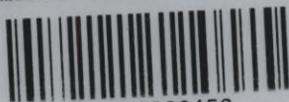


Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300152





DIE  
BERECHNUNG  
DER  
**WEICHEN UND GELEISANLAGEN**

VON  
**ALEXANDER LIPTHAY VON KISFALUD,**

O. Ö. PROFESSOR DES EISENBAHNBAUES AN DER KÖN. TECHNISCHEN HOCHSCHULE  
ZU BUDAPEST.

MIT GENEHMIGUNG DES VERFASSERS AUS DESSEN HANDBUCHE  
ÜBER EISENBAHNBAU AUSZUGSWEISE ÜBERSETZT

VON  
**ARTHUR THIERING**

ASSISTENT DER LEHRKANZEL FÜR EISENBAHNBAU.

*J. Pr. 18285*



BUDAPEST, 1892.

VERLAG VON FRIEDRICH KILIÁN.

*ZB.2*

10

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

III 15363

Verlagsgesellschaft der Peter Lloyd-Gesellschaft.

Akc. Nr. 1624/49

## VORWORT.

Bei deutschen Bahnen ist es schon seit Langem üblich, sich bei Darstellung der Weichen schematischer Figuren zu bedienen, welche bei Projectirung der Geleisverbindungen in die Mittellinien der zu verbindenden Geleise eingeschaltet werden.

Die Geleispläne gewinnen hiedurch nicht nur an Klarheit und Uebersichtlichkeit, sondern die Berechnung derselben liefert unmittelbar auch jene Daten, welche zum Ausstecken der ganzen Anlage nothwendig sind.

Im vorliegenden Werke sind die gleichen schematischen Zeichnungen zu Grunde gelegt, jedoch ist die Berechnung der Geleisverbindungen, anstatt der Lösungen von Fall zu Fall, auf ein einheitliches Verfahren zurückgeführt, indem sämtliche Bedingungen-Gleichungen durch Projicirung gewisser Linienzüge auf passend gewählte Axen aufgestellt werden.

Der Herr Verfasser hat diese Methode, die er in seinen Vorlesungen bereits seit 8 Jahren befolgt, in seinem ausführlichen Handbuche über Eisenbahnbau, welches im Verlage des ungarischen Ingenieur- und Architekten-Vereines erscheint, publicirt und mit zahlreichen Beispielen erläutert.

Der Uebersetzer hofft den Bedürfnissen weiterer Kreise entgegen zu kommen, indem er hiermit die betreffenden Kapitel des erwähnten Werkes, mit Genehmigung des Herrn Verfassers, in deutscher Sprache veröffentlicht.

*Arthur Thiering.*



# INHALTSVERZEICHNISS.

## I. Abschnitt. Einleitung.

	Seite
§. 1. Die Projectionsmethode .....	1
§. 2. Die Wechsel. I. Der Wurzelabstand. — II. Die Richtungsablenkung. — III. Der Spielraum an der Zungenspitze .....	4
§. 3. Die Herzstücke .....	7
§. 4. Die Berechnung und schematische Darstellung der Geleiskreuzungen .....	9

## II. Abschnitt. Die Weichen.

§. 5. Die einfache gerade Weiche. Krümmungsverhältnisse und Radien. — I. Die genaue Berechnung der Weichendimensionen. — II. Näherungsformeln. — III. Vom Einflusse der verfügbaren Schienenlängen auf die Länge der Weichen. — IV. Tabellen. — V. Das Auftragen von Weichenplänen. — VI. Die Sicherheitsschwelle. — VII. Die schematische Darstellung der einfachen, geraden Weichen. — VIII. Beispiel .....	14
§. 6. Die Doppelweiche .....	35
§. 7. Die Kreuzung einfacher, gerader Weichen .....	38
§. 8. Die symmetrische Weiche .....	51
§. 9. In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen. I. Die genaue Berechnung der Weichendimensionen. — II. Näherungsformeln. — III. Die schematische Darstellung der, in entgegengesetztem Sinne gekrümmten Curvenweichen .....	54
§. 10. In gleichem Sinne gekrümmte Curvenweichen. I. Die genaue Berechnung der Weichendimensionen. — II. Näherungsformeln. — III. Die schematische Darstellung der, in gleichem Sinne gekrümmten Curvenweichen .....	60
§. 11. Tabellen zur Berechnung der Curvenweichen. A) Tabelle für Curvenweichen ( $\gamma = 0.02$ ). — B) Tabelle für Curvenweichen ( $\gamma = 0.04$ ). — 1. Beispiel. — 2. Beispiel .....	64

§. 12. <b>Einschaltung von Weichen in gekrümmte Geleise.</b> I. Die Einschaltung einer Geraden in ein gekrümmtes Geleise. — II. Die Einschaltung zweier, einander schneidender Geraden in ein gekrümmtes Geleise. — 1. Beispiel. — 2. Beispiel .....	77
§. 13. <b>Die englische Weiche.</b> I. Die Berechnung der Weichendimensionen. — II. Tabellen. — III. Die schematische Darstellung der englischen Weichen .....	83

### III. Abschnitt. Die Geleisverbindungen.

§. 13. <b>Endweichen zwischen geraden Geleisen.</b> I. Endweichen für parallele Geleise. — 1. Wenn die Entfernung der zu verbindenden Geleise keine grosse ist. — 2. Wenn die Entfernung der zu verbindenden Geleise eine bedeutendere ist. — 3. Wenn zwischen den beiden, mit einander zu verbindenden Geleisen ein durchgehendes Geleise liegt, welches vom Verbindungsgeleise durchschnitten wird. — II. Endweichen zwischen zu einander geneigten Geleisen. — 1. Wenn der Neigungswinkel der zu verbindenden Geleise kleiner ist, als der Kreuzungswinkel der Weiche. — 2. Wenn der Neigungswinkel der zu verbindenden Geleise grösser ist, als der Kreuzungswinkel der Weiche. — 3. Wenn die Entfernung der, mit einander zu verbindenden Geleise eine grosse, oder der Neigungswinkel derselben nur um wenig grösser oder kleiner ist, als der Kreuzungswinkel der Weiche. — 4. Näherungsformeln. — 5. Beispiel .....	90
§. 14. <b>Endweichen zur Verbindung eines geraden und eines gekrümmten Geleises.</b> I. Endweichen zur Verbindung eines geraden Hauptgeleises mit einem gekrümmten Nebengeleise. — 1. Wenn das gerade Hauptgeleise auf der Aussenseite des Bogens liegt. — 2. Wenn das gerade Hauptgeleise auf der Innenseite des Bogens liegt. — II. Endweichen zur Verbindung eines geraden Hauptgeleises mit einem gekrümmten Nebengeleise. — 1. Wenn das gerade Nebengeleise auf der Aussenseite des Bogens liegt. — 2. Wenn das gerade Nebengeleise auf der Innenseite des Bogens liegt .....	100
§. 15. <b>Endweichen für gekrümmte Geleise.</b> I. Wenn das innere das Hauptgeleise ist. — II. Wenn das äussere das Hauptgeleise ist. — Beispiel .....	108
§. 16. <b>Zwischenweichen für gerade Geleise.</b> I. Zwischenweichen für parallele Geleise. — 1. Wenn die Entfernung der beiden Geleise von einander keine grosse ist. — 2. Wenn die Entfernung zwischen den beiden Geleisen eine bedeutendere ist. — II. Zwischenweichen zur Verbindung zweier, zu einander geneigter Geleise. — 1. Wenn die Entfernung der beiden Geleise von einander gering ist. — 2. Wenn die Entfernung zwischen den zu verbindenden Geleisen eine bedeutendere ist. — 3. Wenn die zu verbindenden Geleise einander unter einem stumpfen Winkel kreuzen. — Beispiel .....	114
§. 17. <b>Zwischenweichen zur Verbindung eines geraden mit einem gekrümmten Geleise</b> .....	123
§. 18. <b>Zwischenweichen für gekrümmte Geleise</b> .....	126
§. 19. <b>Kreuzweichen.</b> I. Für parallele Geleise. — II. Für zu einander geneigte Geleise .....	132

§. 20. Verbindung mehrerer paralleler Geleise. 1. Das Muttergeleise schliesst mit dem Hauptgeleise den Kreuzungswinkel ein. — 2. In das Muttergeleise wird zwischen die erste und zweite Weiche ein kleiner Bogen eingeschaltet. — 3. Das Muttergeleise schliesst mit dem Hauptgeleise den doppelten Kreuzungswinkel ein. — 4. Die Neigung des Muttergeleises wird durch Einschaltung einer symmetrischen Weiche vergrössert. — 5. Die Neigung des Muttergeleises wird durch Einschaltung einer, in entgegengesetztem Sinne gekrümmten Curvenweiche vergrössert. — 6. Besondere Fälle. — Polygonales Muttergeleise. — Verbindung mittelst englischer Weichen .....	135
§. 21. Verbindung mehrerer concentrisch gekrümmter Geleise mit einander	146
§. 22. Die Zusammenziehung paralleler Geleise.....	150



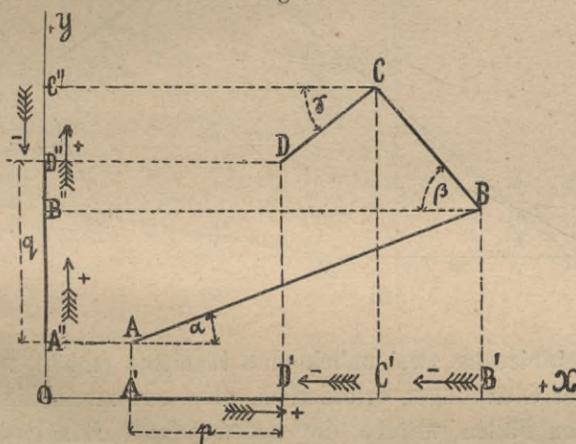
## I. ABSCHNITT.

### Einleitung.

§. 1. Die Projectionsmethode. Die zur Berechnung der Geleisverbindungen nöthigen Gleichungen werden wir gewöhnlich mit Hilfe der Projectionsmethode ableiten.

Das Wesen dieser Methode besteht darin, dass wir die Linienzüge, welche die unbekanntenen Dimensionen enthalten, auf zweckdienlich gewählte Axen projectiren, und zwar derart, dass wir dadurch Projectionen von im vorhinein bekannter Grösse erhalten.

Fig. 1.



Jedesmaliges Projectiren liefert uns eine Gleichung; wir müssen daher so vielmal projectiren, als wir unbekanntene Dimensionen zu bestimmen haben.

Beim Projectiren haben wir die Vorzeichen der Projectionen zu berücksichtigen. Wir werden also beim continuirlichen Durchschreiten der Linienzüge solche Projectionen als negativ bezeichnen, welche der, als positiv angenommenen Richtung entgegengesetzt sind.

So sind z. B. in Fig. 1 beim Projectiren des Linienzuges  $ABCD$  auf die Axe  $X$ , falls die Projection von  $AB$  als positiv angenommen wird, die

Projectionen von  $BC$  und  $CD$  als negativ zu betrachten. Wenn wir denselben Linienzug auf die Axe  $Y$  projiciren, und die Projectionen von  $AB$  und  $BC$  positive nennen, ist die Projection von  $CD$  negativ.

Der algebraische Werth der Projection eines Linienzuges ist demgemäss durch die Projectionen seiner Endpunkte ( $A$  und  $D$ ) begrenzt.

In Fig. 1 sind die betreffenden Gleichungen, wenn wir auf die  $X$ -Axe projiciren :

$$p = a \cdot \cos \alpha - b \cdot \cos \beta - c \cdot \cos \gamma,$$

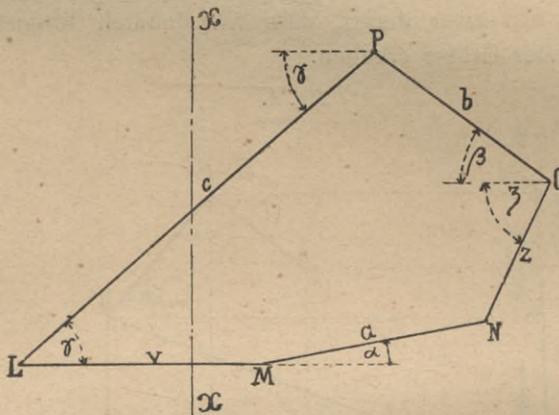
wenn wir auf die  $Y$ -Axe projiciren :

$$q = a \cdot \sin \alpha + b \cdot \sin \beta - c \cdot \sin \gamma,$$

wo  $a$ ,  $b$  und  $c$  die Länge der einzelnen Theile von  $ABCD$  bezeichnen.

Es ist aus dem Bisherigen klar, dass der algebraische Werth von Projectionen in sich geschlossener Linienzüge, auf jede beliebige Projectionsaxe bezogen, immer gleich Null ist.

Fig. 2.



Wenn ein Linienzug zwei unbekannte Elemente enthält, sind zu deren Bestimmung zwei Gleichungen erforderlich, also ein zweimaliges Projiciren nöthig. In solchen Fällen werden die nothwendigen Eliminationen manchmal sehr schwerfällig. Diese Schwierigkeit ist aber dadurch zu umgehen, dass wir die eine Projectionsaxe normal zur einen Unbekannten legen, wodurch die Projection dieser Unbekannten auf die, zu ihr normalen Axe gleich Null wird, in der betreffenden Projectionsgleichung sonach nur mehr eine Unbekannte zurückbleibt.

Wenn z. B. (Fig. 2) in dem, in sich geschlossenen Linienzuge  $LMNOPL$  die Seite  $v$  und der Winkel  $\zeta$  unbekannt sind, legen wir zur Bestimmung des Winkels  $\zeta$  die Projectionsaxe  $XX$  normal zur Seite  $v$ . Da deren Projec-

tion auf diese Axe gleich Null ist, entfällt  $v$  aus der Projectionsgleichung gänzlich. Die Projection des in sich geschlossenen Linienzuges ist gleich Null; wir erhalten also beim Projiciren auf die Axe  $XX$  die Gleichung:

$$0 = a \cdot \sin \alpha + z \cdot \sin \zeta + b \cdot \sin \beta - c \cdot \sin \gamma$$

aus welcher, zur Bestimmung der Unbekannten  $\zeta$  sich die Formel:

$$\sin \zeta = \frac{c \cdot \sin \gamma - a \cdot \sin \alpha - b \cdot \sin \beta}{z}$$

ergeben würde. Behufs Bestimmung der Unbekannten  $v$  projiciren wir denselben Linienzug auf die Richtung  $LM$ . Dadurch erhalten wir (Fig. 2) die Gleichung:

$$0 = v + a \cos \alpha + z \cos \zeta - b \cos \beta - c \cdot \cos \gamma,$$

beziehungsweise die Formel:

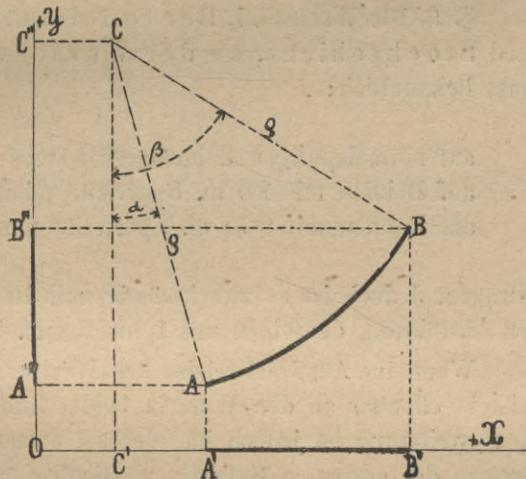
$$V = b \cos \beta + c \cdot \cos \gamma - a \cdot \cos \alpha - z \cos \zeta$$

aus welcher  $v$  berechnet werden kann, da der Werth von  $\zeta$  schon früher bestimmt wurde.

Fig. 3.

Bei Berechnung der Geleisverbindungen enthalten die zu projicirenden Linienzüge ausser Geraden gewöhnlich auch Theile von Kreisbögen. Um diese projiciren zu können, ist es nöthig, die Grösse ihrer Radien und jener Winkel zu kennen, welche ihre Grenzradien mit den Projectionsaxen oder deren Normalen einschliessen.

Die Projectionen des mit dem Radius  $q$  beschriebenen Kreisbogen  $AB$  (Fig. 3) sind:



$$\begin{aligned} A' B' &= C' B' - C' A' \\ A'' B'' &= A'' C'' - B'' C'', \end{aligned}$$

daher:

$$\begin{aligned} A' B' &= q (\sin \beta - \sin \alpha) \\ A'' B'' &= q (\cos \alpha - \cos \beta) \end{aligned}$$

Das Vorzeichen der Projection wird selbstverständlich in jedem einzelnen Falle durch deren Richtung bei continuirlicher Durchschreitung des Linienzuges bestimmt.

Bezüglich der Anwendung der Projectionsmethode ist noch im All-

gemeinen zu erwähnen, dass, da die in der Ebene eines rechtwinkligen Coordinatensystems liegenden Figuren durch ihre Projectionen auf die beiden Axen dieses Systems vollständig bestimmt sind, wir durch Projiciren eines in sich geschlossenen Linienzuges immer nur zwei Bedingungsgleichungen erhalten. Wenn wir daher denselben Linienzug auch noch auf die Axen eines anderen rechtwinkligen Coordinatensystems projiciren wollten, so bekämen wir dadurch keine neuen Gleichungen, da wir ja damit eigentlich nur eine Coordinatentransformation vollzogen hätten. Da die beiden Bedingungsgleichungen nur die Werthe zweier Elemente des betreffenden Linienzuges bestimmen, ergibt sich, dass von den Elementen eines in sich geschlossenen Linienzuges, mit Ausnahme zweier, alle anderen frei gewählt werden dürfen, selbstverständlich mit Berücksichtigung der sonstigen massgebenden Bedingungen der betreffenden Aufgabe.

Bevor wir zur Berechnung der Weichen selbst übergehen, sehen wir uns, sowohl der Vollständigkeit als auch der leichteren Verständlichkeit wegen, bemüssigt, eine kurze Uebersicht über die metrischen Verhältnisse der Wechsel und Herzstücke, sowie der Geleiskreuzungen voranzuschicken.

**§. 2. Die Wechsel. I. Der Spielraum zwischen der Zungen- und Stockschiene, an der Wurzel des Wechsels gemessen, muss bekanntlich:**

auf normalspurigen Bahnen mindestens . . . . .	52 mm.
auf Bahnen mit 1.0 m. Spurweite mindestens . . . . .	44 „
auf Bahnen mit 0.75 m. Spurweite mindestens . . . . .	42 „

betragen. Jedoch ist es zweckmässig, mit Rücksicht auf die Ungenauigkeit der Ausführung denselben um 1 bis 2 mm. breiter anzunehmen.

Wenn im Ausweichgeleise des Wechsels die Spur nicht erweitert wird, entsteht offenbar an den Wurzeln beider Zungen derselbe Spielraum. Eine Spurerweiterung ist jedoch im Wechsel ebenso motivirt, wie in den Krümmungen des currenten Geleises, wesshalb denn auch manche Bahnverwaltung, trotz der daraus entstehenden Complicationen der Wechselconstruction, eine solche anwendet. Da nun diese Spurerweiterung durch Verschiebung des inneren Schienenstranges bewerkstelligt wird, ist in solchen Wechseln der Spielraum zwischen der zum Ausweichgeleise gehörigen Stockschiene und der dazugehörigen Zunge um das Mass der Spurerweiterung grösser, als zwischen der anderen Zunge und der geraden Stockschiene.

Wir werden uns im weiteren Verlaufe unserer Ausführungen häufig der Bezeichnung: Wurzelabstand (*g*) bedienen, und darunter jene Entfernung verstehen, in welcher sich die inneren Kanten der Stock- und Zungenschienen an der Wurzel von einander befinden.

Wenn die Kopfbreite der Stock- und Zungenschien  $a$  ist, so erhalten wir für den Wurzelabstand:

$$g = k + a \dots \dots \dots (1)$$

worin  $k$  den an der betreffenden Stelle zwischen den Schienenköpfen gelassenen Spielraum bedeutet.

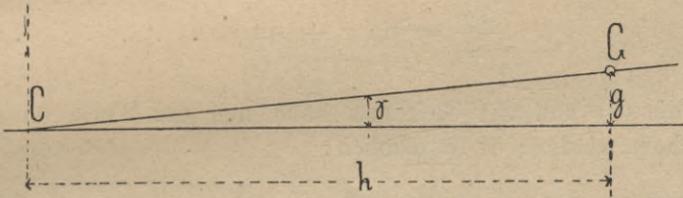
II. Die Richtungsablenkung kann im Wechsel bekanntlich auf verschiedene Art erfolgen; wir werden indess bei Berechnung der Weichen nur die in der Praxis zumeist angewendeten, folgende zwei Anordnungen berücksichtigen:

1. Die Ablenkung an der Spitze des Wechsels erfolgt in einer zum Hauptgeleise geneigten geraden Richtung. Die sogenannten Wurzeltangente ist hiebei (Fig. 4):

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{g}{h} \dots \dots \dots (2)$$

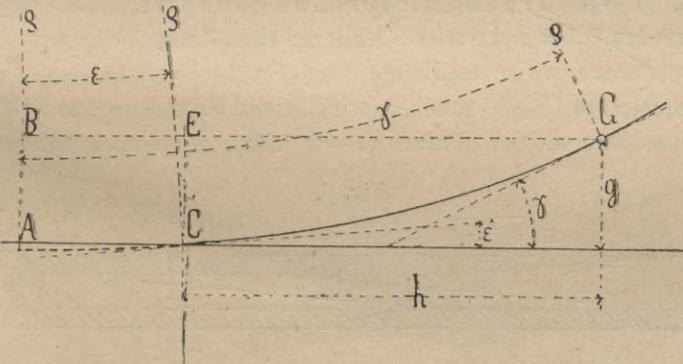
worin  $g$  den Wurzelabstand,  $h$  die Länge der Zungenschiene bedeutet.

Fig. 4.



2. Die Ablenkung erfolgt mittelst eines Kreisbogens, welcher das Hauptgeleise an der Spitze unter einem gewissen Winkel ( $\epsilon$ ) durchschneidet.

Fig. 5.



In diesem Falle (Fig. 5) gelangen wir durch zweimaliges Projiciren des Kreisbogens  $CG$  zu folgenden Gleichungen:

$$h = \overline{EG} = \rho (\sin \gamma - \sin \epsilon)$$

$$g = \overline{AB} = \rho (\cos \epsilon - \cos \gamma)$$

woraus sich: 
$$\frac{h}{\varrho} = \sin \gamma - \sin \varepsilon \dots \dots \dots (3)$$

$$\frac{g}{\varrho} = \cos \varepsilon - \cos \gamma \dots \dots \dots (4)$$

ergibt. Hierbei ist zu bemerken, dass  $\varrho$  den Krümmungsradius des Wechsels, und, wie oben,  $g$  den Wurzelabstand,  $h$  die Länge der Zungenschiene bedeutet.

In der (4) Gleichung substituiren wir nun folgende Näherungswerthe:

$$\cos \varepsilon = (1 - \sin^2 \varepsilon)^{\frac{1}{2}} = 1 - \frac{1}{2} \sin^2 \varepsilon + \dots \dots \dots$$

$$\cos \gamma = (1 - \sin^2 \gamma)^{\frac{1}{2}} = 1 - \frac{1}{2} \sin^2 \gamma + \dots \dots \dots$$

und erhalten die Gleichung:

$$\frac{g}{\varrho} = \frac{1}{2} (\sin^2 \gamma - \sin^2 \varepsilon),$$

welche, durch die (3) Gleichung dividirt, in:

$$\frac{2g}{h} = \sin \gamma + \sin \varepsilon \dots \dots \dots (5)$$

übergeht.

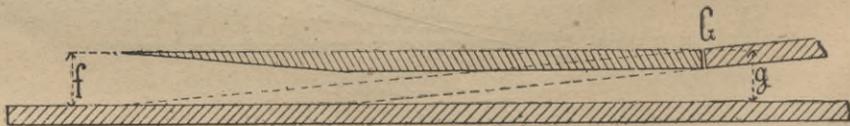
Aus der (3) und (5) Gleichung kann nun der Werth von  $\sin \varepsilon$  und  $\sin \gamma$  berechnet werden; es ist nämlich:

$$\sin \varepsilon = \frac{g}{h} - \frac{h}{2\varrho} \dots \dots \dots (6)$$

$$\sin \gamma = \frac{g}{h} + \frac{h}{2\varrho} \dots \dots \dots (7)$$

III. Der Spielraum an der Zungenspitze muss so gross genommen werden, dass bei voller Oeffnung der Zunge nirgends ein geringerer Zwischenraum zwischen Zunge und Stockschiene entstehe, als jener minimale Spielraum ( $k_{\min}$ ), welchen wir für die Entfernung zwischen Stock- und Zungenschiene an der Wurzel bereits früher angegeben haben.

Fig. 6.



Bei Anwendung von geraden Zungen muss zu diesem Zwecke die Zunge mindestens in eine zur Stockschiene parallele Lage gebracht werden (Fig. 6); der hierbei entstehende Spielraum ist:

$$f = g \dots \dots \dots (8)$$

also dem Wurzelabstande gleich.

