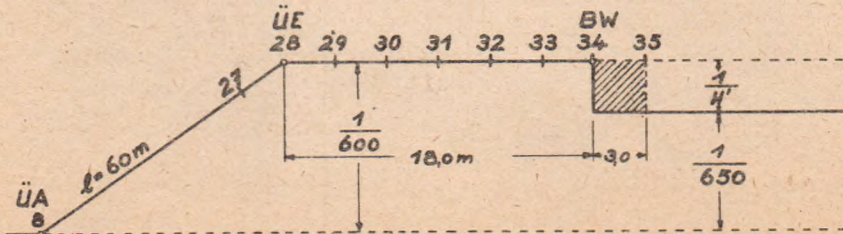
f) Übergangsbogen mit Bogenwechsel in der Nähe von ÜE
Abstand ÜE - BW kleiner als 7a

Die Pfeilhöhen werden zunächst nach der Tabelle berechnet und bis ÜE berichtet, soweit die Sehne im Kreisbogen mit dem anderen Halbmesser liegt.

Beispiel:

60 m langer Übergangsbogen mit $H = 600$ m. Im Abstand von 18 m von ÜE ist ein Bogenwechsel. Halbmesser des anschl. Bogens $H = 650$ m.

Krümmungsbild



Der Halbmesser des Krümmungsunterschiedes beim Bogenwechsel beträgt

$$H' = \frac{650 \cdot 600}{650 - 600} = 7\ 800\text{ m}$$

Die Pfeilhöhen werden zunächst nach Tafel IX berechnet. 20er Teilung $a = 3,0\text{ m}$, $b = 8 \cdot 3 = 24\text{ m}$

Bei der Pfeilhöhenmessung (1/8-Messung) bei Punkt 2' (ÜE) wird die Sehne von Punkt 27 bis Punkt 35 angelegt. Punkt 35 ist dann 3,0 m vom Bogenwechsel entfernt. Bei Punkt 35 ist der Bogen mit $H = 650\text{ m}$ um das Maß

$$e = \frac{3,0^2 \cdot 1\ 000}{2 \cdot H} = \frac{3,0^2 \cdot 1\ 000}{2 \cdot 7\ 800} = 0,58\text{ mm}$$

von dem über den BW hinaus verlängerten Kreisbogen mit $H = 600\text{ m}$ entfernt.

Die nach der Tafel für Punkt 28 (ÜE) errechnete Pfeilhöhe h_1 (1/8-Punkt) muß um das Maß

$$\frac{e}{8} = \frac{0,58}{8} = 0,1\text{ mm} \text{ verkleinert werden.}$$

Wäre der Halbmesser nach Bogenwechsel kleiner als 600 m, so müßte nach Berechnung von H' und e die Pfeilhöhe um $\frac{e}{8}$ vergrößert werden.

- g) Übergangsbogen mit geschwungener Krümmungslinie, wenn reine Kreisbogenlänge kleiner als $7 \cdot a$ ist, sowie Scheitelpbogen

Man berechnet die Pfeilhöhen nach der Tabelle und berichtigt alle Werte, soweit die Sehne in den anderen Ü-Bogen zu liegen kommt. ÜE soll beim 1/8 Meß-

punkt noch gerichtet werden können, Restkreisbogenstück (zwischen ÜE und ÜE) wird zum Schluß mit Standsehne gerichtet.

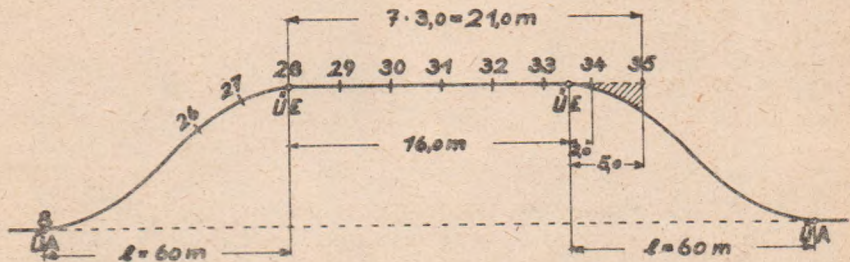
Beispiel:

Bogen mit $H = 900$ m, 2 Übergangsbogen mit geschw Krümmungslinie $l = 60$ m; Bogenlänge von ÜE bis ÜE = $16,0$ m.

Gewählt: 20er Teilung mit $a = 3,0$ m und $b = 8 \cdot 3 = 24,0$ m

Beim Feinrichten (1/8-Punkt) des Punktes 28 (ÜE) wird die Sehne von Punkt 27 bis Punkt 35 gespannt. Punkt 35 liegt $7 \cdot 3,0 = 21,0$ m von ÜE entfernt, also $21,00 - 16,00 = 5,00$ m im anderen Ü-Bogen. Auch beim Feinrichten von Punkt 27 (1/8-Meßpunkt) liegt die Sehne bei Punkt 34 noch $2,0$ m im anderen Ü-Bogen.

Krümmungsbild



Der Übergangsbogen ist bei Punkt 34 um

$$e_{34} = \frac{2,0^4 \cdot 1\,000}{6 \cdot H \cdot 1^2} = \frac{2,0^4 \cdot 1\,000}{6 \cdot 900 \cdot 60^2} = 0,0008 \text{ mm}$$

und bei Punkt 35 um

$$e_{35} = \frac{5,0^4 \cdot 1\,000}{6 \cdot 900 \cdot 60^2} = 0,03 \text{ mm}$$

vom verlängerten Kreisbogen entfernt (vgl schraffierte Fläche)

Die nach Tafel XIV für Punkt 27 errechnete Pfeilhöhe h_1 müßte um

$$\frac{e_{34}}{8} = \frac{0,0008}{8} = 0,0001 \text{ mm verkleinert werden.}$$

Die für Punkt 28 errechnete Pfeilhöhe h_1 müßte um

$$\frac{e_{35}}{8} = \frac{0,03}{8} = 0,0004 \text{ mm verkleinert werden.}$$

Für Punkt 28 müßte die errechnete Pfeilhöhe h_2 (1/4-Meßpunkt) um

$$\frac{e_{34}}{4} = \frac{0,0008}{4} = 0,0002 \text{ mm verkleinert werden.}$$

Diese Werte sind hier im Beispiel so klein, daß sie vernachlässigt werden können. Auf die gleiche Art lassen sich die Pfeilhöhen bei Scheitelpogen errechnen.