Bei Anwendung von gekrümmten Zungen hinwieder sind dieselben bei Oeffnung des Wechsels mindestens in eine solche Lage zu bringen, dass ihre Wurzeltangente  $TT'$  (Fig. 7) zur Stockschiene parallel sei. Es ist demnach in diesem Falle der Spielraum an der Spitze:

$$f = g + q$$

oder, da annähernd:

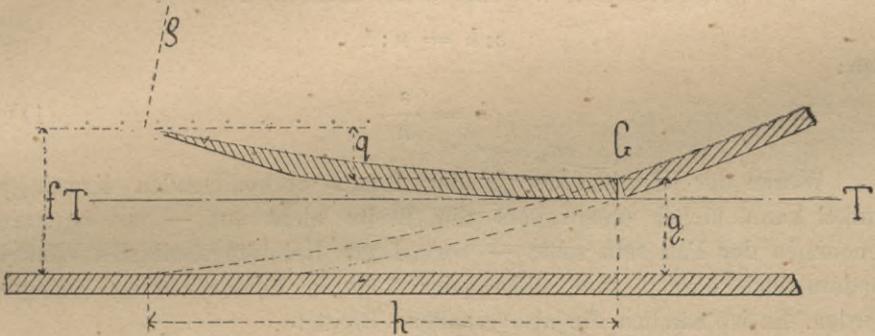
$$q = \frac{h^2}{2\varrho}$$

ist:

$$f = g + \frac{h^2}{2\varrho} \dots \dots \dots (9)$$

§. 3. Die Herzstücke. Früher war es gebräuchlich, die Neigung der einander kreuzenden Geraden durch den betreffenden Winkel zu messen,

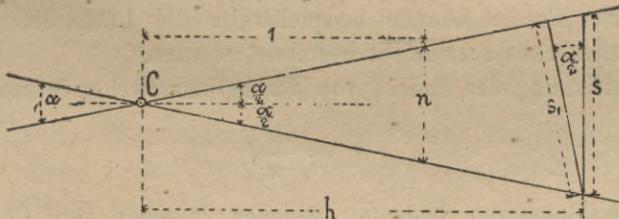
Fig. 7.



während dieselbe derzeit gewöhnlich durch eine Proportionszahl charakterisirt wird.

Unter dem Neigungsverhältnisse ( $n$ ) eines Herzstückes verstehen wir diejenige Zahl, welche die Proportion zwischen Basis und Höhe in jenen gleichseitigen Dreiecken angibt, welche bei der Kreuzung gebildet werden

Fig. 8.



können. (Fig. 8.) Das Neigungsverhältniss ist also zugleich die Distanz der beiden Schienenstränge von einander, im Abstände Eins vom Kreuzungspunkte  $C$  gemessen.

Das Neigungsverhältniss kann in gewöhnlichen oder in decimalen Brüchen ausgedrückt werden.

Die gebräuchlicheren Werthe desselben sind:

$$n = \frac{1}{6}, \frac{1}{7}, \frac{1}{8}, \frac{1}{9}, \frac{1}{10}, \frac{1}{11}, \frac{1}{12},$$

beziehungsweise:

$$n = 0.16, 0.15, 0.14, 0.13, 0.12, 0.11, 0.10, 0.09, 0.08.$$

Zwischen dem Neigungsverhältnisse und dem Kreuzungswinkel besteht, wie sich aus Fig. 8 ergibt, folgender Zusammenhang:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{n}{2} \dots \dots \dots (10)$$

Wenn das Neigungsverhältniss bekannt ist, kann die Entfernung  $h$  jener Stelle, wo die Breite zwischen den Schienensträngen eine gegebene Grösse ( $s$ ) beträgt, leicht berechnet werden; es ist nämlich (Fig. 8):

$$s:h = n:1$$

also:

$$h = \frac{s}{n} \dots \dots \dots (11)$$

Wegen der Kleinheit der in der Praxis vorkommenden Kreuzungswinkel kann hiebei ohneweiters die Breite nicht nur — wie es, streng genommen der Fall sein sollte — normal zur Halbirungslinie des Winkels, sondern auch normal zum einen oder anderen Schienenstrang gemessen werden. Es ist nämlich die also erhaltene Breite:

$$s' = s \cdot \cos \frac{\alpha}{2},$$

aber bei den, in der Praxis vorkommenden Kreuzungswinkeln ist  $\cos \frac{\alpha}{2}$  von der Einheit so wenig verschieden, dass durch die Annahme:

$$s = s'$$

kein fühlbarer Fehler entsteht.

Mit dieser Formel können beispielsweise die Längsdimensionen eines einfachen Herzstückes sehr leicht berechnet werden.\*

Die Entfernung des Knieses von der mathematischen Spitze ist (Fig. 9):

$$q = \frac{k}{n},$$

worin  $k$  den Spielraum bedeutet, welcher zwischen der Herzspitze und den Knieschienen gelassen werden muss, und welcher — im Mittel —

\* Wir beschränken uns hier auf diejenigen, welche wir bei Berechnung der Weichen benöthigen werden.

bei normalspurigen Bahnen . . . . .	46 mm.
bei Bahnen mit 1'0 m. Spurweite . . . . .	39 „
bei Bahnen mit 0'75 m. Spurweite . . . . .	37 „

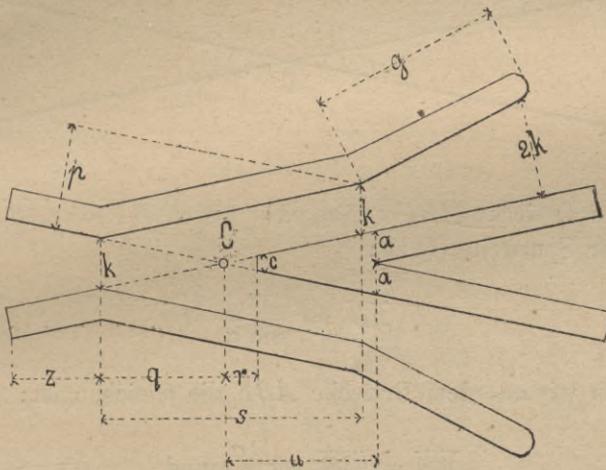
beträgt.

Das Herzstück muss mindestens so lang sein, dass die Köpfe der Anschlussschienen nicht abgehobelt werden brauchen. Die minimale Entfernung des Herzstückende von der mathematischen Herzspitze ist also :

$$u_{\min} = \frac{2a}{n} \dots \dots \dots (12)$$

worin  $a$  die Breite des Schienenkopfes bedeutet.

Fig. 9.



Es ist indess zweckmässiger, wenn auch die Füße der Anschlussschienen intakt bleiben können, zu welchem Zwecke bei senkrecht stehenden Schienen :

$$u'_{\min} = \frac{a + d}{n} \dots \dots \dots (13)$$

bei schief stehenden hingegen :

$$u''_{\min} = \frac{a + d + 2mi}{n} \dots \dots \dots (14)$$

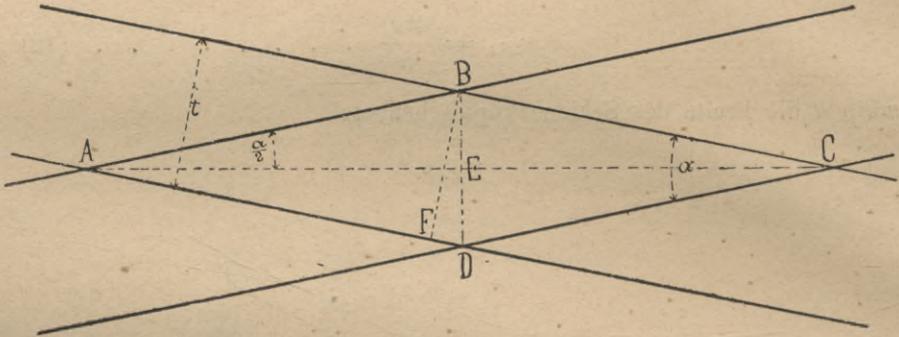
zu nehmen ist,  $d$  bedeutet hierin überall die Breite des Schienenfusses,  $m$  die Schienenhöhe und  $i$  die Conicität der Radreifen, beziehungsweise die Neigung der Schienen.

**§. 4. Die Berechnung und schematische Darstellung der Geleiskreuzungen.** Die Länge der Schienenstränge zwischen den einfachen und Doppelherzstücken erhalten wir, wenn wir die Dimension  $AB = BC = CD = AD$  bestimmen; behufs Aussteckung der Geleiskreuzung haben

wir ferner noch die Kenntniss der Dimensionen  $\overline{AE} = \overline{EC}$  und  $\overline{BE} = \overline{DE}$  nöthig.

In Fig. 10 stellen die vier Geraden die inneren Kanten der betreffenden Schienenstränge dar; die Punkte  $A$  und  $C$  sind also die mathematischen Spitzen der beiden einfachen Herzstücke.

Fig. 10.



Aus dem Dreiecke  $ABF$  ergibt sich, wegen  $\overline{BF} = \overline{AB} \cdot \sin \alpha$ , worin  $\overline{BF}$  gleich der Spurweite ( $t$ ) ist:

$$\overline{AB} = \frac{t}{\sin \alpha} \dots \dots \dots (1)$$

ferner erhalten wir aus dem Dreiecke  $ABE$  die Gleichungen:

$$\overline{AE} = \overline{AB} \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \text{ und}$$

$$\overline{BE} = \overline{AB} \cdot \sin \frac{\alpha}{2}.$$

Wenn in dieselben der früher bestimmte Werth von  $\overline{AB}$  substituirt und dann berücksichtigt wird, dass:

$$\sin \alpha = 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

ist, gelangen wir zu den Formeln:

$$\overline{AE} = \frac{t}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} \dots \dots \dots (2)$$

$$\overline{BE} = \frac{t}{2 \cos \frac{\alpha}{2}} \dots \dots \dots (3)$$

Fig. 11.

In Fig. 11 theilen wir den Grundriss einer solchen Geleiskreuzung mit.

Bei Abhandlung der Geleisverbindungen werden wir uns einer schematischen Darstellung derartiger Geleiskreuzungen bedienen.

Zu diesem Zwecke benützen wir die im Punkte *E* sich schneidenden Mittellinien der kreuzenden Geleise, welche demnach ebenfalls unter dem Kreuzungswinkel ( $\alpha$ ) zu zeichnen sind. Auf diese Mittellinien tragen wir vom Punkte *E* aus jene Entfernungen *u* auf, welche zwischen dem Mittelpunkte *E* und den Enden der einfachen Herzstücke bestehen, und nach den vorhergehenden Formeln mit Leichtigkeit zu berechnen sind. Schliesslich werden noch die von *E* ausgehenden und bis zu den Enden der Herzstücke reichenden Theile der grösseren Deutlichkeit wegen schraffirt. (Fig. 12.)

Zur Berechnung der erwähnten Dimension folgt aus der Figur unmittelbar, wenn wir den Abstand des Herzstückendes vom mathematischen Kreuzungspunkte mit *s* bezeichnen, und ferner berücksichtigen, dass :

$$\overline{LB} = \overline{LE} \cdot \tan \frac{\alpha}{2}$$

ist :

$$u = \overline{AB} - \overline{LE} \cdot \tan \frac{\alpha}{2} + s,$$

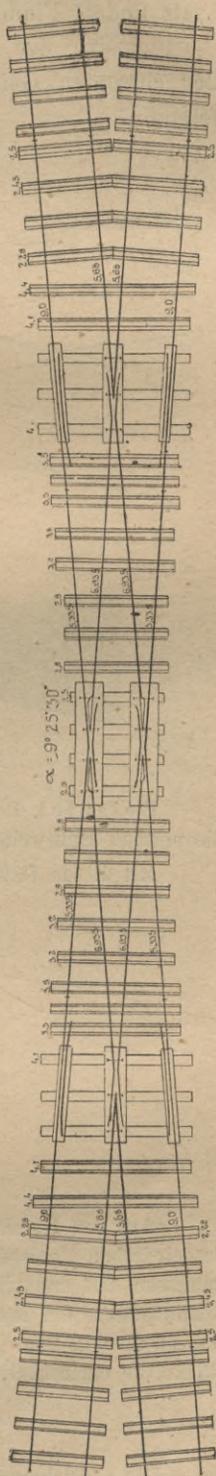
woraus durch Substituierung der betreffenden Werthe die Formel :

$$u = \frac{t}{\sin \alpha} - \frac{t}{2} \tan \frac{\alpha}{2} + s$$

folgt.

Zweckmässig ist es ferner, die schematische Bezeichnung noch mit der Länge *v* jener Anschlussschienen zu ergänzen, an deren Enden die Schienenstösse in beiden Geleisen einander wieder gegenüber liegen, — von welchen Stellen an also die Geleise wieder in vollständig normaler Weise gelegt werden können.

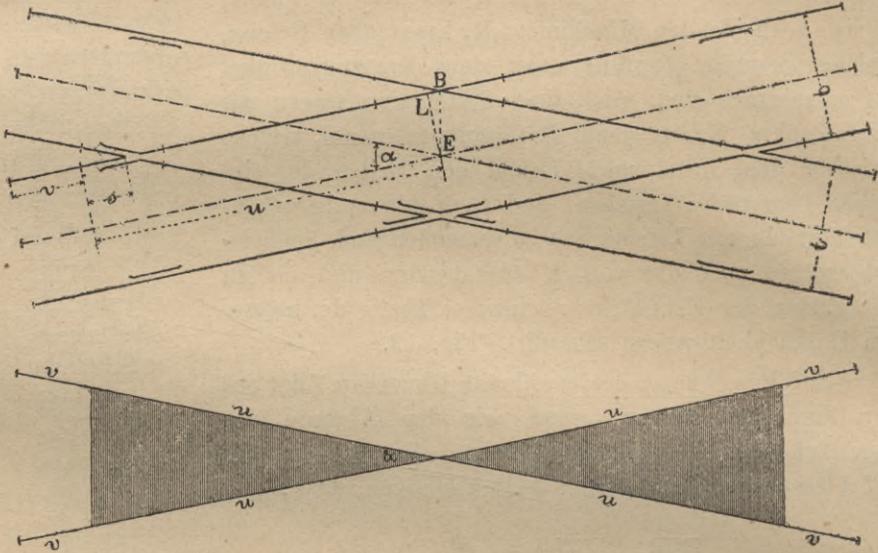
Bei Projectirung complicirter Geleisanlagen bietet die mitgetheilte schematische Darstellung den Vortheil, dass wenn zwischen den Mittellinien gewisser Geleise der schraffirte Theil der Fig. 12 eingeschaltet werden kann, auch die betreffende Geleiskreuzung, — wenn auch mit Anstückelung der Anschlussschienen — daselbst



Oest.-ung. Staatseisenbahngesellschaft,

Platz findet. Findet jedoch an der betreffenden Stelle die volle Fig. 12 — inclusive der Dimensionen  $v$  — Platz, so kann natürlich der Anschluss der currenten Geleise an die Kreuzungsstelle in ganz normaler Weise erfolgen.

Fig. 12.



Beispiel. Bei der in Fig. 10 dargestellten Geleiskreuzung ist  $\alpha = 9^\circ 25' 30''$ , die normale Spurweite  $t = 1.435$  m.

Mit diesen Daten erhalten wir aus den obigen Formeln:

$$\overline{AB} = \frac{t}{\sin \alpha} = 8.767 \text{ m.}$$

$$\overline{AE} = \frac{t}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} = 8.737 \text{ m.}$$

$$\overline{BE} = \frac{t}{2 \cos \frac{\alpha}{2}} = 0.720 \text{ m.}$$

Aus den Normalplänen der dazugehörigen Herzstücke geht hervor, dass die Länge des einfachen Herzstückes, auf der Seite des Knies, von der mathematischen Spitze an gemessen, 607 mm., im Doppelherzstücke hinwieder die Entfernung des Endes vom Schnittpunkte der inneren Kanten, 1213 mm. beträgt. Auf Stossfugen je 6 mm., im Ganzen also 12 mm. gerechnet, bleibt darnach als Länge der zwischen die beiden Herzstücke die einzuschaltenden Schiene:

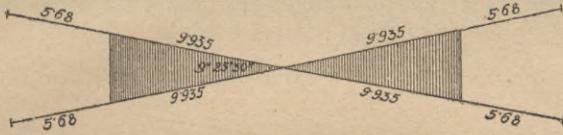
$$8767 - (607 + 1213 + 12) = 6935 \text{ mm.}$$

Die Geleiskreuzung ist in Fig. 13 auch schematisch dargestellt. Die Länge des

einfachen Herzstückes beträgt nämlich nach der andern Seite, ebenfalls von der mathematischen Herzspitze an gemessen  $s = 1.228$  m.; es ist daher:

$$u = 8.767 - \frac{1.435}{2} \operatorname{tang} 4^{\circ} 42' 45'' + 1.228 = 9.935 \text{ m.}$$

Fig. 13.



Die Länge der Anschlusschienen, an deren Enden die Stösse wieder einander direkt gegenüber zu liegen kommen, beträgt, wie aus Fig. 13 zu erschen, 5,68 m.

## II. ABSCHNITT.

### Die Weichen.

§. 5. Die einfache gerade Weiche. Zur Bestimmung der Dimensionen der einfachen, geraden Weichen sind in Fig. 14 die inneren Kanten der Schienenstränge dargestellt. Die Distanz  $t$  der zusammengehörigen Geraden ist demnach der Spurweite, die Dimension  $g$  an der Wurzel des Wechsels dem Wurzelabstande gleich. Der Punkt  $K$  bedeutet die mathematische Spitze des betreffenden einfachen Herzstückes.

Der Kreisbogen der Weiche schliesst sich gewöhnlich an den Wechsel tangential an, so dass also die an der Wurzel construirte Tangente des Bogens  $BG$  mit der Richtung des Hauptgeleises gleichfalls den Winkel  $\gamma$  einschliesst.

Auf einigen Bahnen geschieht die Richtungsänderung nicht tangential, sondern bildet die an der Wurzel construirbare Tangente des Ausweichgeleises mit der Wurzeltangente des Wechsels einen gewissen — kleinen — Winkel. Diese Anordnung wurde manchmal — besonders bei Anwendung von geraden Zungenschienen aus dem Grunde gewählt, um die Länge der Weiche herabzusetzen, oft ist sie aber einfach nur dadurch entstanden, dass man bei den betreffenden Bahnen die Weichen mit verschieden dimensionirten Wechseln construiren musste.

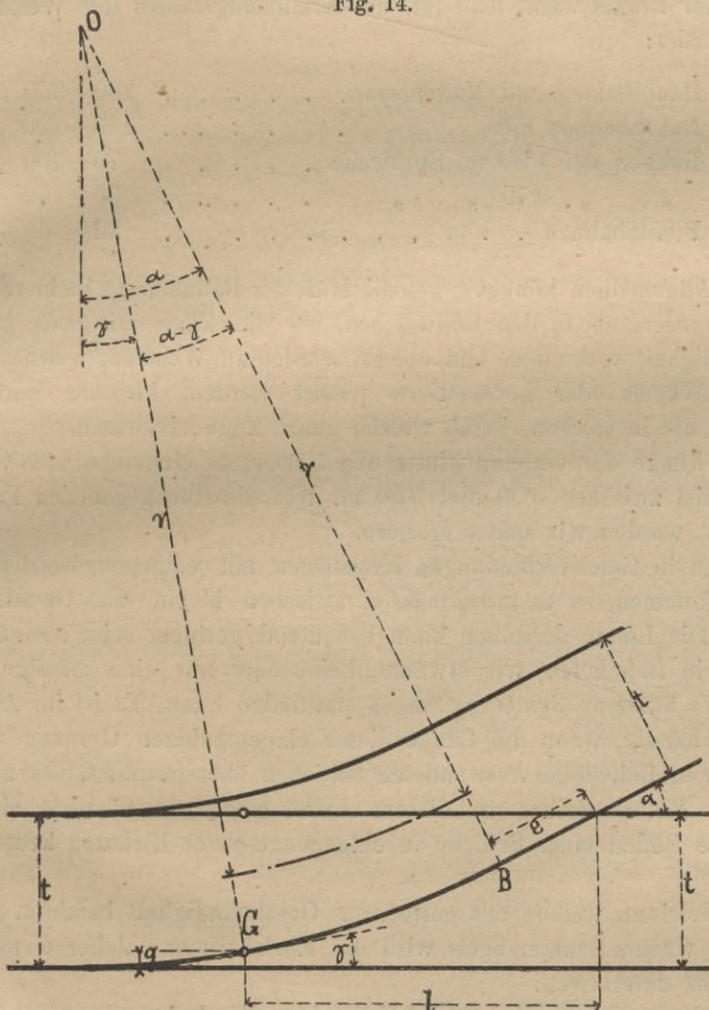
In den Formeln, welche wir im weiteren Verlaufe unserer Ausführungen ableiten werden, setzen wir stets tangentialer Richtungsablenkung an der Wurzel voraus. Die erhaltenen Formeln sind aber selbstverständlich auch für den Fall nicht tangentialer Richtungsablenkung anwendbar, mit dem einzigen Unterschiede, dass sodann  $\gamma$  nicht den Neigungswinkel der Wurzeltangente des Wechsels, sondern jenen Winkel zu bedeuten hat, welchen die Tangente des Ausweichgeleises an der Wurzel mit der Richtung des Hauptgeleises einschliesst, und welcher um den Winkel der plötzlichen Richtungsablenkung grösser ist, als der Neigungswinkel der Wurzeltangente des Wechsels.

Die Krümmung des Ausweichgeleises erstreckt sich, wie aus Fig. 14

zu ersehen, nicht bis zum Kreuzungspunkte  $K$ ; dieselbe geht vielmehr von dem Herzstücke (bei  $B$ ) tangential in eine Gerade über.

Die Einschaltung einer solchen Geraden ist geboten, um die schwache Spitze des Herzstückes vor dem Anprall des Spurkranzes möglichst zu schützen. In Herzstücken, welche in Krümmungen gelegen sind, werden die Räder durch die Centrifugalkraft gegen die Spitze hin getrieben, da der

Fig. 14.



äußere Schienenstrang des Ausweichgleises aus constructiven Gründen nicht überhöht werden kann; in Folge dessen gehen solche Herzstücke viel rascher zu Grunde.

Aus derselben Ursache muss die Gerade auch hinter dem Herzstücke noch auf eine gewisse Länge fortgesetzt werden.

Den Radius des Ausweichgeleises nehmen wir gewöhnlich möglichst klein an, um die Länge der Weiche möglichst zu vermindern, und für das Herzstück einen grösseren Kreuzungswinkel zu erhalten. In solchen Weichen aber, welche mit grösserer Geschwindigkeit befahren werden, entstehen bei zu scharfen Krümmungen mangels Ueberhöhung der Schienen starke Abnützung. In Folge dessen ist es rathsam in solchen Weichen bei Wahl der Radien den Minimalgrenzen nicht zu nahe zu kommen.

In der Praxis wählt man für die Krümmungsradien der Weichen folgende Werthe:

Für Hauptbahnen mit Normalspur . . . . .	180—300 m.
„ Nebenbahnen mit „ . . . . .	150—200 „
„ Bahnen mit 1'00 m. Spurweite . . . . .	70—100 „
„ „ „ 0'75 „ „ . . . . .	50— 70 „
„ Pferdebahnen . . . . .	20— 60 „

Im Allgemeinen können gegen die Mitte der Bahnhöfe zu kleinere Radien gewählt werden, als in den Endweichen, wo die Züge mit noch grösserer Geschwindigkeit verkehren, und ebenso werden in Weichen, welche nur von einzelnen Wägen oder Locomotiven passirt werden, kleinere Radien angewendet, als in solchen, durch welche ganze Züge verkehren.

Die Länge der vor und hinter dem Herzstücke eingeschalteten Geraden liegt zumeist zwischen 0'00 und 5'00 m. Wie dieselbe gegebenen Falles zu wählen ist, werden wir später erörtern.

Wenn in Geleisverbindungen Kreisbögen mit entgegengesetzter Krümmung vorkommen, ist es zweckmässig, zwischen hinein eine Gerade einzuschalten. Die Länge derselben kann bedeutend geringer sein, als auf freier Bahn, da in Bahnhöfen, wie erwähnt, keine oder nur eine mässige Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges stattfinden kann. Es ist im Allgemeinen zweckmässig, wenn die Länge dieser eingeschalteten Geraden mit der Länge der in Bahnhöfen verwendeten Schienen übereinstimmt, also zwischen 6 und 8 Meter variirt; in diesem Falle sind wir nämlich nicht genöthigt, die Enden einer Schiene in entgegengesetzter Richtung krümmen zu müssen.

In Geleisen, welche mit geringerer Geschwindigkeit befahren werden, oder auch wegen Raummangels wird die Einschaltung solcher Geraden zuweilen ganz unterlassen.

I. Die genaue Berechnung der Weichendimensionen.  
Zur Bestimmung der erforderlichen Gleichungen projiciren wir die Linie *GBK* zuerst auf die Richtung des Hauptgeleises, und dann auf eine, zu dieser normal gelegte Projectionsaxe (Fig. 14). Im ersteren Falle ist die Länge der Projection gleich der, in der Richtung des Hauptgeleises gemessenen Distanz *l* zwischen der Wechselwurzel und der mathematischen Spitze; im zweiten Falle gleich der Dimension *t* — *g*.

Wir erhalten demnach folgende Projectionsgleichungen :

$$l = \left( r + \frac{t}{2} \right) (\sin \alpha - \sin \gamma) + e \cos \alpha \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$t - g = \left( r + \frac{t}{2} \right) (\cos \gamma - \cos \alpha) + e \sin \alpha \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

In diesen Gleichungen sind  $t$ ,  $g$  und  $\gamma$  durch die vorhergegangenen Ausführungen vollständig bestimmt; als vorläufig unbekannte Werthe verbleiben also nur  $r$ ,  $e$ ,  $l$  und  $\alpha$ . Da uns zur Bestimmung dieser vier Dimensionen nur zwei Gleichungen zur Verfügung stehen, können zwei derselben — natürlich mit Berücksichtigung der einschlägigen Verhältnisse — beliebig gewählt werden; die Werthe der beiden anderen sind sodann aus den Gleichungen zu berechnen.

Unter allen möglichen Combinationen besitzen bei der Berechnung der Weichen besonders die folgenden eine praktische Bedeutung.

1. Wir wählen den Radius der Weiche ( $r$ ) und die Gerade  $e$ , und bestimmen den Winkel  $\alpha$  und die Länge  $l$ .

Wenn wir nämlich die (2) Gleichung in Beziehung auf  $\alpha$  ordnen, gelangen wir zur Gleichung :

$$\left( r + \frac{t}{2} \right) \cos \alpha - e \sin \alpha = \left( r + \frac{t}{2} \right) \cos \gamma - (t - g)$$

beziehungsweise :

$$\cos \alpha - \frac{2e}{2r + t} \sin \alpha = \cos \gamma - \frac{2(t - g)}{2r + t}$$

Um dieselbe aufzulösen, wählen wir einen Hilfswinkel  $\varphi$  so, dass :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{2e}{2r + t} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

sei; die Gleichung :

$$\cos \alpha - \operatorname{tg} \varphi \sin \alpha = \cos \gamma - \frac{2(t - g)}{2r + t}$$

geht, wenn wir mit  $\cos \varphi$  multipliciren und berücksichtigen, dass :

$$\cos(\alpha + \varphi) = \cos \alpha \cos \varphi - \sin \alpha \sin \varphi$$

ist, in die Formel :

$$\cos(\alpha + \varphi) = \left[ \cos \gamma - \frac{2(t - g)}{2r + t} \right] \cos \varphi \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

über.

Wenn wir daher aus der (3) Formel den Hilfswinkel  $\varphi$  berechnen, kann aus der (4) Formel der Winkel  $\alpha + \varphi$ , und sonach auch der Winkel  $\alpha$  bestimmt werden.

Mit diesem Werthe ist sodann die Länge der Weiche ( $l$ ) aus der (1) Gleichung unmittelbar zu berechnen.

2. Wir wählen den Radius der Weiche ( $r$ ) und den Neigungswinkel des Herzstückes ( $\alpha$ ), und bestimmen die Länge der vor dem Herzstücke eingeschalteten Geraden ( $e$ ), sowie die Länge der Weiche ( $l$ ).

Aus der (2) Grundgleichung erhalten wir durch Auflösung die Formel:

$$e = \frac{t - g - \left(r + \frac{t}{2}\right)(\cos \gamma - \cos \alpha)}{\sin \alpha} \dots \dots \dots (5)$$

Mittels dem, auf diese Weise erhaltenen Werthe von  $e$  wird aus der (1) Gleichung  $l$  berechnet.

3. Wir wählen die Länge der vor dem Herzstücke eingeschalteten Geraden ( $e$ ) und den Neigungswinkel des Herzstückes ( $\alpha$ ) und bestimmen den Werth des Radius der Weiche ( $r$ ) und der Länge derselben ( $l$ ).

Durch Auflösung der (2) Grundgleichung erhalten wir die Formel:

$$r = \frac{t - g - e \sin \alpha}{\cos \gamma - \cos \alpha} - \frac{t}{2} \dots \dots \dots (6)$$

Mit diesem Werthe erhalten wir aus der (1) Grundgleichung die Formel:

$$l = (t - g - e \sin \alpha) \frac{\sin \alpha - \sin \gamma}{\cos \gamma - \cos \alpha} + e \cos \alpha \dots \dots \dots (7)$$

welche wegen

$$\cotang \frac{\alpha + \gamma}{2} = \frac{\sin \alpha - \sin \gamma}{\cos \gamma - \cos \alpha}$$

auch in die Form:

$$l = \frac{-g - e \sin \alpha}{\tang \frac{\alpha + \gamma}{2}} + e \cos \alpha \dots \dots \dots (8)$$

gebracht werden kann.

4. Wir wählen die Länge der Weiche ( $l$ ) und den Neigungswinkel des Herzstückes ( $\alpha$ ), und bestimmen den Radius der Weiche ( $r$ ) und die Länge der vor dem Herzstücke eingeschalteten Geraden ( $e$ ). Durch Auflösung der (8) Gleichung gelangen wir zur Formel:

$$e = \frac{t - g - l \tang \frac{\alpha + \gamma}{2}}{\sin \alpha - \cos \alpha \tang \frac{\alpha + \gamma}{2}} \dots \dots \dots (9)$$

wenn aus derselben  $e$  berechnet ist, kann der Radius  $r$  aus der (6) Formel bestimmt werden.

1. Beispiel. Es ist eine Weiche zu construiren, deren Radius,  $r = 250$  m. sei, und in welcher vor dem Herzstücke eine Gerade von 1.5 m. Länge einzuschalten ist.

Es sind zu bestimmen:  $\alpha$  und  $l$ . Die (geraden) Wechselzungen haben eine Länge von 5 m.,  $t = 1.435$  m.,  $g = 0.114$ .

Der Neigungswinkel der Wurzeltangente des Wechsels ist (§. 2):

$$\operatorname{tang} \gamma = \frac{0.114}{5.0} = 0.0228,$$

woraus sich:

$$\gamma = 1^{\circ} 18' 22'' \text{ und}$$

$$\sin \gamma = 0.022789, \cos \gamma = 0.999740$$

ergibt.

Auf Grund der (9) Formel ist:

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{2.1.5}{2.250 + 1.435}, \text{ also:}$$

$$\log \operatorname{tang} \varphi = 7.776907 \text{ und}$$

$$\varphi = 0^{\circ} 20' 34''$$

sowie:

$$\log \cos \varphi = 9.9999922.$$

Mit Hilfe der (4) Formel ist ferner:

$$\cos (\alpha + \varphi) = \left[ 0.999740 - \frac{2(1.435 - 0.114)}{2.250 + 1.435} \right] \cos \varphi,$$

woraus sich:

$$\cos (\alpha + \varphi) = 0.994471 \cos \varphi$$

und:

$$\log \cos (\alpha + \varphi) = 9.9975843,$$

also:

$$\alpha + \varphi = 6^{\circ} 2' 15''$$

ergibt.

Den früher gefundenen Werth des Hilfswinkels  $\varphi$  davon abgezogen, bleibt:

$$\alpha = 5^{\circ} 41' 41''.$$

Hieraus ist:

$$\log \cos \alpha = 9.9978513$$

$$\text{und } \cos \alpha = 0.995065,$$

sowie:

$$\log \sin \alpha = 8.9966346$$

$$\text{und } \sin \alpha = 0.099228.$$

Auf Grund der (1) Formel erhalten wir für  $l$  folgenden Werth.

$$l = 250.718 \cdot 0.076439 + 1.5 \cdot 0.995065 = 20.654 \text{ m.}$$

2. Beispiel. In den Normalien einer Eisenbahn finden wir für Weichen:

$$\alpha = 4^{\circ} 51' 26'' \text{ und } l = 18.14 \text{ m.}$$

Die Wurzeltangente des Wechsels ist unter dem Winkel:

$$\gamma = 2^{\circ} 14' 10''$$

zur Richtung des Hauptgeleises geneigt:

$$t = 1.436, g = 0.11.$$

Wir hätten den Radius des Ausweichgeleises ( $r$ ) und die Länge der vor dem Herzstücke eingeschalteten Geraden ( $e$ ) zu bestimmen.

Vor Allem ist:

$$\log \sin \alpha = 8.9277450, \text{ also:}$$

$$\sin \alpha = 0.084673, \text{ und}$$

$$\log \cos \alpha = 9.9984375, \text{ also:}$$

$$\cos \alpha = 0.996409;$$

ferner:

$$\frac{\alpha + \gamma}{2} = 3^{\circ} 32' 48''$$

$$\log \operatorname{tg} \frac{\alpha + \gamma}{2} = 8.7922529$$

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha + \gamma}{2} = 0.061980$$

$$\log \cos \gamma = 9.9996692$$

$$\cos \gamma = 0.999239.$$

Aus der (9) Formel erhalten wir:

$$e = \frac{1.326 - 18.14 \cdot 0.06198}{0.084673 - 0.996409 \cdot 0.06198} = 8.801 \text{ m.}$$

Durch Substituierung dieser Werthe ergibt sich aus der (6) Formel:

$$r = \frac{1.326 - 8.801 \cdot 0.084673}{0.999239 - 0.996409} - 0.718 = 204.509 \text{ m.}$$

3. Beispiel. In den Weichen der ung. Staatsbahnen ist:

$$\alpha = 4^{\circ} 51' 26'', l = 18.14 \text{ m.}$$

Die Wurzeltangente des Ausweichgeleises bildet mit der Richtung des Hauptgeleises einen Winkel von  $2^{\circ} 42'$ .

Da die Wurzeltangente des Wechsels derselben Bahn mit der Richtung des Hauptgeleises einen Winkel von nur  $2^{\circ} 14' 10''$  einschliesst, erfolgt der Anschluss des Ausweichgeleises nicht tangential, sondern es geschieht an der Wurzel eine plötzliche Richtungsablenkung von  $27' 50''$ .

Bei Berechnung des Krümmungsradius  $r$  und der Geraden  $e$  ist zu ersehen, dass die Werthe von  $t$ ,  $g$ ,  $\sin \alpha$  und  $\cos \alpha$  mit den im vorigen Beispiele angenommenen übereinstimmen; jedoch ist:

$$\log \cos \gamma = 9.9995176 \text{ und}$$

$$\cos \gamma = 0.99889,$$

ferner:

$$\frac{\alpha + \gamma}{2} = 3^{\circ} 46' 43''$$

$$\log \operatorname{tg} \frac{\alpha + \gamma}{2} = 8.8198398$$

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha + \gamma}{2} = 0.066045.$$

Aus der (9) Formel ist:

$$e = \frac{1.326 - 18.14 \cdot 0.066045}{0.084673 - 0.996409 \cdot 0.066045} = 6.781 \text{ m.}$$

Diesen Werth in die (6) Formel substituirt, erhalten wir:

$$r = \frac{1.326 - 6.781 \cdot 0.084673}{0.99889 - 0.996409} - 0.718 = 302.332 \text{ m.}$$

Wenn wir dieses Resultat mit dem des vorhergehenden Beispiels vergleichen, ist zu ersehen, dass diese Weiche, trotzdem sie mit einem Radius von rund 300 m. construirt ist, in Folge der plötzlichen Richtungsablenkung an der Wechselwurzel ebenso wirkt, als wäre sie mit schärferer Krümmung (wie sich aus dem (2) Beispiele ergibt, mit einem

Radius von rund 200 m.) construirt. Bei, mit grösserer Geschwindigkeit verkehrenden Zügen entstehen denn auch in diesen Weichen sehr bedeutende seitliche Kräfte.

II. Näherungsformeln. Um die Dimensionen der Weiche vor deren genauerer Berechnung — wenigstens annähernd — richtig annehmen zu können, ist es zweckmässig, sich solcher Formeln zu bedienen, die uns mit geringerer Genauigkeit, aber auch weniger Zeitaufwand über den Einfluss orientiren, welchen die verschiedene Wahl der einzelnen Daten auf die Dimensionen der Weiche ausübt. Wir erhalten solche Näherungsformeln, wenn wir in den soeben abgeleiteten genaueren Formeln statt der Sinuse und Tangenten der vorkommenden — immer kleinen — Winkel, deren Bogenlängen substituiren, also:

$$\sin \alpha = \alpha, \quad \sin \gamma = \gamma, \quad \text{tg} \frac{\alpha + \gamma}{2} = \frac{\alpha + \gamma}{2}$$

setzen. Aus eben demselben Grunde dürfen wir

$$\cos \alpha = \cos \gamma = 1$$

setzen, in Fällen, wo deren Multiplicator eine — verhältnissmässig — kleine Zahl ist.

Auf diese Weise erhalten wir aus der (1) Grundgleichung die Näherungsformel:

$$l = \left( r + \frac{t}{2} \right) (\alpha - \gamma) + e$$

oder zur Bestimmung des Radius:

$$r = \frac{l - e}{\alpha - \gamma} - \frac{t}{2} \dots \dots \dots (10)$$

ferner aus der (8) Formel zur Berechnung der Weichenlänge:

$$l = \frac{2(t - g - e \cdot \alpha)}{\alpha + \gamma} + e \dots \dots \dots (11)$$

ebenso folgt aus der (9) Formel zur Bestimmung der vor dem Herzstücke eingeschalteten Geraden:

$$e = \frac{t - g - l \frac{\alpha + \gamma}{2}}{\alpha - \frac{\alpha + \gamma}{2}},$$

beziehungsweise:

$$e = \frac{2(t - g) - l(\alpha + \gamma)}{\alpha - \gamma} \dots \dots \dots (12)$$

endlich, wenn wir aus den beiden Näherungsformeln für  $l$  diese Dimension eliminiren, also setzen:

$$\left( r + \frac{t}{2} \right) (\alpha - \gamma) + e = \frac{2(t - g - e \alpha)}{\alpha + \gamma} + e$$

und diese Gleichung mit Bezug auf  $\alpha$  ordnen, gelangen wir zu folgender Gleichung zweiten Grades:

$$\left(r + \frac{t}{2}\right)\alpha^2 + 2e\alpha = 2(t - g) + \left(r + \frac{t}{2}\right)\gamma^2 \quad (13)$$

aus welcher, bei gegebenem  $r$  und  $e$  der Näherungswert von  $\alpha$  berechnet werden kann.

4. Beispiel. Um von dem Grade der Genauigkeit, welche bei Anwendung dieser Näherungsformeln zu erzielen ist, einen Begriff zu geben, berechnen wir im Folgenden das 2. Beispiel auch noch mit Hilfe dieser Näherungsformeln:

$$\begin{array}{llll} \alpha = 4^\circ 51' 26'', & \text{entspricht die Bogenlänge: } & \alpha = 0.08478 & \\ \gamma = 2^\circ 14' 10'' & \text{'' '' '' ''} & \gamma = 0.03903 & \\ \frac{\alpha + \gamma}{2} = 3^\circ 32' 48'' & \text{'' '' '' ''} & \frac{\alpha + \gamma}{2} = 0.06190 & \end{array}$$

Aus der (12) Formel ist daher:

$$e = \frac{2 \cdot 1.326 - 18.14 \cdot 0.12381}{0.04575} = 8.9 \text{ m.}$$

und aus der (10) Formel:

$$r = \frac{18.14 - 8.9}{0.04575} - 0.718 = 201.2 \text{ m.}$$

Um auch die Anwendung der (13) Formel zu zeigen, berechnen wir mittels derselben den Näherungswert des im 1. Beispiel genauer bestimmten Kreuzungswinkels. Wenn wir in der (13) Formel:

$$r = 250 \text{ m.}, t = 1.435 \text{ m.}, g = 0.114 \text{ m.}, \gamma = 0.0228, e = 1.5 \text{ m.}$$

setzen, geht dieselbe in:

$$251.435 \alpha^2 + 3 \alpha = 2.773$$

über, aus welcher sich durch Auflösung:

$$\alpha = 0.0992$$

ergibt, während dem im Vorhergehenden durch genaue Berechnung gefundenen Winkel:

$$\alpha = 5^\circ 41' 41''$$

die Bogenlänge:

$$\alpha = 0.0994$$

entspräche.

Durch Elimination von  $e$  erhalten wir aus den (10) und (12) Gleichungen die Formel:

$$(\alpha - \gamma)^2 = \frac{2(l\alpha - t + g)}{r + \frac{t}{2}}$$

mittels welcher, gegebenen Falles, für schon bestehende Weichen der Winkel  $\gamma$  berechnet werden kann.

So ist z. B. in den Weichen der ung. Staatsbahnen

$$\alpha = 4^\circ 51' 26'', \text{ oder auch:}$$

$$\alpha = 0.08478, \text{ ferner:}$$

$$l = 18.14 \text{ m.}, t = 1.436, r = 300 \text{ m.}$$

In Folge dessen ist:

$$(\alpha - \gamma)^2 = \frac{2(18 \cdot 14 \cdot 0 \cdot 08478 - 1 \cdot 436 + 0 \cdot 11)}{300 + 0 \cdot 718} = 0 \cdot 001409$$

$$\alpha - \gamma = \sqrt{0 \cdot 001409} = 0 \cdot 037537$$

$$\gamma = 0 \cdot 08478 - 0 \cdot 037537 = \mathbf{0 \cdot 047243}.$$

(Siehe das 3. Beispiel dieses §.)

III. Vom Einflusse der verfügbaren Schienenlängen auf die Dimensionen der Weichen. Die Schienenlängen zwischen der Wechselwurzel und dem Herzstücke müssen aus einzelnen Schienen zusammengestellt werden. Es wäre indessen nicht zweckmässig, Weichen zu construiren, in welchen jene Stränge nur mittels Verstückelung der verfügbaren Schienen zusammengestellt werden könnten; denn zu kurze Schienen machen den Gang der Fahrzeuge sehr unruhig, und haben dann auch die Schienenenden nur mehr den Werth von altem Eisen. Die Construction solcher Weichen würde demnach ungerechtfertigte Mehrkosten verursachen.

Die Weichen sollen demnach so construirt werden, dass die Schienenstränge zwischen der Wechselwurzel und dem Herzstücke thunlichst aus vorhandenen Schienen zusammenzustellen seien, die Zerstückelung der Schienen daher, soweit als möglich vermieden werde.

Die Bahnverwaltungen sind nämlich, eben mit Rücksicht auf die Zusammenstellung der Bahnhofgeleise ohnehin genöthigt, ausser den Schienen für das currente Geleise noch bedeutend kürzere, und zwar gewöhnlich solche von runder, z. B. 5·0, 5·5, 6·0, 6·5, 7·0 m. Länge vorrätzig zu halten; ja es kann sogar vorkommen, dass, ausser diesen, noch andere, ganz abnormale Schienenlängen für häufiger vorkommende Weichen in Vorrath gehalten werden.

Mit Rücksicht auf diesen Umstand haben wir uns bei also der Construction der Weichen vor Allem, — mit Hilfe der Näherungsformeln, oder aus diesen berechneter Tabellen — über die Weichenlängen, welche sich bei Wahl zweckmässiger Radien und des einen oder anderen Kreuzungswinkels ergeben, zu orientiren. Hierauf setzen wir die Länge der Weiche, den vorhandenen Schienenlängen gemäss, fest, entscheiden uns für denjenigen Kreuzungswinkel, welcher dieser Weichenlänge entspricht, und berechnen aus dem also bestimmten  $l$  und  $\alpha$  den genauen Werth des dazugehörigen Krümmungsradius ( $r$ ) und der, vor dem Herzstücke einzuschaltenden Geraden ( $e$ ).

Von den zwischen der Wechselwurzel und dem Herzstücke befindlichen Schienensträngen ist der gekrümmte etwas länger, als der gerade. Da die Länge des Schienenstranges  $GBK$

$$l' = \left( r + \frac{t}{2} \right) \text{arc} (\alpha - \gamma) + e \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

beträgt, ist der Längenunterschied der beiden Schienenstränge:

$$\delta = l' - l$$

leicht zu berechnen. Bei normalspurigen Bahnen beträgt derselbe gewöhnlich 4—5 cm.



Normalweichen der Oest. Nordwestbahn und der ung. Staatsbahnen, sammt deren schematischer Darstellung mit, in welcher letzteren zugleich auch angedeutet wurde, auf welcher Seite die Stellvorrichtung des Wechsels gelegen ist.

Zur Berechnung der Dimensionen  $a$  und  $b$ , welche in der schematischen Darstellung vorkommen, sei (Fig. 18):

$v$  . . . die Entfernung der Wechselwurzel vom vorderen Stockschieneinstöße, welche dem Normalplane des Wechsels zu entnehmen ist;

$u$  . . . die Entfernung der mathematischen Herzspitze vom Ende des Herzstückes, welche aus dem Grundrisse des Herzstückes zu entnehmen ist.

Die in der Geleisaxe gemessene Distanz  $PV$  der mathematischen Spitze vom Weichenmittelpunkte ergibt sich aus dem Dreiecke  $PKV$  mit:

$$\overline{PV} = \frac{\overline{KV}}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}$$

und, da:

$$\overline{KV} = \frac{t}{2} \text{ und:}$$

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{n}{2}$$

ist, so folgt:

$$\overline{PV} = \frac{t}{n}.$$

Es ist daher:

$$\left. \begin{aligned} a &= v + l - \frac{t}{n} \\ b &= \frac{t}{n} + u \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (20)$$

VIII. 5. Beispiel. Für eine normalspurige Bahn ( $t = 1.435$  m.), deren currentes Geleise aus Schienen von 8.5 m. Länge zusammengesetzt ist, ist eine Weiche mit einem Radius von 250 m. zu construiren.

Der Wechsel der betreffenden Bahn hat gerade Zungenschienen von  $h = 5.0$  m. Länge und einen Wurzelabstand von  $g = 0.112$  m. Die Wurzeltangente des Wechsels ist demnach:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{0.112}{5.0} = 0.0224,$$

woraus:

$$\log \operatorname{tg} \gamma = 8.3502480 \text{ und}$$

$$\gamma = 1^{\circ}16'59.6''$$

ist, folglich ist:

$$\log \cos \gamma = 9.9998911, \log \sin \gamma = 8.3501435$$

und:

$$\cos \gamma = 0.999750, \sin \gamma = 0.022395.$$

Da  $\gamma$  ungefähr 0.02 beträgt, orientiren wir uns über die Dimensionen der zu construiren Weiche aus Tabelle A).

Aus derselben ist zu ersehen, dass die Weiche mit einem Radius von 250 m. nur bei Annahme der Neigungsverhältnisse:

$$n = 0.10, 0.09, 0.08$$

construirt werden kann.

Zugleich ist aus der Tabelle ersichtlich, dass die Proportion 0.09 am zweckmässigsten gewählt wird, denn für  $n = 0.10$  ist die vor dem Herzstücke einzuschaltende Gerade sehr kurz, während für  $n = 0.08$  die Weiche um 0.8 m. länger ausfällt, als bei gleichem Radius und  $n = 0.09$ .

Wir entscheiden uns also definitiv für letzteres Neigungsverhältniss und wählen die Weichenlänge zwischen 21.5 und 22.2 Meter, da wir dann, laut Tabelle, jedenfalls einen Radius von mehr als 249 m. erhalten.

Für  $n = 0.09$  ist:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 0.045$$

$$\log \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 8.6532125$$

$$\frac{\alpha}{2} = 2^{\circ} 34' 35.9''$$

$$\alpha = 5^{\circ} 9' 11.8''$$

also:

$$\log \cos \alpha = 9.9982412, \log \sin \alpha = 8.9533752$$

und:

$$\cos \alpha = 0.995959, \sin \alpha = 0.089820.$$

Ferner ist:

$$\frac{\alpha + \gamma}{2} = 3^{\circ} 13' 5.7'',$$

$$\log \operatorname{tg} \frac{\alpha + \gamma}{2} = 8.7499542;$$

und:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha + \gamma}{2} = 0.056228$$

so dann:

$$\frac{\alpha - \gamma}{2} = 1^{\circ} 56' 6.1'',$$

$$\log \operatorname{tg} \frac{\alpha - \gamma}{2} = 8.7499542$$

und:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha - \gamma}{2} = 0.033785,$$

endlich:

$$\alpha - \gamma = 3^{\circ} 52' 12.2'' \text{ und:}$$

$$\operatorname{arc} (\alpha - \gamma) = 0.067546.$$

Bezüglich der Dimensionen des Herzstückes ist daran zu erinnern (§. 3) dass, falls wir zwischen Knieschienen und Spitze einen Zwischenraum von 0.046 m. lassen, die Entfernung des Knieses von der mathematischen Spitze (§. 3):

$$q = \frac{0.046}{0.09} = 0.511 \text{ m.}$$

ist. Wenn wir daher das Ende des Herzstückes hievon — um einen abgerundeten Werth zu erhalten — in einer Entfernung von  $z = 0.189$  m. annehmen, ist die Länge des Herzstückes bis zur mathematischen Spitze:

$$q + z = 0.700 \text{ m.}$$

Wir werden also die Entfernung zwischen Wechselwurzel und Herzspitze folgendermassen eintheilen:

2 Schienen à 7.0 m. ....	= 14.00 m.
1 Schiene à 6.96 m.* .....	= 6.96 „
Die Länge des Herzstückes bis zur mathematischen Spitze .....	= 0.70 „
4 Stossfugen à 5 mm. ....	= 0.02 „
	$l = 21.68$ m.

Auf Grund der (9) Formel entspricht diesen Daten:

$$e = \frac{1.435 - 0.112 - 21.68 \cdot 0.056228}{0.089820 - 0.995959 \cdot 0.056228} = 3.074 \text{ m.}$$

und bei Substitution dieses Werthes, aus der (6) Formel:

$$r = \frac{1.435 - 0.112 - 3.074 \cdot 0.089820}{0.999750 - 0.995959} = 0.718 = 275.425 \text{ m.}$$

Die Gerade  $f$ , welche behufs Abrundung des Radius auf 250 m. einzuschalten ist, beträgt, auf Grund der (15) Formel:

$$f = (275.425 - 250) \cdot 0.033785 = 0.859 \text{ m.}$$

Bei der Wechselwurzel ist demnach vor der, mit einem Radius von 250 m. beschriebenen Krümmung tangential eine Gerade von 0.859 m. Länge, und ebenso zwischen jene Krümmung und die mathematische Spitze eine Gerade von

$$3.074 + 0.859 = 3.933 \text{ m.}$$

Länge einzuschalten.

Die Länge des zwischen der Wechselwurzel und dem Herzstücke befindlichen krummen Schienenstranges  $GLMBK$  in Fig. 19 ist:

$$l' = 0.859 + 250.718 \cdot 0.067546 + 3.933 = 21.726 \text{ m.}$$

der Längenunterschied zwischen den correspondirenden, geraden und krummen Schienensträngen ist also:

$$\delta = 21.726 - 21.680 = 0.046 \text{ m.}$$

Der gekrümmte Schienenstrang wird daher auf folgende Weise zusammenzustellen sein:

3 Schienen à 7.0 m. ....	= 21.00 m.
Die Länge des Herzstückes bis zur mathematischen Spitze .....	= 0.70 „
4 Stossfugen à 6.5 mm. ....	= 0.026 „
	$l' = 21.726$ m.

Die also festgesetzte Eintheilung der beiden inneren Schienenstränge der Weiche ist in Fig. 24 dargestellt.

Die äusseren Schienenstränge können zweckmässigerweise derart eingetheilt werden, dass die gesammte Weichenlänge ein Vielfaches der normalen Schienenlänge ausmache. In diesem Falle ist nämlich die Einschaltung der Weiche in schon bestehende Geleise am bequemsten.

\* In einer Krümmung von 250 m. Radius entspricht nämlich einer Schienenlänge von 7.0 m. im äusseren Schienenstrange, im inneren eine solche von 6.96 m.

Im gegenwärtigen Falle besteht das currente Geleise aus Schienen von 8.5 m. Länge; wir werden also die Weichenlänge gleich der Länge vier normaler Schienen, d. h. mit Inbetrachtung der Stossfugen gleich:

$$4 \cdot 8.5 + 4 \cdot 0.005 = 34.02 \text{ m.}$$

festsetzen.

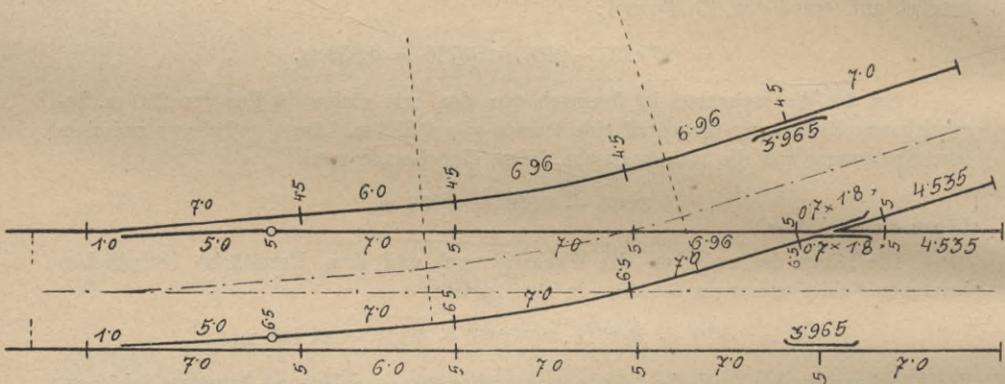
In Folge dessen stellen wir den äusseren Schienenstrang, die Stockschiene inbegriffen, aus:

4 Schienen à 7.0 m. ....	= 28.00
1 Schiene à 6.0 m. ....	= 6.00
4 Stossfugen à 5 mm. ....	= 0.02
	<hr/>
	<b>34.02</b>

zusammen.

Das Ende des Herzstückes soll womöglich von der mathematischen Spitze in solcher Entfernung ( $u_{\min}$  in Fig. 9) angenommen werden, dass die Abholung des Fusses der Anschlusschienen vermieden werde.

Fig. 24.



Wenn in den Normalien der betreffenden Bahn die Breite des Schienenkopfes mit  $a = 0.058$  m, und die des Schienenfusses mit  $d = 0.100$  festgesetzt wäre, ergäbe sich in diesem Falle:

$$u_{\min} = \frac{0.100 + 0.058}{0.09} = 1.755 \text{ m.}$$

Wir werden in runder Zahl  $u = 1.80$  m. annehmen.

Die Länge jener Anschlusschienen, an deren Enden die Stossfugen der Geleise wieder einander gegenüber zu liegen kommen, beträgt dann, wie aus den in Fig. 24 eingetragenen Dimensionen leicht zu berechnen ist: 4.535 m.

Wenn wir dieses Stück von den 8.5 m. langen Schienen wegschneiden, bleibt uns ein Stück von 3.965 m. Länge, welches zweckmässiger Weise gleich als Zwangsschiene verwendet werden kann. Es ist natürlich durch angemessene Modification der Dimension  $u$ , sehr leicht, für die betreffende Schiene eine abgerundete Länge zu erhalten, allein es ist, wie ersichtlich, auch die oben getroffene Wahl vortheilhaft.

Um die Länge des inneren Schienenstranges des Ausweichgeleises zu berechnen, ist in Betracht zu ziehen, dass in demselben die vor der Krümmung eingeschaltete Gerade um:

$$t \cdot \tan \gamma = 1.435 \cdot 0.0224 = 0.032 \text{ m.}$$

und der gekrümmte Theil desselben Schienenstranges, welcher im äusseren Strange

$$250\cdot718 \cdot 0\cdot067546 = 16\cdot934 \text{ m.}$$

beträgt, um:

$$16\cdot934 \frac{249\cdot282}{250\cdot718} = 0\cdot096 \text{ m.,}$$

der ganze Schienenstrang also um 0·128 m. kürzer ist, als der correspondirende äussere Schienenstrang des Ausweichgleises. Da nun der letztere vom Anfang der Stockschiene an bis zum Ende der auf das Herzstück folgenden Schiene 34·066 m. lang ist, beträgt die Länge des inneren Schienenstranges:  $34\cdot066 - 0\cdot128 = 33\cdot938$  m. und kann derselbe daher folgendermassen zusammengestellt werden:

2 Schienen à 7·0 m. ....	= 14·00 m.
2 Schienen à 6·96 m. ....	= 13·92 "
1 Schiene à 6·00 m. ....	= 6·00 "
4 Stossfugen à 4·5 mm. ....	= 0·018 "
	<b>33·938 m.</b>

In der schematischen Darstellung der Weiche (Fig. 25) ist, wegen:

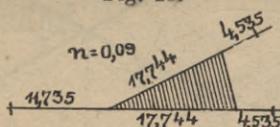
$$\frac{t}{n} = \frac{1\cdot435}{0\cdot09} = 15\cdot944 \text{ m.}$$

auf Grund der (20) Formeln:

$$a = 6\cdot0 + 21\cdot68 - 15\cdot944 = 11\cdot736 \text{ m.}$$

$$b = 15\cdot944 + 1\cdot8 = 17\cdot744 \text{ m.}$$

Fig. 25.



§. 6. Die Doppelweiche. In Folge der symmetrischen Anordnung dieser Weiche (Fig. 26) fällt die Kreuzung  $D$  der Ausweichgleise in die Mittellinie des geraden Hauptgleises, welche zugleich den betreffenden Kreuzungswinkel ( $\alpha$ ) halbirt. Die Centriwinkel der Bögen  $\widehat{GB}$  und  $\widehat{EF}$  sind daher  $\frac{\alpha_1}{2} - \gamma$ , beziehungsweise  $\alpha_2 - \frac{\alpha_1}{2}$ .

Zur Bestimmung der Unbekannten erhalten wir zwei Gleichungen; wenn wir nämlich die Linie  $GBD$  auf die zum Hauptgleise normale Richtung projiciren, ist die Länge der Projection  $\frac{t}{2} - g$ , beim Projiciren der Linie  $DEFK$  auf dieselbe Richtung hingegen die Länge der Projection:  $\frac{t}{2}$ . Wir erhalten also folgende Grundgleichungen:

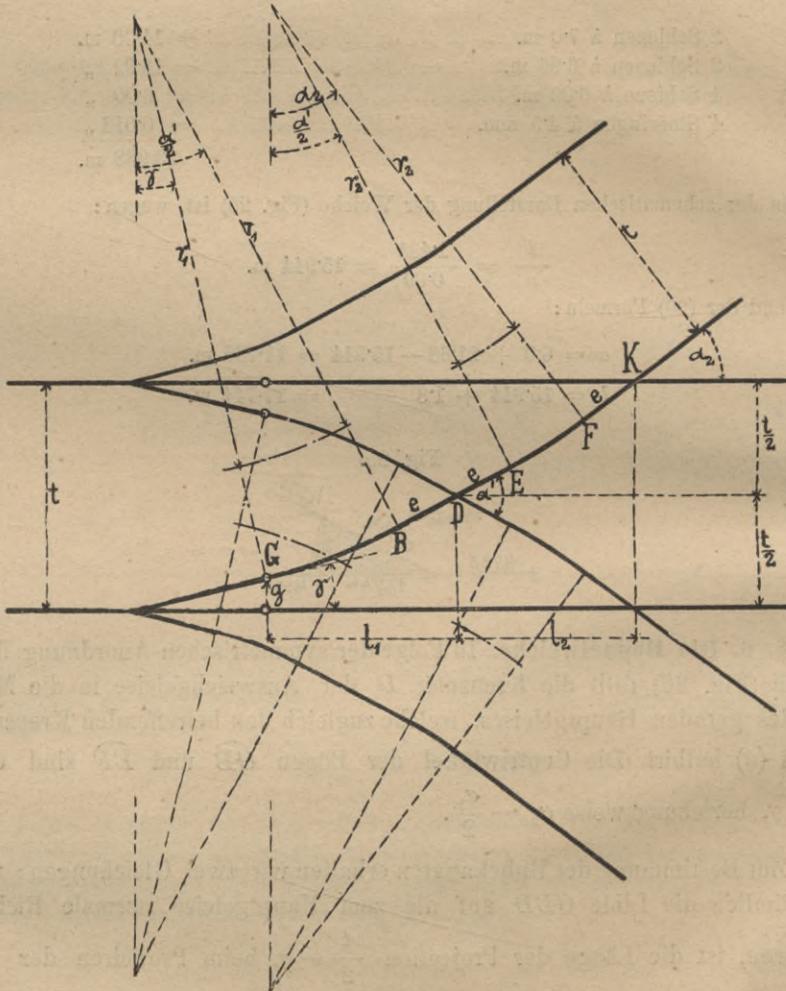
$$\frac{t}{2} - g = \left( r_1 + \frac{t}{2} \right) \left( \cos \gamma - \cos \frac{\alpha_1}{2} \right) + e \sin \frac{\alpha_1}{2}. \quad (1)$$

$$\frac{t}{2} = e \sin \frac{\alpha_1}{2} + \left( r_2 + \frac{t}{2} \right) \left( \cos \frac{\alpha_1}{2} - \cos \alpha_2 \right) + e \sin \alpha_2. \quad (2)$$

Es erschiene auf den ersten Blick wohl am natürlichsten, die Radien  $r_1 = r_2$  anzunehmen, und dann aus den Gleichungen die Winkel  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  zu berechnen.

Allein dieser Vorgang würde zu sehr schwierigen Eliminationen führen,

Fig. 26.



weshalb zweckmässiger erscheint, die Werthe der Winkel  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  mit Zuhilfenahme der im weiteren Verlaufe unserer Ausführungen abzuleitenden Näherungsformel zu bestimmen, und dann die Radien aus folgenden, durch Auflösung der Grundgleichungen erhaltenen Formeln zu berechnen:

$$r_1 = \frac{\frac{t}{2} - g - e \sin \frac{\alpha_1}{2}}{\cos \gamma - \cos \frac{\alpha_1}{2}} - \frac{t}{2} \dots \dots \dots (3)$$

$$r_2 = \frac{\frac{t}{2} - e \left( \sin \frac{\alpha_1}{2} + \sin \alpha_1 \right)}{\cos \frac{\alpha_1}{2} - \cos \alpha_2} - \frac{t}{2} \dots \dots \dots (4)$$

Die Kreuzungswinkel  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  werden zweckmässigerweise so gewählt, dass die Radien  $r_1$  und  $r_2$  wenigstens annähernd, gleich seien. Wenn wir in die Grundgleichungen  $e = 0$ ,  $g = 0$  und  $r_1 = r_2 = r$  substituiren, erhalten wir die Näherungsgleichung:

$$\left( r + \frac{t}{2} \right) \left( \cos \gamma - \cos \frac{\alpha_1}{2} \right) = \left( r + \frac{t}{2} \right) \left( \cos \frac{\alpha_1}{2} - \cos \alpha_2 \right)$$

aus welcher, zur Berechnung jener zusammengehörigen Werthe von  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$ , welche annähernd gleiche Werthe der Radien  $r_1$  und  $r_2$  ergeben, die Formel:

$$\cos \frac{\alpha_1}{2} = \frac{1}{2} (\cos \gamma + \cos \alpha_2) \dots \dots \dots (5)$$

folgt. Wenn wir in derselben noch die Näherungswerthe:

$$\cos \gamma = 1, \cos \frac{\alpha_1}{2} = 1 - \frac{1}{2} \left( \frac{\alpha_1}{2} \right)^2, \cos \alpha_2 = 1 - \frac{1}{2} \alpha_2^2$$

substituiren, erhalten wir die Formel:

$$1 - \frac{\alpha_1^2}{8} = \frac{1}{2} \left( 2 - \frac{\alpha_2^2}{2} \right)$$

oder:

$$\alpha_1 = \alpha_2 \sqrt{2} = 1.4142 \alpha_2 \dots \dots \dots (6)$$

zur, zwar weniger genauen, aber schnelleren Berechnung jener zusammengehörigen Werthe.

Wenn wir demnach die Kreuzungswinkeln auf Grund der (5) oder (6) Formel gewählt, und die Radien aus den (3) und (4) Formeln bestimmt haben, erhalten wir noch, zur Berechnung der Längen  $l_1$  und  $l_2$  dadurch, dass wir die Linien  $GBD$  und  $DEFK$  auf die Richtung des Hauptgeleises projectiren, die Formeln:

$$l_1 = \left( r_1 + \frac{t}{2} \right) \left( \sin \frac{\alpha_1}{2} - \sin \gamma \right) + e \cos \frac{\alpha_1}{2} \dots \dots (7)$$

$$l_2 = \left( r_2 + \frac{t}{2} \right) \left( \sin \alpha_2 - \sin \frac{\alpha_1}{2} \right) + e \left( \cos \frac{\alpha_1}{2} + \cos \alpha_2 \right) \dots (8)$$

Falls es nöthig erscheinen sollte, dass die Werthe der Radien  $r_1$  und  $r_2$  ganz gleich seien, kann dies auf folgende Weise erreicht werden: nachdem wir aus der (6) Formel den Winkel  $\alpha_1$  bestimmt haben, berechnen wir für verschiedene naheliegende Werthe dieses Kreuzungswinkels die Radien  $r_1$  und  $r_2$ , sowie deren Differenz  $r_1 - r_2$ . Durch Interpolation ist es dann leicht, jenen Werth des Winkels  $\alpha_1$  zu bestimmen, für welchen:

$$r_1 - r_2 = 0, \text{ oder}$$

$$r_1 = r_2$$

ist.

In Fig. 27 theilen wir den Grundriss, in Fig. 28 die schematische Darstellung einer Doppelweiche mit.

Die Ausweichgeleise kreuzen das Hauptgeleise mit einer Neigung von  $n = 0.09$ ; da — im All-

Fig. 28.

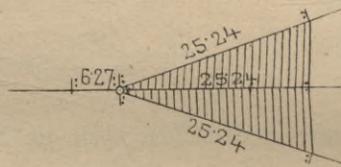
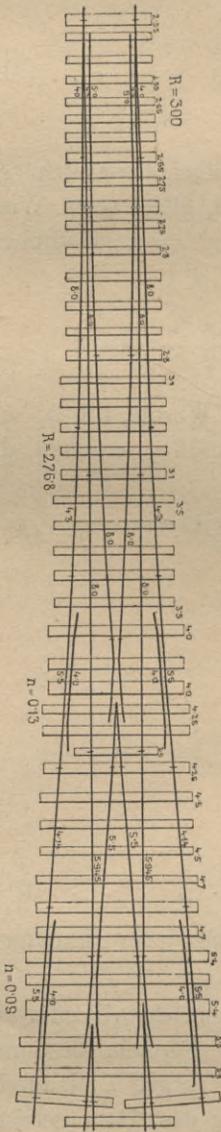


Fig. 27.

Franz. Nord-Bahn.



gemeinen — annähernd  $n = \text{arc } \alpha$  gesetzt werden kann, ist  $\alpha_2 = 0.09$  und auf Grund der (6) Formel:

$$\alpha_1 = 1.4142 \cdot 0.09 = 0.1273$$

oder, abgerundet:

$$\alpha_1 = 0.13.$$

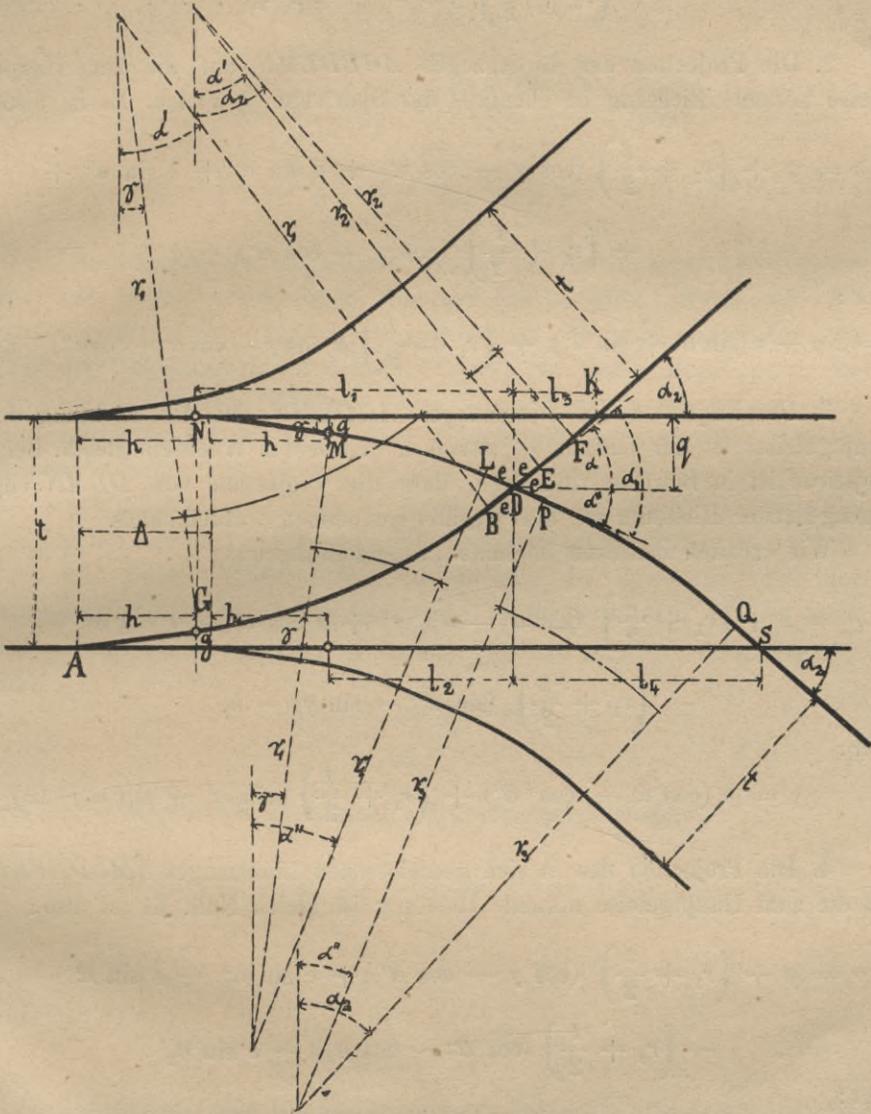
**§. 7. Die Kreuzung einfacher gerader Weichen.** Da die schwachen Zungenschienen der Doppelwechsel schnell zugrunde gehen, und der Doppelwechsel auch wenig übersichtlich ist, erscheint es zweckmässiger, anstatt der Doppelweichen unmittelbar auf einander folgende einfache Weichen von entgegengesetzter Richtung anzuwenden.

In Fig. 29 ist eine derartige Anordnung dargestellt;  $\Delta$  bedeutet hierin die Entfernung der beiden Wechsel von einander.

Wenn wir den Kreuzungswinkel  $\alpha_2$ , welchen die beiden Ausweichgeleise mit dem Hauptgeleise einschliessen, sowie die Länge der bei den Kreuzungsstellen einzuschaltenden Geraden ( $e$ ) annehmen, bleiben noch fünf

Unbekannte, nämlich: die Winkel  $\alpha'$  und  $\alpha''$ , sowie die Radien  $r_1$ ,  $r_2$  und  $r_3$ . Zu deren Bestimmung benötigen wir fünf Gleichungen, welche wir durch Projiciren folgender Linienzüge erhalten:

Fig. 29.



1. Die Projection des Linienzuges  $SQPDEFK$  auf eine zum Hauptgeleise normale Richtung ist gleich der Spurweite ( $t$ ). Es ist also:

$$t = e \sin \alpha_2 + \left( r_3 + \frac{t}{2} \right) (\cos \alpha'' - \cos \alpha_2) + e \sin \alpha'' + e \sin \alpha' + \\ + \left( r_2 + \frac{t}{2} \right) (\cos \alpha' - \cos \alpha_2) + e \sin \alpha_2,$$

oder:

$$t = e (2 \sin \alpha_2 + \sin \alpha' + \sin \alpha'') + \left( r_2 + \frac{t}{2} \right) (\cos \alpha' - \cos \alpha_2) + \\ + \left( r_3 + \frac{t}{2} \right) (\cos \alpha'' - \cos \alpha_2) \dots \dots \dots (1)$$

2. Die Projection des Linienzuges *AGBDLMN* auf die zum Hauptgeleise normale Richtung ist ebenfalls der Spurweite (*t*) gleich. Es ist also:

$$t = g + \left( r_1 + \frac{t}{2} \right) (\cos \gamma - \cos \alpha') + e \sin \alpha' + e \sin \alpha'' + \\ + \left( r_1 + \frac{t}{2} \right) (\cos \gamma - \cos \alpha'') + g$$

oder:

$$t = 2g + e (\sin \alpha' + \sin \alpha'') + \left( r_1 + \frac{t}{2} \right) (2 \cos \gamma - \cos \alpha' - \cos \alpha'') \quad (2)$$

3. Die Projection des Linienzuges *AGDLMN* auf die Richtung des Hauptgeleises ist der Distanz  $\Delta$  zwischen den beiden Wechseln gleich. Beim Projiciren ist in Betracht zu ziehen, dass die Projection von *DLMN* entgegengesetzter Richtung ist, also negativ genommen werden muss.

Wir erhalten demnach folgende Projectionsgleichung:

$$\Delta = h + \left( r_1 + \frac{t}{2} \right) (\sin \alpha' - \sin \gamma) + e \cos \alpha' - e \cos \alpha'' - \\ - \left( r_1 + \frac{t}{2} \right) (\sin \alpha'' - \sin \gamma) - h,$$

oder:

$$\Delta = e (\cos \alpha' - \cos \alpha'') + \left( r_1 + \frac{t}{2} \right) (\sin \alpha' - \sin \alpha'') \quad (3)$$

4. Die Projection des in sich geschlossenen Linienzuges *NMLDEFKN* auf die zum Hauptgeleise normale Richtung ist gleich Null. Es ist also:

$$0 = g + \left( r_1 + \frac{t}{2} \right) (\cos \gamma - \cos \alpha'') + e \sin \alpha'' - e \sin \alpha' - \\ - \left( r_2 + \frac{t}{2} \right) (\cos \alpha' - \cos \alpha_2) - e \sin \alpha_2$$

oder:

$$0 = g + e (\sin \alpha'' - \sin \alpha' - \sin \alpha_2) + \left( r_1 + \frac{t}{2} \right) (\cos \gamma - \cos \alpha'') - \\ - \left( r_2 + \frac{t}{2} \right) (\cos \alpha' - \cos \alpha_2) \dots \dots \dots (4)$$

5. Die Projection des in sich geschlossenen Linienzuges *AGBDPQSA* auf die zum Hauptgeleise normale Richtung ist gleichfalls Null.

Es ist also :

$$0 = g + \left(r_1 + \frac{t}{2}\right) (\cos \gamma - \cos \alpha') + e \sin \alpha' - e \sin \alpha'' - \\ - \left(r_3 + \frac{t}{2}\right) (\cos \alpha'' - \cos \alpha_2) - e \sin \alpha_2$$

oder :

$$0 = g + e (\sin \alpha' - \sin \alpha'' - \sin \alpha_2) + \left(r_1 + \frac{t}{2}\right) (\cos \gamma - \cos \alpha') - \\ - \left(r_3 + \frac{t}{2}\right) (\cos \alpha'' - \cos \alpha_2) \dots \dots \dots (5)$$

Die Bestimmung der fünf Unbekannten aus diesen fünf Gleichungen ist aber nur mittelst schwieriger Eliminationen möglich. Wenn wir die Krümmungsradien  $r_1 = r_2 = r_3 = r$  und  $e = 0$  nehmen, vermindert sich die Zahl der Unbekannten auf drei ( $r, \alpha', \alpha''$ ), zu deren Bestimmung die (1), (2) und (3) Gleichung genügt. Allein die Berechnung der Winkel auch aus diesen Gleichungen ist mit solchen Schwierigkeiten verbunden, dass es gerathener erscheint, aus den (1), (2) und (3) Gleichungen jene Näherungswerthe der Winkel  $\alpha'$  und  $\alpha''$  zu berechnen, bei deren Wahl sich annähernd gleiche Radien ergeben, die Weiche mit diesen Kreuzungswinkeln zu construiren, und dann mittelst obiger Gleichungen den genauen Werth der Radien  $r_1, r_2$  und  $r_3$ , sowie der Dimension  $\Delta$  zu berechnen.

Wenn wir zu diesem Zwecke in die (1), (2) und (3) Gleichung die Werthe :

$$r_1 = r_2 = r_3 \text{ und} \\ e = 0$$

substituiren, gelangen wir zu folgenden Näherungsgleichungen :

$$t = \left(r + \frac{t}{2}\right) (\cos \alpha' + \cos \alpha'' - 2 \cos \alpha_2) \dots \dots (6)$$

$$t = 2g + \left(r + \frac{t}{2}\right) (2 \cos \gamma - \cos \alpha' - \cos \alpha'') \dots (7)$$

$$\Delta = \left(r + \frac{t}{2}\right) (\sin \alpha' - \sin \alpha'') \dots \dots \dots (8)$$

Zur Bestimmung der Winkel  $\alpha'$  und  $\alpha''$  folgt aus diesen (6) und (7) Gleichungen :

$$r + \frac{t}{2} = \frac{t}{\cos \alpha' + \cos \alpha'' - 2 \cos \alpha_2} = \frac{t - 2g}{2 \cos \gamma - \cos \alpha' - \cos \alpha''}$$

oder :

$$\cos \alpha' + \cos \alpha'' = \frac{(t - 2g) \cos \alpha_2 + t \cos \gamma}{t - g} \dots \dots (9)$$

ferner aus der (6) und (8) Gleichung:

$$r + \frac{t}{2} = \frac{t}{\cos \alpha' + \cos \alpha'' - 2 \cos \alpha_2} = \frac{\Delta}{\sin \alpha' - \sin \alpha''}$$

oder:

$$\sin \alpha' - \sin \alpha'' = \frac{\Delta}{t} (\cos \alpha' + \cos \alpha'' - 2 \cos \alpha_2);$$

endlich hieraus, mit Berücksichtigung der (9) Gleichung:

$$\sin \alpha' - \sin \alpha'' = \frac{\Delta (\cos \gamma - \cos \alpha_2)}{t - g} \quad \dots \quad (10)$$

Wenn wir ferner auf die (9) und (10) Gleichung die bekannten goniometrischen Formeln:

$$\cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$\sin \alpha - \sin \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2}$$

anwenden, und in Betracht ziehen, dass

$$\alpha' + \alpha'' = \alpha_1$$

ist, erhalten wir aus jenen die Gleichungen:

$$2 \cos \frac{\alpha_1}{2} \cos \frac{\alpha' - \alpha''}{2} = \frac{(t - 2g) \cos \alpha_2 + t \cos \gamma}{t - g} \quad \dots \quad (11)$$

$$2 \cos \frac{\alpha_1}{2} \sin \frac{\alpha' - \alpha''}{2} = \frac{\Delta (\cos \gamma - \cos \alpha_2)}{t - g} \quad \dots \quad (12)$$

und, durch Division, aus diesem hinwieder die Formeln:

$$\text{tang} \frac{\alpha' - \alpha''}{2} = \frac{\Delta (\cos \gamma - \cos \alpha_2)}{(t - 2g) \cos \alpha_2 + t \cos \gamma} \quad \dots \quad (13)$$

und:

$$\cos \frac{\alpha_1}{2} = \frac{\Delta (\cos \gamma - \cos \alpha_2)}{2 (t - g) \sin \frac{\alpha' - \alpha''}{2}} \quad \dots \quad (14)$$

aus welchen die Winkel  $\alpha'$  und  $\alpha''$ , beziehungsweise  $\alpha_1$  berechnet werden können.

Diese Kreuzungswinkel entstanden aber nur in dem Falle, wenn an den Kreuzungsstellen keinerlei Gerade eingeschaltet wären, und die Grösse der unter einander gleichen Radien:

$$r = \frac{\Delta}{\sin \alpha' - \sin \alpha''} - \frac{t}{2} \quad \dots \quad (15)$$

wäre.

Es ist aber klar, dass wenn wir unter Beibehaltung derselben Radien noch Gerade einschalten wollen, die Winkel  $\alpha'$  und  $\alpha''$  dadurch etwas kleiner

werden, und dass die Länge der eingeschalteten Geraden etwas grösser sein wird, als jene Bogenlänge, welche dieser Winkeldifferenz entspricht. Da nun einer Richtungsänderung von  $10'$  für einen Radius von 100, 200 und 300 Meter eine Bogenlänge von 0.29, 0.58 und 0.87 Meter entspricht, sind wir, falls wir aus der (15) Formel den Radius berechnen, einigermaßen orientirt, um wie viel die Winkel  $\alpha'$  und  $\alpha''$  zu verkleinern sein werden, damit an der Kreuzungsstelle Gerade von genügender Länge eingeschaltet werden können.

Wir setzen nunmehr die Werthe der Winkel  $\alpha'$  und  $\alpha''$  fest, indem wir dieselben den vorhergegangenen Ausführungen gemäss kleiner annehmen, als sie sich aus den (13) und (14) Formeln ergäben, wobei wir, wenn irgend möglich, auch auf die Kreuzungswinkel etwa schon vorhandener Herzstücke Rücksicht nehmen, setzen ferner die Länge  $e$  der an den Kreuzungsstellen einzuschaltenden Geraden definitiv fest, und berechnen sodann die dazugehörigen Radien. Für dieselben erhalten wir nämlich aus der (2), (4) und (5) Grundgleichung die folgenden Formeln:

$$r_1 = \frac{t - 2g - e(\sin \alpha' + \sin \alpha'')}{2 \cos \gamma - \cos \alpha' - \cos \alpha''} - \frac{t}{2} \quad \dots \quad (16)$$

$$r_2 = \frac{g + e(\sin \alpha'' - \sin \alpha' - \sin \alpha_2) + \left(r_1 + \frac{t}{2}\right)(\cos \gamma - \cos \alpha'')}{\cos \alpha' - \cos \alpha_2} - \frac{t}{2} \quad (17)$$

$$r_3 = \frac{g + e(\sin \alpha' - \sin \alpha'' - \sin \alpha_2) + \left(r_1 + \frac{t}{2}\right)(\cos \gamma - \cos \alpha')}{\cos \alpha'' - \cos \alpha_2} - \frac{t}{2} \quad (18)$$

Selbstverständlich ändert sich der ursprüngliche Werth von  $\Delta$  bei solcher Annahme ebenfalls, so dass dessen genauer und definitiver Werth aus der (3) Formel neu berechnet werden muss.

Zur Berechnung der Längendimensionen erhalten wir durch Projiciren der Linien  $GBD$ ,  $MLD$ ,  $DEFK$  und  $DPQS$  auf die Richtung des Hauptgeleises nacheinander folgende Formeln:

$$l_1 = \left(r_1 + \frac{t}{2}\right) (\sin \alpha' - \sin \gamma) + e \cos \alpha' \quad \dots \quad (19)$$

$$l_2 = \left(r_1 + \frac{t}{2}\right) (\sin \alpha'' - \sin \gamma) + e \cos \alpha'' \quad \dots \quad (20)$$

$$l_3 = e (\cos \alpha' + \cos \alpha_2) + \left(r_2 + \frac{t}{2}\right) (\sin \alpha_2 - \sin \alpha') \quad (21)$$

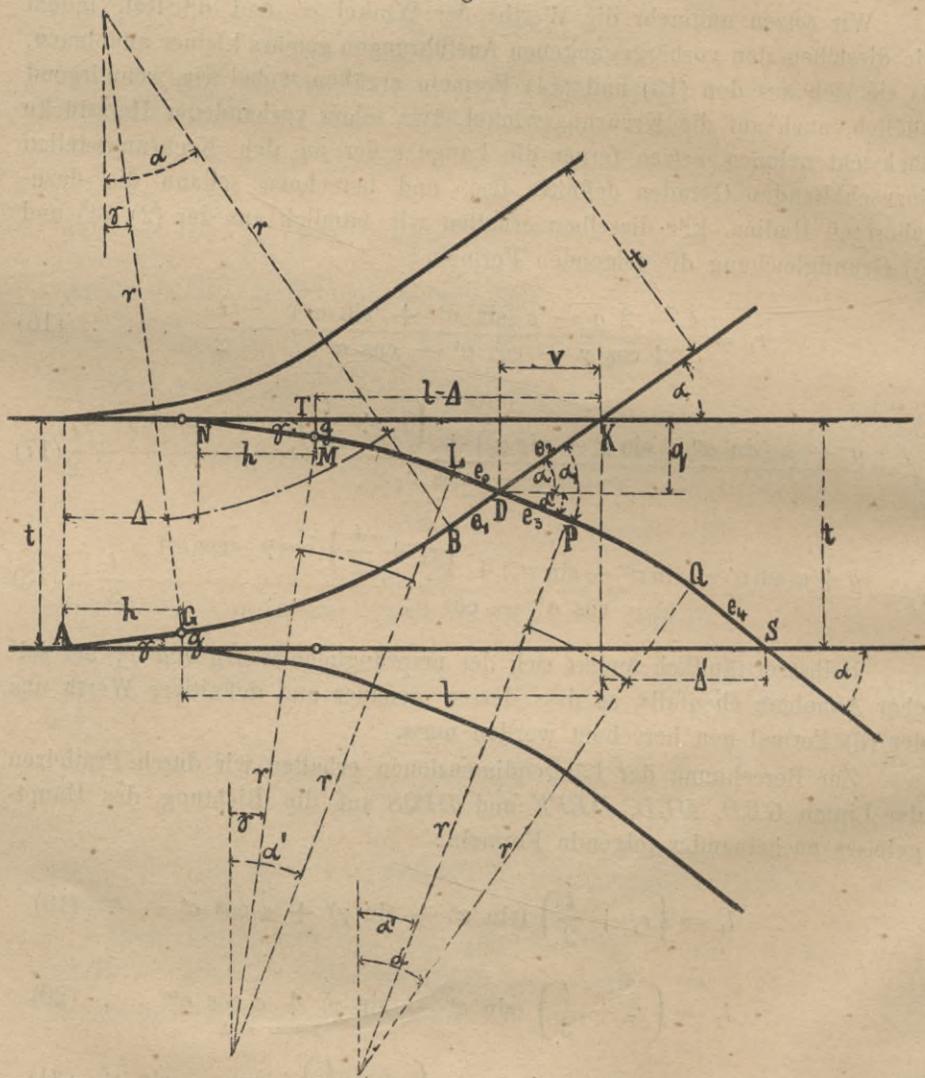
$$l_4 = e (\cos \alpha'' + \cos \alpha_2) + \left(r_2 + \frac{t}{2}\right) (\sin \alpha_2 - \sin \alpha'') \quad (22)$$

Zur Berechnung der Dimension  $q$  endlich erhalten wir durch Projiciren der Linie  $NMLD$  auf die zum Hauptgeleise normale Richtung die Formel:

$$q = g + \left( r_1 + \frac{t}{2} \right) (\cos \gamma - \cos \alpha'') + e \sin \alpha'' \quad . \quad (23)$$

Die Berechnung dieser Weichencombination wird jedoch bedeutend einfacher, wenn in der normalen Weiche der betreffenden Bahn vor dem

Fig. 30.



Herzstücke eine lange Gerade, und demzufolge eine scharfe Krümmung eingeschaltet worden ist; denn in diesem Falle kann die Geleisverbindung auf die in Fig. 30 mitgetheilte Weise hergestellt werden. Die innere Kreuzung

$D$  fällt dabei in die Gerade  $BK$  des Schienenstranges  $AGBK$ , dessen hinter der Kreuzungsstelle befindliche Theil  $DK$  gerade bleibt.

Die Weiche  $AGBK$  wird ganz als einfache, gerade Weiche berechnet, ihr Radius ( $r$ ) und die Länge der Geraden  $BK$  ( $e$ ) kann demnach als gegeben betrachtet werden; es kommt nur ein unbekannter Winkel ( $\alpha'$ ) vor, dessen genaue Berechnung aus den Projectionsgleichungen nur mittelst schwerfälliger Elimination möglich wäre, dessen annähernde Bestimmung aber sehr leicht geschehen kann.

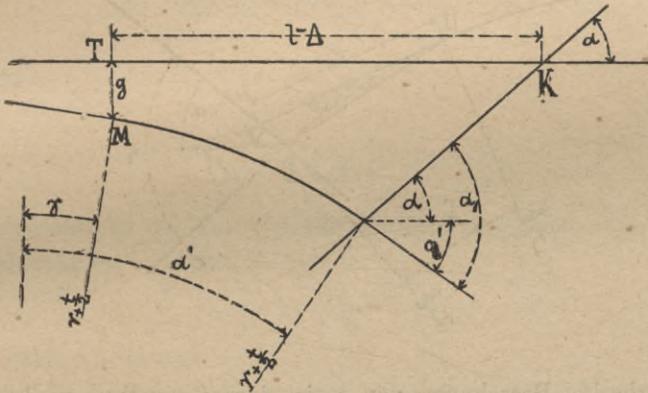
Wir gehen von der Voraussetzung aus, dass:

$$e_0 = 0$$

also die Linie  $MLD$  ein mit dem Radius  $r + \frac{t}{2}$  beschriebener Kreisbogen sei.

Wenn wir nun die Linie  $TMDK$  zuerst auf die Richtung des Hauptgleises,

Fig. 31.



sodann auf die zu dieser normalen Richtung projectiren, gelangen wir zu folgenden Gleichungen:

$$l - \Delta = \left( r + \frac{t}{2} \right) (\sin \alpha' - \sin \gamma) + e_2 \cos \alpha . . . (24)$$

$$0 = g + \left( r + \frac{t}{2} \right) (\cos \gamma - \cos \alpha') - e_2 \sin \alpha . . . (25)$$

aus welchen wir durch Elimination von  $e_2$  zur Gleichung:

$$\frac{l - \Delta - \left( r + \frac{t}{2} \right) (\sin \alpha' - \sin \gamma)}{\cos \alpha} = \frac{g + \left( r + \frac{t}{2} \right) (\cos \gamma - \cos \alpha')}{\sin \alpha}$$

gelangen. Aus derselben entfernen wir vor Allem die Nenner, und wenden dann die bekannte geometrische Formel:

$$\cos (\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta$$

an, wodurch wir zur Berechnung des Winkels

$$\alpha_1 = \alpha + \alpha'$$

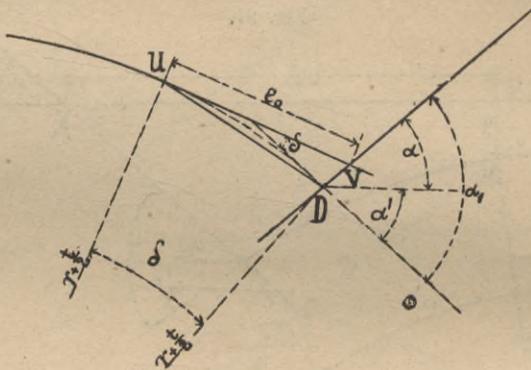
folgende Formel erhalten:

$$\cos(\alpha + \alpha') = \cos(\alpha + \gamma) - \frac{(l - \Delta) \sin \alpha - g \cos \alpha}{r + \frac{t}{2}} \quad (26)$$

Wenn hieraus der Näherungswerth von  $\alpha'$  berechnet wird, ist aus der (25) Gleichung:

$$e_2 = \frac{g + \left(r + \frac{t}{2}\right) (\cos \gamma - \cos \alpha')}{\sin \alpha} \quad (27)$$

Fig. 32.



Die vorherige Berechnung von  $e_2$  ist darum gerathen, weil wir dadurch orientirt werden, ob die Aufgabe, die wir uns gestellt, mit der normalen Weiche überhaupt gelöst werden kann oder nicht. Eine Lösung ist nämlich nur dann möglich, wenn:

$$e_2 \leq e$$

ist.

Aus Fig. 32 kann ferner beurtheilt werden, um wie viel ( $\delta$ ) sich der Winkel  $\alpha'$  zufolge Einschaltung der Geraden  $e_0$  ändern werde. Für das Dreieck  $UDV$ , in welchem:

$$\sphericalangle UVD = \alpha_1 - \delta; \quad \sphericalangle UDV = 180 - \left(\alpha_1 - \frac{\delta}{2}\right)$$

und, annähernd:

$$UD = \left(r + \frac{t}{2}\right) \text{arc } \delta$$

ist, gibt nämlich die Proportion:

$$e_0 : \left(r + \frac{t}{2}\right) \delta = \sin \left(\alpha_1 - \frac{\delta}{2}\right) : \sin (\alpha_1 - \delta),$$

aus welcher sich, wenn die Sinuse durch die dazugehörigen Bogenlängen ersetzt, und das  $\delta^2$  enthaltende Glied vernachlässigt wird, die Formel:

$$\delta = \frac{e_0 \alpha_1}{e_0 + \left(r + \frac{t}{2}\right) \alpha_1} \dots \dots \dots (28)$$

ergibt, mittelst welcher, annäherungsweise berechnet werden kann, um wie viel der Kreuzungswinkel  $\alpha_1$  kleiner genommen werden muss, als sich aus der (26) Formel ergäbe, damit vor der Herzspitze eine Gerade von bestimmter Länge entstehe.

Wenn wir auf Grund dieser Erwägungen, natürlich auch mit Rücksicht auf etwa schon vorhandene Herzstücke den Kreuzungswinkel  $\alpha_1$  annehmen, ist:

$$\alpha' = \alpha_1 - \alpha \dots \dots \dots (29)$$

Zur Berechnung der Unbekannten  $e_2$  und  $e_3$  ist aus Fig. 30 beim Projiciren des Linienzuges *TMLDK* auf die beiden Haupttrichtungen:

$$l - \Delta = e_2 \cos \alpha + e_0 \cos \alpha' + \left(r + \frac{t}{2}\right) (\sin \alpha' - \sin \gamma) \dots \dots (30)$$

$$0 = e_2 \sin \alpha - e_0 \sin \alpha' - \left(r + \frac{t}{2}\right) (\cos \gamma - \cos \alpha') - g \dots (31)$$

aus welchen Gleichungen die Dimensionen  $e_0$  und  $e_2$  durch Elimination leicht berechnet werden können. Wegen:

$$e_1 = e - e_2 \dots \dots \dots (32)$$

wird dadurch auch  $e_1$  bekannt.

Der hinter der Kreuzung *D* gelegene Linienzug *KDPQS* liefert uns nur eine Gleichung, da nur dessen Projection auf die zum Hauptgeleise normale Richtung von im Vorhinein bestimmter Länge ist. Wir erhalten demnach die folgende Bedingungsgleichung:

$$t = e_2 \sin \alpha + e_3 \sin \alpha' + \left(r + \frac{t}{2}\right) (\cos \alpha' - \cos \alpha) + e_4 \sin \alpha \dots (33)$$

aus welcher, wenn  $e_3$  angemessen angenommen wird:

$$e_4 = \frac{t - e_3 \sin \alpha' - \left(r + \frac{t}{2}\right) (\cos \alpha' - \cos \alpha)}{\sin \alpha} - e_2 \dots \dots (34)$$

ist.

Die Längenverschiebung der beiden Kreuzungen kann sodann durch Projiciren desselben Linienzuges auf die Richtung des Hauptgeleises bestimmt werden; es ist nämlich:

$$\Delta' = e_4 \cos \alpha + \left(r + \frac{t}{2}\right) (\sin \alpha - \sin \alpha') + e_3 \cos \alpha' - e_2 \cos \alpha (35)$$

Wenn etwa verlangt werden sollte, dass die einander kreuzenden Weichen von gleicher Länge seien, d. h.:

$$\Delta' = \Delta$$

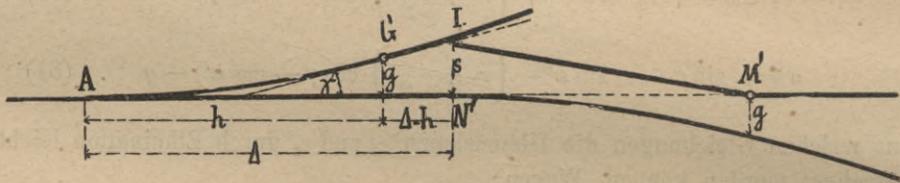
sei, kann der Radius von  $PQ$  nicht mehr frei gewählt werden, sondern muss, nach Annahme von  $e_3$  aus den (34) und (35) Gleichungen durch Elimination von  $e_4$  und  $r$  berechnet werden.

Behufs Absteckung der Herzspitze  $D$  endlich ist:

$$\left. \begin{aligned} q &= e_2 \sin \alpha \\ v &= e_2 \cos \alpha \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (36)$$

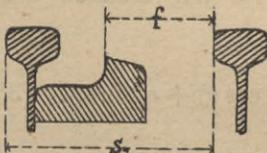
Nach welcher Anordnung immer, ob gleich der in Fig. 29 oder gleich der in Fig. 30 nun die Weichendurchkreuzung construiert wird, die Distanz  $\Delta$  der aufeinander folgenden Wechsel muss wenigstens so gross angenommen werden, dass der Schienenstrang der ersten Weiche die vollständige Oeffnung der Zungenschiene des zweiten Wechsels nicht hindere.

Fig. 33.



Die Distanz  $s$ , welche hiezu nöthig ist, kann durch Aufzeichnung des in Fig. 33 mit I bezeichneten Querschnittes (Fig. 34) bestimmt werden, sobald der Spielraum an der Wechselsungenspitze ( $f$ ), sowie die Dimensionen der Zungenschiene bekannt sind.

Fig. 34.



Aus Fig. 33, wo  $h$  die Länge der Zungenschiene bedeutet, ergibt sich folgende Gleichung zweiten Grades:

$$s = g + (\Delta - h) \tan \gamma + \frac{(\Delta - h)^2}{2r + t} \quad (37)$$

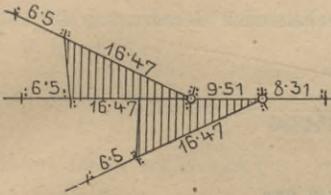
aus welcher, durch Auflösung mit Bezug auf  $\Delta - h$  die minimale Distanz der Wechsel ( $\Delta$ ) resultirt.

In Fig. 35 theilen wir als Beispiel den Grundriss, in Fig. 36 die schematische Darstellung einer solchen Weichendurchkreuzung\* mit, letztere auf Grund derselben Principien construiert, welche wir in unseren Ausführungen über die einfache, gerade Weiche detaillirt haben.

\* Die Dimensionen derselben berechnen wir weiter unten im 2. Beispiele dieses §.

1. Beispiel. In den normalen Weichen einer Bahn ist:  $\alpha = 4^{\circ} 51' 26''$ ,  $\gamma = 2^{\circ} 14' 10''$ ,  $t = 1.436$ ,  $g = 0.11$ ,  $l = 18.14$ ,  $e = 8.801$  und  $r = 204.5$  m. (Siehe das 2. Beispiel unter §. 5.) Mit dieser Anordnung soll eine Weichendurchkreuzung nach Anordnung der Fig. 30 konstruiert werden.

Fig. 36.



Da aus den Dimensionen des betreffenden Wechsels sich  $s = 324$  mm. ergibt, erhalten wir für  $\Delta - h$  auf Grund der (37) Formel die folgende Gleichung zweiten Grades:

$$0.324 = 0.11 + (\Delta - h) \tan 2^{\circ} 14' 10'' + \frac{(\Delta - h)^2}{409 + 1.436^2}$$

oder:

$$2.436 (\Delta - h)^2 + 39.047 (\Delta - h) - 214 = 0,$$

woraus:

$$\Delta - h = \frac{-39.047 + \sqrt{39.047^2 + 4 \cdot 2.436 \cdot 214}}{2 \cdot 2.436} = 4.72 \text{ m.}$$

Im Wechsel der betreffenden Bahn hat die, zum geraden Geleise gehörige Zungenschiene (und laut Fig. 33) ist diese massgebend) eine Länge von 4.9 m., folglich ist:

$$\Delta_{\min} = 9.62$$

daher, abgerundet:

$$\Delta = 10.0 \text{ m.}$$

Aus der (26) Formel ist, wegen:

$$\alpha + \gamma = 7^{\circ} 5' 36''$$

$$\cos \alpha_1 = \cos 7^{\circ} 5' 36'' - \frac{8.14 \sin 4^{\circ} 51' 26'' - 0.11 \cos 4^{\circ} 51' 26''}{205.218} = 0.989522,$$

also:

$$\log \cos \alpha_1 = 9.9954255$$

und annäherungsweise:

$$\alpha_1 = 8^{\circ} 18' 5''$$

dennach, vorderhand ebenfalls nur annäherungsweise:

$$\alpha' = 8^{\circ} 18' 5'' - 4^{\circ} 51' 26'' = 3^{\circ} 23' 39''.$$

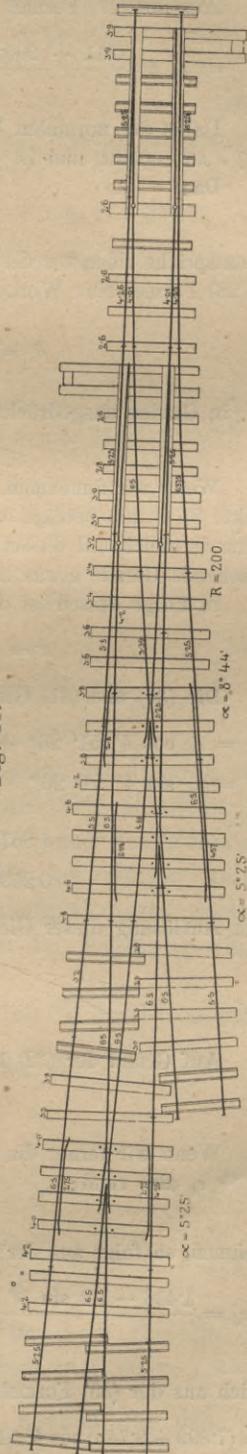


Fig. 35.

Ost. Nordwestbahn.

Aus der (27) Formel ist also der Näherungswerth von  $e_2$

$$e_2 = \frac{0.11 + 205.218 (\cos 2^\circ 14' 10'' - \cos 3^\circ 23' 39'')}{\sin 4^\circ 51' 26''} = 3.76 \text{ m.}$$

Da in der normalen Weiche  $e = 8.801$  m. ist, erscheint die Bedingung, dass  $e_2 < e$  sei, erfüllt, und ist daher die Lösung der Aufgabe möglich.

Da:

$$\text{arc } 8^\circ 18' 5'' = 0.144886$$

ist, entspricht einer, vor die Herzspitze einzuschaltenden Geraden von 1.0 m. Länge nach der (28) Formel eine Winkeldifferenz von:

$$\delta = \frac{1.0 \cdot 0.144886}{1.0 + 205.218 \cdot 0.144886} = 0.004714,$$

d. h. in Graden ausgedrückt:

$$\delta = 0^\circ 16' 33''.$$

Wenn wir annehmen, dass die betreffende Bahn Herzstücke mit  $n = 0.14$ , deren Winkel  $8^\circ 0' 29''$  beträgt, vorrätig hat, wird es offenbar zweckmässig sein, die innere Kreuzung gleich mit diesen Stücken zu bilden, in welchem Falle die vor der Herzspitze entstehende Gerade etwas länger, als 1 m. ausfallen wird.

In Folge dessen ist dann:

$$\alpha' = 8^\circ 0' 29'' - 4^\circ 51' 26'' = 3^\circ 9' 3''.$$

Die (30) und (31) Gleichungen gehen in folgende über:

$$8.14 = e_2 \cos 4^\circ 51' 26'' + e_0 \cos 3^\circ 9' 3'' + 205.218 (\sin 3^\circ 9' 3'' - \sin 2^\circ 14' 10'')$$

$$0 = e_2 \sin 4^\circ 51' 26'' - e_0 \sin 3^\circ 9' 3'' - 205.218 (\cos 2^\circ 14' 10'' - \cos 3^\circ 9' 3'')$$

oder:

$$\left. \begin{aligned} 4.867390 &= 0.996409 e_2 + 0.998489 e_0 \\ 0.253914 &= 0.084673 e_2 - 0.054963 e_0 \end{aligned} \right\};$$

durch Auflösung dieser Gleichungen erhalten wir:

$$e_0 = 1.142 \text{ m.}$$

$$e_2 = 3.740 \text{ m.}$$

Auf Grund der (32) Formel ist sodann:

$$e_1 = 8.801 - 3.740 = 5.061 \text{ m.}$$

Wenn wir ferner die hinter der inneren Kreuzungsstelle einzuschaltende Gerade  $e_3 \sim e_0$  also rund:

$$e_3 = 1.2 \text{ m.}$$

annehmen, so folgt aus der (34) Gleichung:

$$e_4 = \frac{1.436 - 1.2 \sin 3^\circ 9' 3'' - 205.218 (\cos 3^\circ 9' 3'' - \cos 4^\circ 51' 26'')}{\sin 4^\circ 51' 26''} - 3.740 = 7.399 \text{ m.}$$

endlich aus der (35) Formel:

$$\begin{aligned} \Delta' &= (7.399 - 3.740) \cos 4^\circ 51' 26'' + 205.218 (\sin 4^\circ 51' 26'' - \sin 3^\circ 9' 3'') + 1.2 \cos 3^\circ 9' 3'' = \\ &= 10.940 \text{ m.} \end{aligned}$$

Die Coordinaten der Herzspitze  $D$ , auf die Herzspitze  $K$  bezogen, sind auf Grund der (36) Formeln:

$$\begin{aligned}v &= 3.74 \cos 4^\circ 51' 26'' = 3.726 \text{ m.} \\q &= 3.74 \sin 4^\circ 51' 26'' = 0.316 \text{ m.}\end{aligned}$$

2. Beispiel. Bei der in Fig. 35 und 36 mitgetheilten Weichendurchkreuzung sind die Dimensionen der zu Grunde gelegten einfachen Weiche:

$$\alpha = 5^\circ 25', \gamma = 1^\circ 52', g = 0.11, r = 200 \text{ m., } e = 5.71 \text{ és } l = 17.99.$$

Vor und hinter der inneren Kreuzungsstelle sind in der zweiten Weiche keine Geraden eingeschaltet, d. h. es ist:

$$e_0 = e_3 = 0.$$

In Folge dessen ist auch

$$\Delta = \Delta' = 9.51 \text{ m.}$$

Aus diesen Daten ergibt sich:

$$\cos \alpha_1 = \cos 7^\circ 17' - \frac{8.48 \sin 5^\circ 25' - 0.11 \cos 5^\circ 25'}{200.718}$$

und:

$$\alpha_1 = 8^\circ 44', \alpha' = 3^\circ 19'$$

ferner aus der (27) Formel:

$$e_2 = \frac{0.11 + 200.718 (\cos 1^\circ 52' - \cos 3^\circ 19')}{\sin 5^\circ 25'} = 3.67 \text{ m.}$$

endlich aus den (36) Formeln:

$$\begin{aligned}v &= 3.67 \cos 5^\circ 25' = 3.652 \text{ m.} \\q &= 3.67 \sin 5^\circ 25' = 0.345 \text{ m.}\end{aligned}$$

**§. 8. Die symmetrische Weiche.** (Fig. 37.) Dieselbe ist dadurch charakterisirt, dass die vor der Weiche gelegenen, geraden Schienenstränge in ihrer Verlängerung den Wurzelabstand des Wechsels ( $g$ ) und den Neigungswinkel der Wurzeltangente ( $\gamma$ ), zufolge der Symmetrie der ganzen Anlage halbiren, dass die Herzspitze in die verlängerte Mittellinie dieses geraden Geleisstückes fällt, und dass diese Mittellinie zugleich den Kreuzungswinkel  $\alpha$  in zwei gleiche Theile theilt.

Die Projection der Linie  $GBK$  auf jene Mittellinie ist der Dimension  $l$ , die Projection auf die zu dieser normalen Richtung der Dimension  $\frac{t}{2} - \frac{g}{2}$  gleich; unsere Grundgleichungen werden also lauten:

$$l = \left(r + \frac{t}{2}\right) \left(\sin \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\gamma}{2}\right) + e \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \dots \dots \dots (1)$$

$$\frac{t}{2} - \frac{g}{2} = \left(r + \frac{t}{2}\right) \left(\cos \frac{\gamma}{2} - \cos \frac{\alpha}{2}\right) + e \sin \frac{\alpha}{2} \dots \dots \dots (2)$$

Diese Gleichungen unterscheiden sich von den im §. 5 für die einfache, gerade Weiche abgeleiteten bloß dadurch, dass statt  $\alpha, \gamma, g$  und  $t$  überall  $\frac{\alpha}{2}, \frac{\gamma}{2}, \frac{g}{2}$  und  $\frac{t}{2}$  figuriren. In Folge dessen können aus den verschiedenen, für die einfache, gerade Weiche abgeleiteten Formeln durch

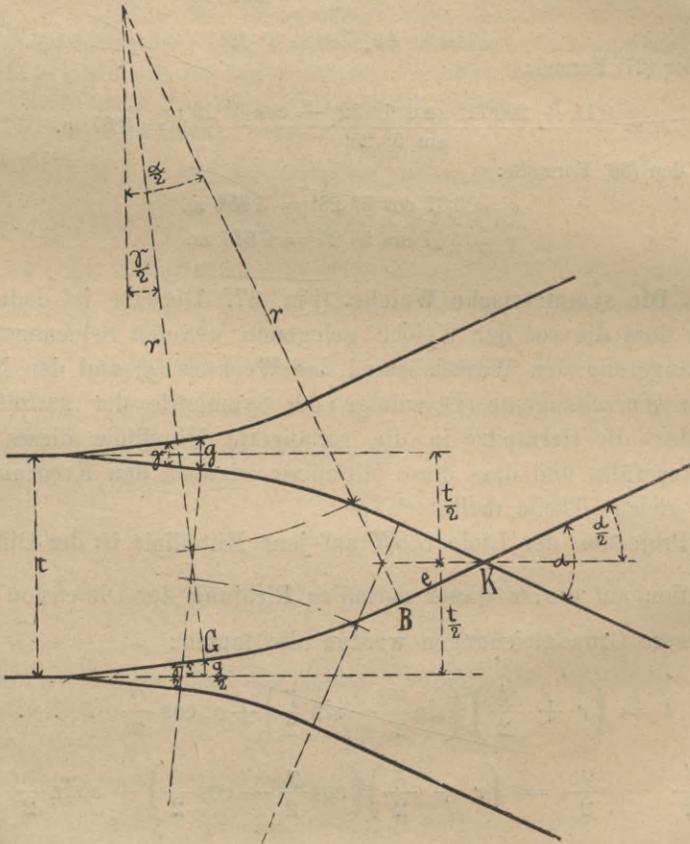
diese einfachen Substitutionen ebenso viele, auf die symmetrische Weiche anwendbare Formeln erlangt werden.

So liefern z. B. die dort (6), (8) und (9) benannten Formeln die folgende:

$$r = \frac{\frac{t}{2} - \frac{g}{2} - e \sin \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\gamma}{2} - \cos \frac{\alpha}{2}} - \frac{t}{2} \dots \dots \dots (3)$$

$$l = \frac{\frac{t}{2} - \frac{g}{2} - e \sin \frac{\alpha}{2}}{\operatorname{tang} \frac{\alpha + \gamma}{4}} + e \cos \frac{\alpha}{2} \dots \dots \dots (4)$$

Fig. 37.



$$e = \frac{\frac{t}{2} - \frac{g}{2} - l \operatorname{tang} \frac{\alpha + \gamma}{4}}{\sin \frac{\alpha}{2} - \cos \frac{\alpha}{2} \operatorname{tang} \frac{\alpha + \gamma}{4}} \dots \dots \dots (5)$$

Die dort (10), (11), (12) und (13) benannten Näherungsformeln gehen ebenso für symmetrische Weichen in folgende über:

$$r = \frac{2(l-e)}{\alpha - \gamma} - \frac{t}{2} \dots \dots \dots (6)$$

$$l = \frac{2(t-g-e\alpha)}{\alpha + \gamma} + e \dots \dots \dots (7)$$

$$e = \frac{2(t-g) - l(\alpha + \gamma)}{\alpha - \gamma} \dots \dots \dots (8)$$

$$\left(r + \frac{t}{2}\right)\alpha^2 + 4e\alpha = 4(t-g) + \left(r + \frac{t}{2}\right)\gamma^2 \dots \dots (9)$$

(7) und (8) stimmen mit den dort (11) und (12) benannten vollständig überein, der Radius hingegen, welcher sich aus (6) ergibt, ist nahezu der zweifache desjenigen, welcher dort aus der (10) Formel resultirt. Wenn daher die symmetrische Weiche mit demselben Wechsel construiert wird, wie die einfache, gerade Weiche, und speciell die Dimensionen  $g$  und  $\gamma$  in beiden Fällen die gleichen sind; können die Tabellen *A*), *B*), *C*) und *D*) auch bei Berechnung symmetrischer Weichen gebraucht werden, nur ist dabei zu beachten, dass die in der Rubrik  $r$  enthaltenen Radien doppelt zu nehmen sind.

Wenn aber die symmetrische Weiche mit einem eigenen, sogenannten symmetrischen Wechsel construiert wird, in welchen  $g$  und  $\gamma$  doppelt so gross ist, als bei gewöhnlichen Weichen, so entsteht eine geringere Weichenlänge ( $l$ ) als sich aus jenen Tabellen ergibt, und ändert sich dann auch der Werth des Radius ( $r$ ).

Die symmetrischen Weichen sind im Allgemeinen kürzer, als die mit gleicher Krümmung construirten geraden Weichen, und werden deshalb hauptsächlich dort angewendet, wo die Geleisverbindungen Raummangels halber möglichst kurz sein müssen.

So wäre z. B. laut Tabelle *A*) eine gerade Weiche mit einem Radius von  $r = 250$  m. und  $e = 3-4$  Meter, nur in einer Länge  $l = 21.5-22.2$  Meter anzuordnen, während eine symmetrische Weiche mit gleichem  $r$  und  $e$ , selbst bei Anwendung eines gewöhnlichen Wechsels — also auf Grund derselben Tabelle, nur die Radien doppelt gerechnet — mit  $n = 0.12$  und in einer Länge  $l = 16.8-17.5$  Meter construiert werden könnte.

In Fig. 38 und 39 theilen wir den Grundriss und die schematische Darstellung einer symmetrischen Weiche mit, welche mit einem symmetrischen Wechsel construiert ist, in Fig. 40 und 41 hingegen den Grundriss und die schematische Darstellung einer symmetrischen Weiche, bei welcher ein gewöhnlicher Wechsel verwendet ist. Bei letzterer ist zugleich der Kreuzungswinkel gleich dem Winkel der inneren Kreuzung der in Fig. 35 dargestellten Weichendurchkreuzung angenommen, wodurch nämlich erreicht ist, dass in beiden Fällen dasselbe Herzstück verwendet werden kann.





Behufs Elimination der Radien bestimmen wir aus der (2) und (3) Gleichung  $r + \frac{t}{2}$ , beziehungsweise  $R + \frac{t}{2}$ , und substituiren diese Werthe in die (1) Gleichung, welche dadurch in:

$$t - g = [l - e \cos(\alpha - \xi)] \frac{\cos \gamma - \cos(\alpha - \xi)}{\sin(\alpha - \xi) - \sin \gamma} + e [\sin(\alpha - \xi) + \sin \xi] + (l - e \cos \xi) \frac{1 - \cos \xi}{\sin \xi} \dots \dots \dots (4)$$

Wenn wir auf diese Gleichung die goniometrische Formel:

$$\text{tang} \frac{\alpha + \beta}{2} = \frac{\cos \beta - \cos \alpha}{\sin \alpha - \sin \beta}$$

anwenden, entsteht daraus die Gleichung:

$$t - g = [l - e \cos(\alpha - \xi)] \text{tang} \frac{\alpha - \xi + \gamma}{2} + e [\sin(\alpha - \xi) + \sin \xi] + (l - e \cos \xi) \text{tang} \frac{\xi}{2} \dots \dots \dots (5)$$

Um bei Construction der Curvenweichen eine Zerstückelung der Schienen möglichst zu vermeiden, haben wir genau so vorzugehen, wie bei Berechnung der einfachen, geraden Weichen: wir orientiren uns nämlich vor Allem mittelst Näherungstabellen über die Dimensionen der zu construierenden Weiche, und bestimmen dann die Länge ( $l$ ) so, dass die Schienenstränge zwischen der Wechselwurzel und dem Herzstücke womöglich aus vorrätigen Schienen zusammengestellt werden können. Es kann also  $l$  als gegeben betrachtet werden, und muss aus den Gleichungen die Länge der vor der Herzspitze einzuschaltenden Geraden ( $e$ ), der Radius des Ausweichgleises ( $r$ ) und der Winkel  $\xi$  berechnet werden.

Die direkte Bestimmung des letzteren, aus den abgeleiteten Gleichungen, würde aber wieder grosse Schwierigkeiten verursachen. Wir werden daher mittelst der weiter unten abzuleitenden Näherungsformeln vor Allem einen Näherungswerth für  $\xi$  bestimmen, diesen in die (5) Gleichung substituiren und dieselbe dann auflösen.

Wir erhalten auf diese Weise für  $e$  den Werth:

$$e = \frac{t - g - l \left( \text{tang} \frac{\alpha - \xi + \gamma}{2} + \text{tang} \frac{\xi}{2} \right)}{\sin(\alpha - \xi) + \sin \xi - \cos(\alpha - \xi) \text{tang} \frac{\alpha - \xi + \gamma}{2} - \cos \xi \text{tang} \frac{\xi}{2}} \dots \dots \dots (6)$$

Zur Berechnung des Radius  $r$  gelangen wir aus der (2) Gleichung zur Formel:

$$r = \frac{l - e \cos(\alpha - \xi)}{\sin(\alpha - \xi) - \sin \gamma} - \frac{t}{2} \dots \dots \dots (7)$$

Mit Hilfe dieser Werthe ist sodann aus der (3) Gleichung der genauere Werth von  $\xi$  zu berechnen. Jene Gleichung lautet nämlich, mit Bezug auf  $\xi$  geordnet, wie folgt:

$$\sin \xi + \frac{e}{R + \frac{t}{2}} \cos \xi = \frac{l}{R + \frac{t}{2}}$$

Wenn wir hierin den Hilfswinkel  $\varphi$ , welchen wir aus der Gleichung:

$$\text{tang } \varphi = \frac{e}{R + \frac{t}{2}} \quad \dots \quad (8)$$

berechnen, einführen, mit  $\cos \varphi$  multipliciren, und berücksichtigen, dass:

$$\sin (\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta$$

ist, so nimmt die Gleichung folgende Gestalt an:

$$\sin (\xi + \varphi) = \frac{l}{R + \frac{t}{2}} \cos \varphi \quad \dots \quad (9)$$

Den Werth von  $\xi$ , welchen wir hieraus erhalten, vergleichen wir mit dessen früher berechneten Näherungswerthe. Falls sich eine erheblichere Differenz ergeben sollte, ist mittelst dieses genaueren Werthes von  $\xi$  aus den (6) und (7) Formeln  $e$  und  $r$  neuerdings zu berechnen. Durch Wiederholung dieses Vorganges kann natürlich ein beliebiger Grad von Genauigkeit erreicht werden.

II. Näherungsformeln. In den soeben abgeleiteten Formeln sind wegen der Kleinheit der Winkel, die Sinuse und Tangenten derselben sehr annähernd der Bogenlänge, die Cosinuse hingegen der Einheit gleich. Durch diese Substitutionen erhalten wir aus der (6) Formel, nach gehöriger Vereinfachung:

$$e = \frac{2(t-g) - l(\alpha + \gamma)}{\alpha - \gamma} \quad \dots \quad (10)$$

und hieraus:

$$l = \frac{2(t-g) - e(\alpha - \gamma)}{\alpha + \gamma} \quad \dots \quad (11)$$

oder, wenn wir im Zähler  $e(\alpha + \gamma)$  einmal addiren, dann wieder subtrahiren:

$$l = \frac{2(t-g - e\alpha)}{\alpha + \gamma} + e \quad \dots \quad (12)$$

Die Näherungsformeln unter (10) und (12) stimmen also mit den im §. 5 unter (11) und (12) erhaltenen vollständig überein, woraus gefolgert werden kann, dass, annäherungsweise die Weichenlänge von der

Krümmung der Geleise unabhängig ist, und dass dieselbe, ausser den Dimensionen des Wechsels nur durch die Grösse von  $e$  und  $\alpha$  beeinflusst wird.

Aus der (7) Formel ergibt sich ferner, als Näherungswerth für den Radius des Ausweichgeleises:

$$r = \frac{l-e}{\alpha - \xi - \gamma} - \frac{t}{2} \dots \dots \dots (13)$$

endlich aus der (3) Gleichung zur Berechnung des Winkels  $\xi$ :

$$\xi = \frac{l-e}{R + \frac{t}{2}} \dots \dots \dots (14)$$

Falls  $r$  gegeben wäre, ist aus der (13) Gleichung:

$$\xi = \alpha - \gamma - \frac{l-e}{r + \frac{t}{2}} \dots \dots \dots (15)$$

und aus der (14) Gleichung:

$$R = \frac{l-e}{\xi} - \frac{t}{2} \dots \dots \dots (16)$$

Aus der (14) Formel ist zugleich zu ersehen, dass bei wachsendem Radius  $R$ : der Winkel  $\xi$  abnimmt, aus der (13) Formel hinwieder, dass bei abnehmendem Winkel  $\xi$ : der Radius  $r$  zunimmt.

Es verursacht also — unter sonst unveränderten Verhältnissen — bei in entgegengesetztem Sinne gekrümmten Curvenweichen eine Vergrösserung des Radius des Hauptgeleises eine Abnahme des Radius des Ausweichgeleises und umgekehrt. Der Radius des Ausweichgeleises ist demnach in solchen Weichen immer grösser, als — dieselben Verhältnisse vorausgesetzt — in geraden Weichen.

III. Die schematische Darstellung der in entgegengesetztem Sinne gekrümmten Curvenweichen. Wir verlängern die Mittellinien der an der Kreuzungsstelle eingeschalteten, geraden Geleisstücke bis zu ihrem Schnittpunkte mit der Mittellinie des geraden Hauptgeleises des Wechsels (Fig. 43). Die Schnittpunkte  $P_1$  und  $P_2$  nennen wir die Mittelpunkte der Curvenweiche.

In die schematische Darstellung zeichnen wir diese Geraden, welche sich in den Mittelpunkten der Weiche schneiden, unter den entsprechenden Neigungswinkeln ein, und tragen auf dieselben jene Längen  $a_1$ ,  $b_1$  und  $a_2$ ,  $b_2$  auf, welche sich von diesen Mittelpunkten einerseits bis zu dem vor der Wechselzungenspitze befindlichen Stockschieneusstosse, und andererseits bis zum Stosse am Ende des Herzstückes erstrecken (Fig. (44).

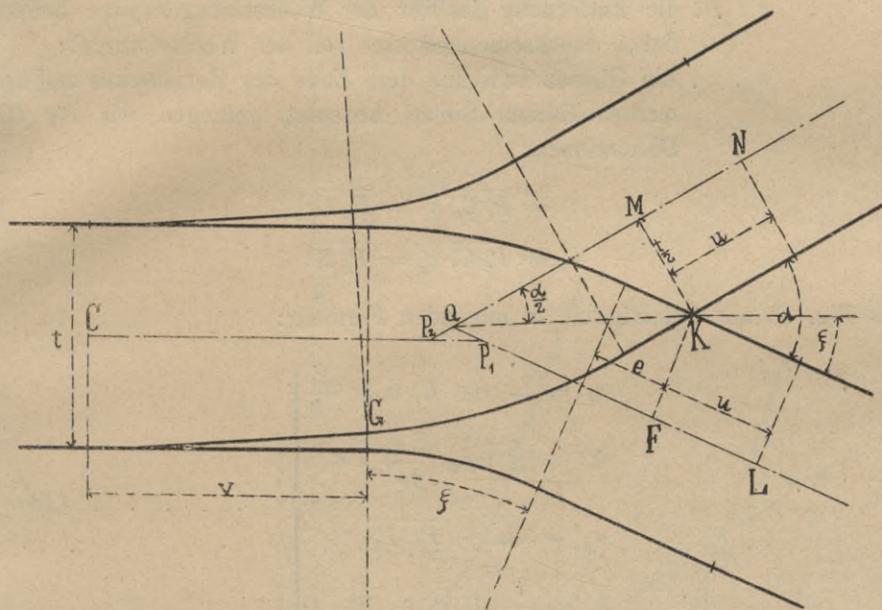
Zur Berechnung dieser Dimensionen folgt (Fig. 43) aus den Dreiecken  $QMK \cong QKF$ :

$$QM = QF = \frac{t}{2} \cotang \frac{\alpha}{2} = \frac{t}{n};$$

es ist ferner:

$$P_1 F = R \tang \frac{\xi}{2} + e.$$

Fig. 43.



Die Seite  $P_1 Q$  des in Fig. 45 in grösserem Massstabe aufgezeichneten Dreieckes  $P_1 P_2 Q$  ist:

$$P_1 Q = QF - P_1 F$$

also:

$$P_1 Q = \frac{t}{n} - R \tang \frac{\xi}{2} - e.$$

Fig. 44.

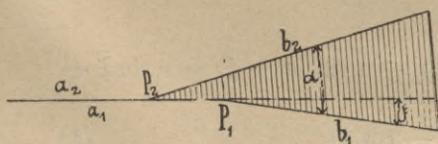
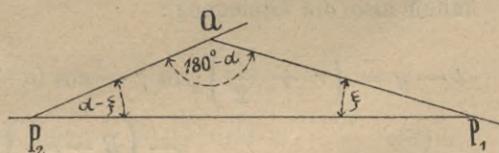


Fig. 45.



Im Dreiecke  $P_1 P_2 Q$  gelten die Proportionen:

$$\frac{P_1 P_2}{P_1 Q} = \frac{\sin (180 - \alpha)}{\sin (\alpha - \xi)} \quad \text{und} \quad \frac{P_2 Q}{P_1 Q} = \frac{\sin \xi}{\sin (\alpha - \xi)};$$

es ist also:

$$\left. \begin{aligned} \overline{P_1 P_2} &= \left( \frac{t}{n} - R \operatorname{tang} \frac{\xi}{2} - e \right) \frac{\sin \alpha}{\sin (\alpha - \xi)} \\ \overline{P_2 Q} &= \left( \frac{t}{n} - R \operatorname{tang} \frac{\xi}{2} - e \right) \frac{\sin \xi}{\sin (\alpha - \xi)} \end{aligned} \right\} \dots (17)$$

Mit Hilfe dieser Formeln kann also  $\overline{P_1 P_2}$  und  $\overline{P_2 Q}$  berechnet werden. Wenn ferner:

- $v$  . . . die Entfernung des vor der Wechselzungenspitze befindlichen Stockschieneusstosses von der Wechselwurzel;
- $u$  . . . die Distanz zwischen dem Ende des Herzstückes und der mathematischen Spitze bedeutet, gelangen wir für die Dimensionen:

$$\begin{aligned} a_1 &= \overline{P_1 C}, \quad b_1 = \overline{P_1 L} \\ a_2 &= \overline{P_2 C}, \quad b_2 = \overline{P_2 N} \end{aligned}$$

aus Fig. 43 mit Leichtigkeit zu folgenden Formeln:

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= v + R \operatorname{tang} \frac{\xi}{2} \\ b_1 &= R \operatorname{tang} \frac{\xi}{2} + e + u \\ a_2 &= a_1 - \overline{P_1 P_2} \\ b_2 &= \frac{t}{n} + u + \overline{P_2 Q} \end{aligned} \right\} \dots (18)$$

§. 10. In gleichem Sinne gekrümmte Curvenweichen. I. Die genaue Berechnung der Weichendimensionen. Wir projiciren den Linienzug  $GBKLM$  auf die zum geraden Hauptgeleise des Wechsels normale Richtung. Die Länge der Projection ist (Fig. 46)  $t - g$ . Beim Projiciren ist zu berücksichtigen, dass der Theil  $LM$  jenes Linienzuges negativer Richtung, das ferner der Radius des Kreisbogens  $LM$ :  $R - \frac{t}{2}$  ist. Wir erhalten also die Gleichung:

$$\begin{aligned} t - g &= \left( r + \frac{t}{2} \right) [\cos \gamma - \cos (\alpha + \xi)] + e \sin (\alpha + \xi) - e \sin \xi - \\ &\quad - \left( R - \frac{t}{2} \right) (1 - \cos \xi) \dots (1) \end{aligned}$$

Zu zwei weiteren Gleichungen gelangen wir dadurch, dass wir die Linienzüge  $GBK$  und  $MLK$  einzeln auf die Richtung des geraden Hauptgeleises des Wechsels projiciren.

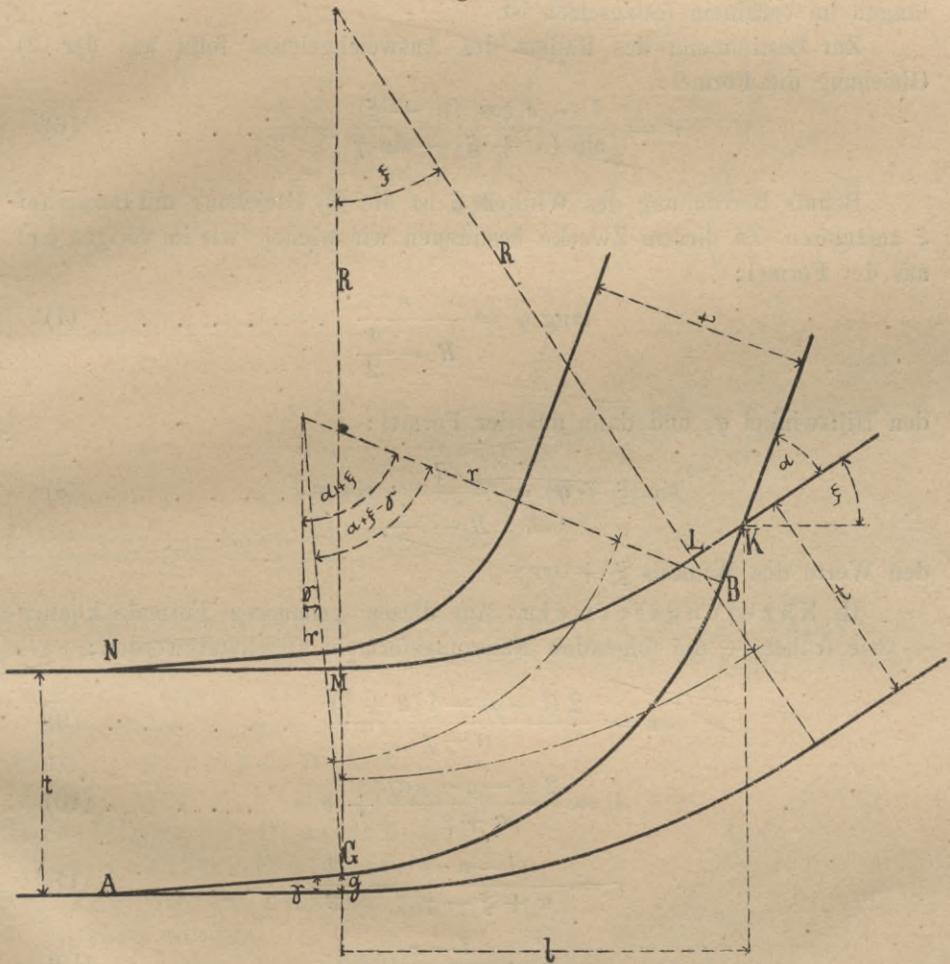
Die Länge dieser Projectionen ist  $l$ , wesswegen die betreffenden Gleichungen folgendermassen lauten :

$$l = \left( r + \frac{t}{2} \right) [\sin (\alpha + \xi) - \sin \gamma] + e \cos (\alpha + \xi) \dots (2)$$

und :

$$l = \left( R - \frac{t}{2} \right) \sin \xi + e \cos \xi \dots (3)$$

Fig. 46.



Wenn wir aus diesen drei Gleichungen  $r + \frac{t}{2}$  und  $R - \frac{t}{2}$  eliminieren, erhalten wir, ebenso wie im vorigen §. die Gleichung :

$$t - g = [l - e \cos (\alpha + \xi)] \frac{\alpha + \xi + \gamma}{2} + e [\sin (\alpha + \xi) - \sin \xi] - (l - e \cos \xi) \operatorname{tg} \frac{\xi}{2} \dots (4)$$

welche sich von der im vorigen § abgeleiteten (5) Gleichung nur durch das entgegengesetzte Vorzeichen von  $\xi$  unterscheidet.

Hieraus ist:

$$e = \frac{t - g - l \left( \operatorname{tang} \frac{\alpha + \xi + \gamma}{2} - \operatorname{tang} \frac{\xi}{2} \right)}{\sin(\alpha + \xi) - \sin \xi - \cos(\alpha + \xi) \operatorname{tang} \frac{\alpha + \xi + \gamma}{2} + \cos \xi \operatorname{tang} \frac{\xi}{2}} \quad (5)$$

worin die Weichenlänge  $l$ , mit Rücksicht auf die vorhandenen Schienenlängen im vorhinein festzusetzen ist.

Zur Bestimmung des Radius des Ausweichgleises folgt aus der (2) Gleichung die Formel:

$$r = \frac{l - e \cos(\alpha + \xi)}{\sin(\alpha + \xi) - \sin \gamma} - \frac{t}{2} \quad (6)$$

Behufs Berechnung des Winkels  $\xi$  ist die (3) Gleichung mit Bezug auf  $\xi$  aufzulösen. Zu diesem Zwecke bestimmen wir wieder (wie im vorigen §-e) aus der Formel:

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{e}{R - \frac{t}{2}} \quad (7)$$

den Hilfwinkel  $\varphi$ , und dann aus der Formel:

$$\sin(\xi + \varphi) = \frac{l}{R - \frac{t}{2}} \cos \varphi \quad (8)$$

den Werth des Winkels  $\xi + \varphi$ .

II. Näherungsformeln. Aus diesen genaueren Formeln können — wie früher — die folgenden Näherungsformeln abgeleitet werden:

$$e = \frac{2(t - g) - l(\alpha + \gamma)}{\alpha - \gamma} \quad (9)$$

$$l = \frac{2(t - g - e\alpha)}{\alpha + \gamma} + e \quad (10)$$

$$r = \frac{l - e}{\alpha + \xi - \gamma} - \frac{t}{2} \quad (11)$$

$$\xi = \frac{l - e}{R - \frac{t}{2}} \quad (12)$$

von welchen (9) und (10) mit den obigen, unter (10) und (12) enthaltenen, vollständig übereinstimmen, (11) und (12) hingegen sich von den, dort (13) und (14) benannten, nur durch das Vorzeichen von  $\xi$  und  $\frac{t}{2}$  unterscheiden.



Im Dreiecke  $P_1 P_2 Q$  ist:

$$\frac{P_1 P_2}{P_1 Q} = \frac{\sin \alpha}{\sin [180 - (\alpha + \xi)]}$$

$$\frac{P_2 Q}{P_1 Q} = \frac{\sin \xi}{\sin [180 - (\alpha + \xi)]}$$

also:

$$\left. \begin{aligned} \overline{P_1 P_2} &= \left( \frac{t}{n} - R \operatorname{tg} \frac{\xi}{2} - e \right) \frac{\sin \alpha}{\sin (\alpha + \xi)} \\ P_2 Q &= \left( \frac{t}{n} - R \operatorname{tg} \frac{\xi}{2} - e \right) \frac{\sin \xi}{\sin (\alpha + \xi)} \end{aligned} \right\} \dots \dots (13)$$

Wenn ferner  $u, v, a_1, b_1, a_2, b_2$  dieselben Dimensionen bedeuten, wie im vorhergehenden §-e, ist:

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= v + R \operatorname{tg} \frac{\xi}{2} \\ b_1 &= R \operatorname{tg} \frac{\xi}{2} + e + u \\ a_2 &= a_1 - \overline{P_1 P_2} \\ b_2 &= \frac{t}{n} + u - P_2 Q \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (14)$$

**§. 11. Tabellen zur Berechnung der Curvenweichen.** Um bei Construction von Curvenweichen behufs Vermeidung einer Zerstückelung der Schienen, die Weichenlänge im vorhinein festsetzen zu können, um ferner von den Krümmungsverhältnissen der Weiche ein übersichtliches Bild zu erhalten, theilen wir im folgenden für normalspurige Bahnen zwei Tabellen mit.

Bei Berechnung dieser Tabellen sind die Formeln:

$$l = \frac{2(t-g) - e(\alpha - \gamma)}{\alpha + \gamma} \dots \dots \dots (1')$$

$$r = \frac{l - e}{\alpha \mp \xi - \gamma} \dots \dots \dots (2')$$

$$R = \frac{l - e}{\xi} \dots \dots \dots (3')$$

angewendet worden; (in denselben wurde nämlich die Dimension  $\frac{t}{2}$  neben den, um vieles grösseren Radien vernachlässigt.

Wie aus den Tabellen zu ersehen ist, wurden vorerst für den Radius des Ausweichgleises ( $r$ ) die gebräuchlicheren Grenzwerte (200 und 300 Meter) angenommen, und dann aus der (2') Formel der Winkel:

$$\mp \xi = \frac{l - e}{r} - (\alpha - \gamma) \dots \dots \dots (4')$$

sowie schliesslich aus der (3') Formel der Radius des Hauptgeleises ( $R$ ) berechnet.

Das Vorzeichen des Winkels  $\xi$  entscheidet nach dem Vorhergehenden darüber, ob die Weiche in entgegengesetztem oder in gleichem Sinne gekrümmt sein wird. Da dem ersteren Falle ein negatives Vorzeichen von  $\xi$  entspricht, ist die Bedingung hiefür:

$$\alpha - \gamma > \frac{l - e}{r} \dots \dots \dots (5')$$

während, wenn:

$$\alpha - \gamma < \frac{l - e}{r} \dots \dots \dots (6')$$

ist, die Weiche in gleichem Sinne gekrümmt ist:

Wenn endlich:

$$\alpha - \gamma = \frac{l - e}{r} \dots \dots \dots (7')$$

ist, wird:

$$\xi = 0,$$

d. h. die Weiche selbst eine gerade.

Durch Elimination von  $l$  aus den (1') und (2') Formeln erhalten wir:

$$e_0 = \frac{2(t - g) - r(\alpha^2 - \gamma^2)}{2\alpha} \dots \dots \dots (8')$$

für die Länge jener Geraden, bei deren Einschaltung vor die Herzspitze eine gerade Weiche entsteht.

Aus den (5') und (6') Formeln ist zu ersehen, dass eine in entgegengesetztem oder eine in gleichem Sinne gekrümmte Curvenweiche entsteht, jenachdem:

$$e \begin{matrix} < \\ > \end{matrix} e_0 \dots \dots \dots (9')$$

angenommen wird.

Die Tabellen, in welche, um eine Vergleichung zu ermöglichen, auch die, auf die gerade Weiche bezüglichen Daten neuerdings aufgenommen wurden, klären uns gegebenen Falles auch darüber auf, welche Lösungen der gestellten Aufgabe unter den gegebenen Bedingungen überhaupt möglich sind.

Bei Benützung der Tabellen sind natürlich auch jene Gesetze zu berücksichtigen, welche wir bezüglich des Wachsens, beziehungsweise der Abnahme des Radius des Ausweichgeleises in den beiden vorhergegangenen Paragraphen abgeleitet haben.

Die bei Berechnung der Tabellen angenommenen übrigen Dimensionen stimmen mit denjenigen der im §. 5 mitgetheilten Tabellen überein.

A) Tabelle für Curvenweichen ( $\gamma = 0.02$ ).

$n$	$e$	$l$	$r$	$R$	$\xi$	
	0	26.5	440			} Gerade Weichen
	1	25.9	413			
	2	25.3	387			
	3	24.7	360			
	4	24.1	333			
	5	23.5	306			
	6	22.9	280	$\infty$		
	7	22.3	253			
	8	21.7	226			
	9	21.1	200			
	10	20.5	173			
	11	19.9	147			
	12	19.3	120			
	13	18.7	93			
0.08	0	26.5		939	0.0282	} In gleichem Sinne gekrümmte Curvenweichen
	1	25.9		1090	0.0228	
	2	25.3		1330	0.0175	
	3	24.7		1770	0.0122	
	4	24.1		2950	0.0068	
	5	23.5		12300	0.0015	
	5.29	—		$\infty$	0.0000	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen
	6	22.9	300	4440	0.0038	
	7	22.3		1680	0.0091	
	8	21.7		943	0.0145	
	9	21.1		610	0.0198	
	10	20.5		416	0.0252	
	11	19.9		290	0.0305	
12	19.3		202	0.0358		
13	18.7		137	0.0412		
	0	26.5		366	0.0723	} In gleichem Sinne gekrümmte Weichen
	1	25.9		387	0.0643	
	2	25.3		413	0.0563	
	3	24.7		448	0.0483	
	4	24.1		498	0.0403	
	5	23.5		572	0.0323	
	6	22.9		694	0.0248	
	7	22.3	200	938	0.0163	
	8	21.7		1650	0.0083	
	9	21.1		40200	0.0003	
	9.05	—		$\infty$	0.0000	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Weichen
	10	20.5		1360	0.0077	
	11	19.9		408	0.0217	
12	19.3		306	0.0237		
13	18.7		178	0.0317		
0.09	0	24.1	343			} Gerade Weichen
	1	23.4	319			
	2	22.8	296			
	3	22.2	272			
	4	21.5	249			
	5	20.9	227	$\infty$		
	6	20.2	203			
	7	19.6	179			
	8	19.0	156			
	9	18.3	132			
10	17.7	109				

$n$	$e$	$l$	$r$	$R$	$\xi$		
	0	24·1		2380	0·0103	} In gleichem Sinne gekrümmte Curvenweichen	
	1	23·4		4670	0·0048		
	1 86	—		$\infty$	0·0000		
	2	22·8		29700	0·0007		
	3	22·2		3090	0·0062		
	4	21·5		1510	0·0116		
	5	20·9	300	927	0·0171		
	6	20·2		632	0·0225		
	7	19·6		449	0·0280		
	8	19·0		327	0·0335		
	9	18·3		240	0·0389		
	10	17·7		173	0·0444		
	11	17·1		121	0·0498		
0·09	0	24·1		479	0·0502	} In gleichem Sinne gekrümmte Curvenweichen	
	1	23·4		533	0·0421		
	2	22·8		612	0·0339		
	3	22·2		744	0·0257		
	4	21·5		1000	0·0175		
	5	20·9		1710	0·0093		
		6	20·2	200	11900	0·0012	
		6·15	—		$\infty$	0·0000	
		7	19·6		1800	0·0070	
		8	19·0		722	0·0152	
		9	18·3		399	0·0234	
	10	17·7		243	0·0316		
	11	17·1		152	0·0398		
0·10	0	22·1	275			} Gerade Weichen	
	1	21·4	255				
	2	20·7	234				
	3	20·1	213				
	4	19·4	192	$\infty$			
	5	18·7	171				
	6	18·1	150				
	7	17·4	129				
	8	16·7	108				
		0	22·1		3390	0·0065	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen
		1	21·4		1770	0·0121	
		2	20·7		1060	0·0176	
		3	20·1		736	0·0232	
		4	19·4		536	0·0287	
		5	18·7	300	400	0·0343	
		6	18·1		303	0·0398	
	7	17·4		228	0·0454		
	8	16·7		170	0·0510		
	9	16·1		124	0·0565		
	10	15·4		86	0·0621		
	0	22·1		731	0·0302	} In gleichem Sinne gekrümmte Curvenweichen	
	1	21·4		975	0·0219		
	2	20·7	200	1380	0·0135		
	3	20·1		3280	0·0052		
	3·63	—		$\infty$	0·0000		

$n$	$e$	$l$	$r$	$R$	$\xi$	
0·10	4	19·4	200	4960	0·0031	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen
	5	18·7		1190	0·0115	
	6	18·1		608	0·0198	
	7	17·4		369	0·0281	
	8	16·7		238	0·0365	
	9	16·1		157	0·0448	
	10	15·4		101	0·0531	
0·11	0	20·4	226	$\infty$		} Gerade Weichen
	1	19·7	207			
	2	19·0	188			
	3	18·3	169			
	4	17·6	150			
	5	16·9	131			
	6	16·2	112			
	0	20·4	300	917	0·0222	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen
	1	19·7		672	0·0278	
	2	19·0		508	0·0334	
	3	18·3		391	0·0391	
	4	17·6		303	0·0447	
	5	16·9		236	0·0504	
	6	16·2		182	0·0560	
	7	15·5		138	0·0616	
	8	14·8	101	0·0673		
	0	20·4	200	1720	0·0118	} In gleichem Sinne gekrümmte Curvenweichen
	1	19·7		5660	0·0033	
1·39	—	$\infty$				} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen
2	19·0	3330		0·0051		
3	18·3	1120		0·0136		
4	17·6	615		0·0221		
5	16·9	395		0·0305		
6	16·2	261		0·0390		
7	15·5	179	0·0474			
8	14·8	122	0·0559			
0·12	0	18·9	188	$\infty$		} Gerade Weichen
	1	18·2	171			
	2	17·5	154			
	3	16·8	137			
	4	16·0	120			
	5	15·3	103			
	0	18·9	300	512	0·0370	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen
	1	18·2		402	0·0427	
	2	17·5		319	0·0484	
	3	16·8		254	0·0541	
	4	16·0		201	0·0599	
	5	15·3		157	0·0656	
	6	14·6		120	0·0713	
	7	13·9	89	0·0770		

$n$	$e$	$l$	$r$	$R$	$\xi$		
0·12	0	18·9	200	3440	0·0055	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen	
	1	18·2		1218	0·0141		
	2	17·5		684	0·0226		
	3	16·8		441	0·0312		
	4	16·0		302	0·0398		
	5	15·3		214	0·0483		
	6	14·6		151	0·0569		
7	13·9	105	0·0655				
0·13	0	17·6	160	$\infty$		} Gerade Weichen	
	1	16·9	144				
	2	16·2	128				
	3	15·4	112				
	0·13	0	17·6	300	344	0·0512	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen
		1	16·9		279	0·0570	
		2	16·2		225	0·0628	
		3	15·4		181	0·0685	
		4	14·7		144	0·0743	
		6	13·2		84	0·0859	
	0·13	0	17·6	200	809	0·0218	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen
		1	16·9		524	0·0304	
2		16·2	362		0·0391		
3		15·4	260		0·0478		
4		14·7	189		0·0565		
6		13·2	98		0·0738		
0·14	0	16·5	137	$\infty$		} Gerade Weichen	
	1	15·8	123				
	2	15·0	108				
	0·14	0	16·5	300	255	0·0649	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen
		1	15·8		209	0·0707	
		2	15·0		170	0·0765	
		3	14·3		137	0·0824	
	4	13·5	107	0·0882			
	0·14	0	16·5	200	443	0·0373	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen
		1	15·8		320	0·0461	
		2	15·0		238	0·0548	
		3	14·3		178	0·0635	
4		13·5	132		0·0723		

B) Tabelle für Curvenweichen ( $\gamma = 0.04$ ).

$n$	$e$	$l$	$r$	$R$	$\xi$	
	0	22.1	551			} Gerade Weichen
	1	21.7	518			
	2	21.4	484			
	3	21.1	451			
	4	20.7	418			
	5	20.4	384			
	6	20.1	351			
	7	19.7	318	$\infty$		
	8	19.4	284			
	9	19.1	251			
	10	18.7	218			
	11	18.4	184			
	12	18.1	151			
	13	17.7	118			
	14	17.4	84			
0.08	0	22.1		658	0.0335	} In gleichem Sinne gekrümmte Curvenweichen
	1	21.7		711	0.0291	
	2	21.4		788	0.0246	
	3	21.1		893	0.0202	
	4	20.7		1060	0.0157	
	5	20.4		1360	0.0113	
	6	20.1		2070	0.0068	
	7	19.7		5850	0.0024	
	7.54	—	300	$\infty$	0.0000	
	8	19.4		5420	0.0021	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen
	9	19.1		1540	0.0065	
	10	18.7		800	0.0109	
	11	18.4		479	0.0154	
	12	18.1		303	0.0199	
	13	17.7		193	0.0243	
14	17.4		117	0.0287		
10.52	0	22.1		314	0.0703	} In gleichem Sinne gekrümmte Curvenweichen
	1	21.7		326	0.0636	
	2	21.4		340	0.0569	
	3	21.1		359	0.0503	
	4	20.7		383	0.0436	
	5	20.4		416	0.0369	
	6	20.1		459	0.0303	
	7	19.7		596	0.0236	
	8	19.4		703	0.0169	
	9	19.1	200	975	0.0103	
	10	18.7		2420	0.0036	
	10.52	—		$\infty$	0.0000	
	11	18.4		2460	0.0030	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen
	12	18.1		629	0.0097	
	13	17.7		289	0.0163	
14	17.4		147	0.0229		

<i>n</i>	<i>e</i>	<i>l</i>	<i>r</i>	<i>R</i>	$\xi$	
	0	20·4	407			} Gerade Weichen
	1	20·0	380			
	2	19·6	352			
	3	19·2	324			
	4	18·8	296			
	5	18·4	268			
	6	18·0	240	$\infty$		
	7	17·7	213			
	8	17·3	185			
	9	16·9	157			
	10	16·5	130			
	11	16·1	102			
	12	15·7	74			
0·09	0	20·4		1140	0·0178	} In gleichem Sinne gekrümmte Curvenweichen
	1	20·0		1440	0·0132	
	2	19·6		1980	0·0086	
	3	19·2		4050	0·0040	
	3·86	—		$\infty$	0·0000	
	4	18·8	300	24700	0·0006	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen
	5	18·4		2580	0·0052	
	6	18·0		1220	0·0099	
	7	17·7		735	0·0145	
	8	17·3		484	0·0191	
	9	16·9		332	0·0237	
	10	16·5		229	0·0283	
11	16·1		170	0·0329		
12	15·7		99	0·0376		
	0	20·4		392	0·0518	} In gleichem Sinne gekrümmte Curvenweichen
	1	20·0		423	0·0449	
	2	19·6		464	0·0379	
	3	19·2		522	0·0310	
	4	18·8		615	0·0241	
	5	18·4		781	0·0172	
	6	18·0		1180	0·0102	
	7	17·7	200	3230	0·0033	
	7·48	—		$\infty$	0·0000	
	8	17·3		2570	0·0036	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen
	9	16·9		751	0·0105	
	10	16·5		372	0·0175	
11	16·1		170	0·0244		
12	15·7		99	0·0313		
0·10	0	18·9	314			} Gerade Weichen
	1	18·5	290			
	2	18·0	266			
	3	17·6	243			
	4	17·2	219			
	5	16·8	195	$\infty$		
	6	16·3	171			
	7	15·9	148			
	8	15·5	124			
	9	15·0	100			
10	14·6	77				

<i>n</i>	<i>e</i>	<i>l</i>	<i>r</i>	<i>R</i>	$\xi$			
0·10	0	18·9	300	6300	0·0030	} In gleichem Sinne gekrümmte Curvenweichen		
	0·63	—		$\infty$	0·0000			
	1	18·5		9710	0·0018			
	2	18·0		2430	0·0066			
	3	17·6		1290	0·0113			
	4	17·2		819	0·0161			
	5	16·8		565	0·0208			
	6	16·3		404	0·0256			
	7	15·9		294	0·0303			
	8	15·5		212	0·0351			
9	15·0	151	0·0399					
10	14·6	103	0·0446					
0·10	0	18·9	200	548	0·0345	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen		
	1	18·5		638	0·0274			
	2	18·0		793	0·0202			
	3	17·6		1120	0·0131			
	4	17·2		2230	0·0059			
	4·83	—		$\infty$	0·0000			
	5	16·8		9780	0·0012			
	6	16·3		1240	0·0083			
	7	15·9		573	0·0155			
	8	15·5		330	0·0226			
9	15·0	202	0·0298					
10	14·6	125	0·0369					
0·11	0	17·6	251	$\infty$	} Gerade Weichen			
	1	17·2	230					
	2	16·7	209					
	3	16·2	188					
	4	15·8	167					
	5	15·3	146					
	6	14·8	125					
	7	14·4	101					
	0	17·6	300			1580	0·0112	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen
	1	17·2				1000	0·0161	
2	16·7	702		0·0210				
3	16·2	512		0·0259				
4	15·8	383		0·0308				
5	15·3	289		0·0357				
6	14·8	218		0·0405				
7	14·4	162		0·0454				
8	13·9	117		0·0503				
9	13·5	80		0·0552				
0·11	0	17·6	200	969	0·0182	} In gleichem Sinne gekrümmte Curvenweichen		
	1	17·2		1480	0·0109			
	2	16·7		4090	0·0036			
	2·48	—		$\infty$	0·0000			
	3	16·2		3490	0·0038			
	4	15·8		1060	0·0111			
	5	15·3		546	0·0185			
	6	14·8		342	0·0258			
	7	14·4		222	0·0331			
	8	13·9		146	0·0405			
9	13·5	93	0·0479					

$n$	$e$	$l$	$r$	$R$	$\xi$	
0·12	0	16·5	206	$\infty$		} Gerade Weichen
	1	16·0	187			
	2	15·5	168			
	3	15·0	149			
	4	14·5	130			
	5	14·0	112			
	6	13·5	93			
	0	16·5	300	665	0·0249	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen
	1	16·0		503	0·0299	
	2	15·5		388	0·0349	
	3	15·0		302	0·0399	
	4	14·5		234	0·0449	
	5	14·0		181	0·0499	
	6	13·5		137	0·0549	
	7	13·0		100	0·0599	
	8	12·5	70	0·0649		
	0	16·5	200	6120	0·0027	} In gleichem Sinne gekrümmte Curvenweichen
	0·36	—		$\infty$	0·0000	
	1	16·0		3140	0·0048	
	2	15·5		1100	0·0123	
	3	15·0		608	0·0198	
	4	14·5		386	0·0273	
	5	14·0		260	0·0348	
	6	13·5		178	0·0423	
7	13·0	121	0·0498			
8	12·5	79	0·0573			
0·13	0	15·6	172	$\infty$		} Gerade Weichen
	1	15·0	155			
	2	14·5	138			
	3	14·0	121			
	4	13·5	104			
	0	15·6	300	407	0·0382	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen
	1	15·0		325	0·0432	
	2	14·5		259	0·0483	
	3	14·0		205	0·0534	
	4	13·5		161	0·0585	
	5	12·9		124	0·0636	
	6	12·4	93	0·0687		
0	15·6	200	1270	0·0122	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen	
1	15·0		709	0·0198		
2	14·5		455	0·0275		
3	14·0		313	0·0351		
4	13·5		221	0·0427		
5	12·9		157	0·0504		
6	12·4	109	0·0581			
0·14	0	14·7	146	$\infty$		} Gerade Weichen
	1	14·1	130			
	2	13·6	115			
	0	14·7	300	288	0·0510	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen
	1	14·1		234	0·0562	
	2	13·6		188	0·0614	
	3	13·0		150	0·0666	
	4	12·5	119	0·0717		
	0	14·7	200	554	0·0265	} In entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweichen
	1	14·1		384	0·0343	
2	13·6	275		0·0421		
3	13·0	205		0·0498		
4	12·5	147		0·0576		
5	11·9	105	0·0654			

1. Beispiel. Für ein Hauptgleise von 400 m. Radius soll eine, in entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweiche mit einem Ausweichgleise von rund 250 m. Radius construirt werden. Die übrigen Bedingungen der Aufgabe sollen mit dem 5. Beispiele des §. 5 übereinstimmend angenommen werden.

Da also  $\operatorname{tg} \gamma = 0.0224$  ist, benützen wir zur Orientirung die Tabelle A). Unter den verschiedenen möglichen Lösungen wählen wir diejenige, bei welcher  $n = 0.09$  ist, schon um dasselbe Herzstück benützen zu können, wie in der im 5. Beispiel des §. 5 berechneten geraden Weiche. Laut Tabelle A) ist für  $n = 0.09$ :

$$\begin{aligned} \text{bei } r &= 300 \text{ m. und } l = 19.0 \text{ m.: } R = 327 \text{ m.} \\ \text{„ } r &= 200 \text{ m. „ } l = 19.0 \text{ m.: } R = 722 \text{ m.} \end{aligned}$$

Wir werden also die Weichenlänge rund 19.0 m. annehmen, und dieselbe aus den vorhandenen Schienenlängen folgendermassen zusammensetzen:

$$\begin{aligned} 3 \text{ Schienen à } 6 \text{ m.} & \dots\dots\dots = 18.0 \text{ m.} \\ \text{Die Entfernung der mathematischen Spitze vom Ende} & \\ \text{des Herzstückes.} & \dots\dots\dots = 0.7 \text{ m.} \\ & \dots\dots\dots l = 18.7 \text{ m.} \end{aligned}$$

Die Stossfugen ziehen wir nicht in Betracht, da die gekrümmten Schienenstränge ohnehin etwas länger sind, als die gerade Distanz zwischen der Wechselwurzel und der Herzspitze.

I. Näherungsweise Berechnung. Auf Grund der (10) Formel des §. 9 ist:

$$e = \frac{2(1.435 - 0.112) - 18.7.(0.09 + 0.0224)}{0.09 - 0.0224} = 8.049 \text{ m.}$$

Mit diesem Werthe ist aus der (14) Formel:

$$\xi = \frac{18.7 - 8.049}{400 + 0.718} = 0.02658$$

und aus der (13) Formel:

$$r = \frac{18.7 - 8.049}{0.09 - 0.02658 - 0.0224} - 0.718 = 258 \text{ m.}$$

Die gewählte Weichenlänge entspricht also vollkommen.

Der Näherungswerth des Winkels  $\xi$  ist aus:

$$\operatorname{arc} \xi = 0.02658:$$

$$\xi = 1^\circ 31' 22''.$$

II. Genauere Berechnung. Gleichwie im 5. Beispiele des §. 5 ist auch hier

$$\alpha' = 5^\circ 9' 12.2''$$

$$\gamma' = 1^\circ 16' 59.6''$$

hingegen, wie eben berechnet, annähernd:

$$\xi = 1^\circ 31' 22''.$$

Es ist also:

$$\alpha - \xi = 3^\circ 37' 50'' \text{ und:}$$

$$\frac{\alpha - \xi + \gamma}{2} = 2^\circ 27' 25''.$$

Auf Grund der (6) Formel des §. 9 ist demnach:

$$e = \frac{1.323 - 18.7 (\operatorname{tang} 2^{\circ} 27' 25'' + \operatorname{tang} 0^{\circ} 45' 41'')}{\sin 3^{\circ} 37' 50'' + \sin 1^{\circ} 31' 22'' - \cos 3^{\circ} 37' 50'' \operatorname{tang} 2^{\circ} 27' 25'' - \cos 1^{\circ} 31' 22'' \operatorname{tang} 0^{\circ} 45' 41''} \\ = 8.0528 \text{ m.}$$

Aus der (8) Formel ist weiterhin:

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{8.0528}{400.718} \text{ oder:}$$

$$\log \operatorname{tang} \varphi = 8.3031076 - 10 \text{ und}$$

$$\varphi = 1^{\circ} 9' 4.5''.$$

Auf Grund der (9) Formel ist demnach:

$$\sin (\xi + \varphi) = \frac{18.7}{400.718} \cos 1^{\circ} 9' 4.5''$$

also:

$$\log \sin (\xi + \varphi) = 8.6689151 - 10 \text{ und:}$$

$$\xi + \varphi = 2^{\circ} 40' 27.2'', \text{ endlich:}$$

$$\xi = 2^{\circ} 40' 27.2'' - 1^{\circ} 9' 4.5'' = 1^{\circ} 31' 22.7''.$$

Da nun genauer:

$$\alpha - \xi = 3^{\circ} 37' 49.5''$$

ist, ergibt sich aus der (7) Formel:

$$r = \frac{18.7 - 8.0528 \cos 3^{\circ} 37' 49.5''}{\sin 3^{\circ} 37' 49.5'' - \sin 1^{\circ} 16' 59.6''} = 260.55 \text{ m.}$$

Bei Vergleichung der, soeben erhaltenen genaueren Werthe mit den, unter I) berechneten Näherungswerthen ist ersichtlich, dass die Werthe der Gerade  $e$  nur um rund 4 mm., diejenigen des Winkels  $\xi$  sogar nur um 0.7'' differiren, und die Werthe des Radius  $r$  gleichfalls übereinstimmen, denn, praktisch genommen, ist zwischen einem Bogen von 258 m. und einem solchen von 260 m. auf eine so kurze Strecke kein Unterschied. Aus diesem Beispiele ist also zugleich zu ersehen, dass in der Praxis schon mit den Näherungsformeln eine genügende Genauigkeit zu erzielen ist.

Falls ein Radius von genau 250 m. gewünscht wäre, kann dies auf dieselbe Weise, wie bei den geraden Weichen, natürlich auch hier erreicht werden.

III. Die schematische Darstellung der Weiche. Indem wir in der (15) Formel des §. 9 an Stelle der Sinuse und Tangenten die entsprechenden Bogenlängen substituiren, erhalten wir mit genügender Genauigkeit:

$$\overline{P_1 P_2} = \left( \frac{1.435}{0.09} - 400 \cdot \frac{0.02658}{2} - 8.053 \right) \frac{0.09}{0.09 - 0.02658} = 3.658$$

$$\overline{P_2 Q} = \left( \frac{1.435}{0.09} - 400 \cdot \frac{0.02658}{2} - 8.053 \right) \frac{0.02658}{0.09 - 0.02658} = 1.079$$

Wenn nun noch  $v = 6.0$  m. und  $u = 1.8$  m. ist, gelangen wir zu folgenden, für die berechnete Curvenweiche charakteristischen Dimensionen:

$$a_1 = 6.0 + 400 \cdot \frac{0.02658}{2} = 11.32 \text{ m.}$$

$$b_1 = 400 \cdot \frac{0.02658}{2} + 8.053 + 1.8 = 15.17 \text{ m.}$$

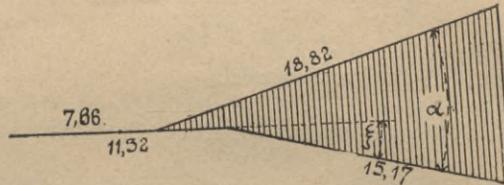
$$a_2 = 11.316 - 3.658 = 7.66 \text{ m.}$$

$$b_2 = \frac{1.435}{0.09} + 1.8 + 1.079 = 18.82 \text{ m.}$$

Die schematische Darstellung der also construirten Curvenweiche ist in Fig. 49 mitgetheilt.

2. Beispiel. Es soll mit einem Ausweichgeleise von 250 m. Radius und einem Hauptgeleise von möglichst scharfer Krümmung eine, in gleichem Sinne gekrümmte Curvenweiche construirt werden. Die übrigen Bedingungen der Aufgabe stimmen mit denjenigen des vorigen Beispiels überein.

Fig. 49.



Aus der Tabelle A) ist zu ersehen, dass  $n = 0.09$  nicht gewählt werden kann, da wir in diesem Falle für das Hauptgeleise einen sehr grossen Radius bekämen.

So ist z. B.:

$$\text{für } e = 1 \text{ m. und } r = 200 \text{ m. : } R = 533 \text{ m.}$$

$$\text{„ } e = 1 \text{ „ „ } r = 300 \text{ „ } R = 4670 \text{ „}$$

also würde bei  $r = 250$  m. jedenfalls ein sehr grosser Radius entstehen. Wir wählen also  $n = 0.08$  und die Weichenlänge  $l$ , nach entsprechender Orientierung mit Hilfe der Tabelle A) folgendermassen:

3 Schienen à 6.0 m. ....	18.0 m.
1 Schiene à 6.5 m. ....	= 6.5 „
Die Entfernung der mathematischen Spitze vom Anfange des Herzstückes.....	= 0.8 „
	$l = 25.3 \text{ m.}$

Auf Grund der (10) Formel des §. 10 ist daher:

$$e = \frac{2(1.435 - 0.112) - 25.3 \cdot (0.08 + 0.0224)}{0.08 - 0.0224} = 0.96 \text{ m. ;}$$

aus der (13) Formel ergibt sich ferner:

$$\xi = \frac{l - e}{r + \frac{t}{2}} - (\alpha - \gamma)$$

also in unserem Falle:

$$\xi = \frac{25.3 - 0.96}{250 + 0.718} - (0.08 - 0.0224) = 0.039481$$

d. h.:

$$\xi = 2^\circ 15' 44''.$$

Für den Radius des Hauptgeleises endlich gelangen wir aus der (14) Formel zu

$$R = \frac{l - e}{\xi} + \frac{t}{2}$$

oder in unserem Falle:

$$R = \frac{25.3 - 0.96}{0.039481} + 0.718 = 616.2 \text{ m.}$$

Die Daten, deren wir zur schematischen Darstellung der also berechneten Curvenweiche bedürfen, sind auf Grund der (15) Formeln:

$$\overline{P_1 P_2} = \left( \frac{1.435}{0.08} - 616.2 \frac{0.039481}{2} - 0.96 \right) \frac{0.08}{0.08 - 0.039481} = 3.223$$

$$\overline{P_2 Q} = \left( \frac{1.435}{0.08} - 616.2 \frac{0.039481}{1} - 0.96 \right) \frac{0.039481}{0.08 - 0.039481} = 1.591$$

und:

$$a_1 = 6.00 + 616.2 \frac{0.039481}{2} = 18.16 \text{ m.}$$

$$b_1 = 616.2 \frac{0.039481}{2} + 0.96 + 2.00 = 15.12 \text{ m.}$$

$$a_2 = 18.16 - 3.223 = 14.94 \text{ m.}$$

$$b_2 = \frac{1.435}{0.08} + 2.00 - 1.591 = 18.35 \text{ m.}$$

falls nämlich das Ende des Herzstückes von der mathematischen Spitze in einer Entfernung von:

$$\frac{0.100 + 0.58}{0.08} = 1.975 \text{ m.}$$

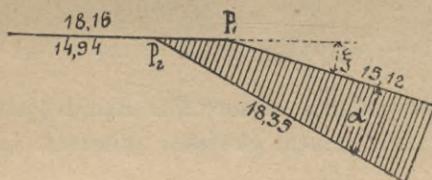
oder abgerundet:

$$u = 2.00 \text{ m.}$$

angenommen wird.

Die also construirte Curvenweiche ist schematisch in Fig. 50 dargestellt.

Fig. 50.



**§. 12. Die Einschaltung der Weichen in gekrümmte Geleise.** Um in ein gekrümmtes Geleise eine Weiche einschalten zu können, muss die Mittellinie dieses Geleises derart umgeändert werden, wie es die schematische Darstellung der betreffenden Weiche erfordert. In Fig. 51 theilen wir jene Anordnung mit, welche entstehen würde, wenn die Abzweigung aus dem geraden Geleise mittelst einer geraden Weiche geschähe, in Fig. 52 hingegen jene, welche sich bei Anwendung einer Curvenweiche ergibt.

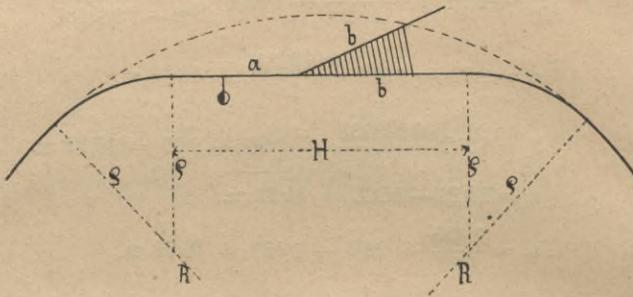
In ersterem Falle muss in die Mittellinie des gekrümmten Geleises eine Gerade von solcher Länge eingeschaltet werden, dass:

$$H > a + b$$

sei; im zweiten Falle hingegen sind in jene Mittellinie zwei Gerade einzuschalten, welche sich unter dem Winkel  $180 - \xi$  schneiden, und dabei länger, als die Dimensionen  $a_1$  beziehungsweise  $b_1$  der betreffenden Curvenweiche sind.

Mit der ersteren Anordnung ist nur bei sehr schwach gekrümmten Geleisen eine vortheilhafte Lösung zu erzielen, in Geleisen von schärferer Krümmung ist meist nur eine Disposition, wie in Fig. 52 möglich.

Fig. 51.



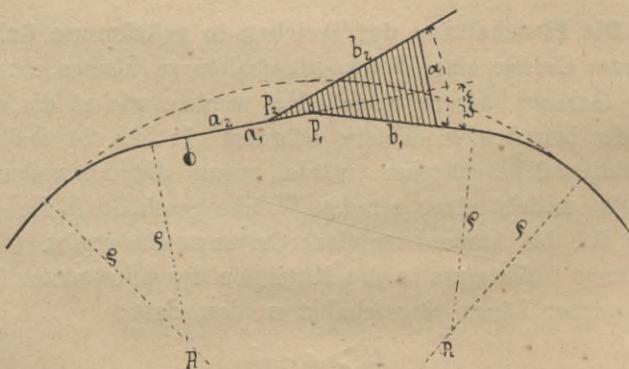
I. Die Einschaltung einer Geraden in eingekrümmtes Geleise. (Fig. 53.) Zur Bestimmung der Unbekannten verfügen wir über zwei Gleichungen, denn die Projection der Linie *EBAF* auf die Richtung *BC* ist gleich Null, die Projection derselben Linie auf die Richtung *OF* gleich *s*. Es ist also:

$$\frac{H}{2} + \varrho \sin \varphi - R \sin \varphi = 0 \dots \dots (1)$$

$$R (1 - \cos \varphi) - \varrho (1 - \cos \varphi) = s \dots \dots (2)$$

Meistens ist ausser *R* und *H* auch der Radius  $\varrho$  des Uebergangsbogens gegeben, da letzterer unter einem gewissen Minimum jedenfalls nicht ange-

Fig. 52.



nommen werden darf. Es ist demnach aus der (1) und (2) Gleichung der Winkel  $\varphi$  und die Verschiebung *s* zu berechnen. Zu diesem Zwecke gehen jene Gleichungen in folgende Formeln über:

$$\sin \varphi = \frac{H}{2(R - \varrho)} \dots \dots \dots (3)$$

$$s = (R - \varrho) (1 - \cos \varphi) \dots \dots \dots (4)$$

Manchmal ist indessen, ausser  $R$  und  $H$ , durch Raumverhältnisse die Verschiebung  $s$  gegeben. Für diesen Fall gelangen wir durch Division der (3) und (4) Formel zu:

$$\frac{\sin \varphi}{1 - \cos \varphi} = \frac{H}{2s}$$

oder, mit Berücksichtigung der goniometrischen Relation:

$$\frac{\sin \varphi}{1 - \cos \varphi} = \cotang \frac{\varphi}{2}$$

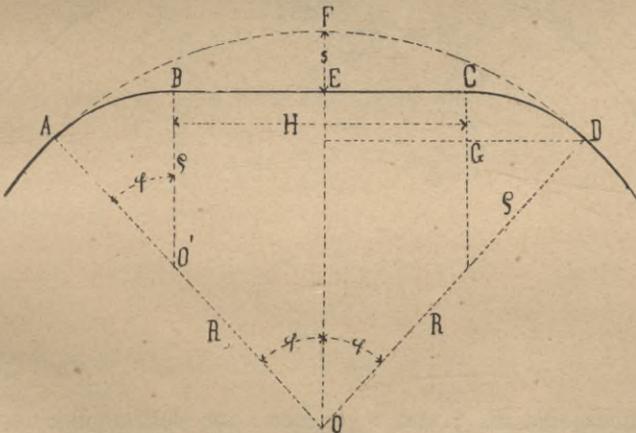
zur Formel:

$$\tang \frac{\varphi}{2} = \frac{2s}{H} \dots \dots \dots (5)$$

Aus der (1) Gleichung ist sodann:

$$\varrho = R - \frac{H}{2 \sin s \varphi} \dots \dots \dots (6)$$

Fig. 53.



Wenn die Dimensionen der Geleiseanordnung auf solche Weise berechnet sind, können die Punkte  $A$ ,  $B$ ,  $C$  und  $D$  sehr leicht ausgesteckt werden. Die Punkte  $A$  und  $D$  speciell erhalten wir, wenn wir vom Punkte  $F$  des ursprünglichen Kreisbogens aus, nach beiden Seiten, der Peripherie entlang, die Längen:

$$\overline{AF} = \overline{FD} = R \text{ arc } \varphi \dots \dots \dots (7)$$

abmessen.

Die Punkte *B* und *C* können sodann von diesen Punkten aus mittelst Coordinaten ausgesteckt werden, welche wir aus den Formeln:

$$\left. \begin{aligned} \overline{GD} &= \varrho \sin \varphi \\ \overline{GC} &= \varrho (1 - \cos \varphi) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (8)$$

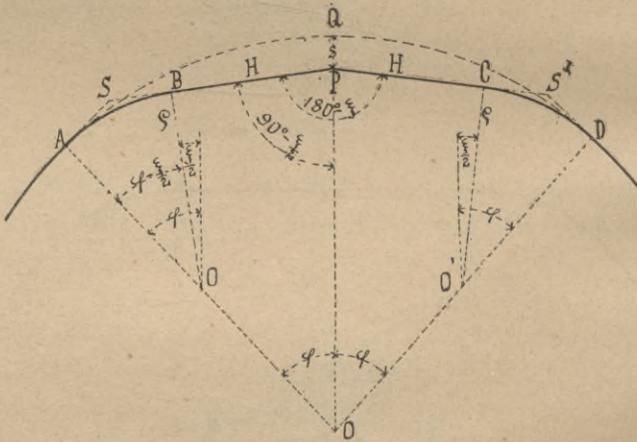
berechnen.

II. Die Einschaltung zweier, einander schneidender Geraden in ein gekrümmtes Geleise. Durch Projiciren der Linie *QABP* (Fig. 54) erhalten wir wieder zwei Gleichungen, indem deren Projection auf die Richtung *OQ* gleich *s*, die Projection derselben auf die zu *OQ* normale Richtung hingegen gleich Null ist. Wir erhalten demnach folgende Grundgleichungen:

$$R (1 - \cos \varphi) - \varrho \left( \cos \frac{\xi}{2} - \cos \varphi \right) - H \sin \frac{\xi}{2} = s \dots (9)$$

$$R \sin \varphi - \varrho \left( \sin \varphi - \sin \frac{\xi}{2} \right) - H \cos \frac{\xi}{2} = 0 \dots (10)$$

Fig. 54.



Gewöhnlich sind *H*,  $\xi$  und *e* gegeben; zur Bestimmung des Winkels  $\varphi$  ist sodann aus der (10) Gleichung:

$$\sin \varphi = \frac{H \cos \frac{\xi}{2} - \varrho \sin \frac{\xi}{2}}{R - \varrho} \dots \dots \dots (11)$$

mit diesem Werthe wird nun *s* aus der (9) Gleichung berechnet.

Es kommt aber manchmal vor, dass ausser *R*, *H* und  $\xi$  noch *s* gegeben, und  $\varrho$  und  $\varphi$  zu bestimmen ist. Wenn wir die (9) und (10) Gleichung

mit Bezug auf  $\cos \varphi$ , beziehungsweise  $\sin \varphi$  auflösen, gelangen wir zu folgenden Gleichungen:

$$\cos \varphi = \frac{R - s - H \sin \frac{\xi r}{2} - \varrho \cos \frac{\xi r}{2}}{R - \varrho} \dots (12)$$

$$\sin \varphi = \frac{H \cos \frac{\xi r}{2} - \varrho \sin \frac{\xi r}{2}}{R - \varrho} \dots (13)$$

welche, quadriert und addirt, wegen

$$\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi = 1$$

in die Gleichung:

$$\left( R - s - H \sin \frac{\xi r}{2} - \varrho \cos \frac{\xi r}{2} \right)^2 + \left( H \cos \frac{\xi r}{2} - \varrho \sin \frac{\xi r}{2} \right)^2 = (R - \varrho)^2 \quad (14)$$

übergehen. In derselben setzen wir:

$$\left. \begin{aligned} R - s - H \sin \frac{\xi r}{2} &= p \\ H \cos \frac{\xi r}{2} &= q \end{aligned} \right\} \dots (15)$$

wodurch sie folgende Gestalt annimmt:

$$\begin{aligned} p^2 + \varrho^2 \cos^2 \frac{\xi}{2} - 2 p \varrho \cos \frac{\xi}{2} + q^2 - 2 q \varrho \sin \frac{\xi}{2} + \\ + \varrho^2 \sin^2 \frac{\xi}{2} = R^2 + \varrho^2 - 2 R \varrho. \end{aligned}$$

Wenn wir nun noch berücksichtigen, dass

$$\varrho^2 \cos^2 \frac{\xi}{2} + \varrho^2 \sin^2 \frac{\xi}{2} = \varrho^2$$

ist, erhalten wir die Formel:

$$\varrho = \frac{R^2 - p^2 - q^2}{2 \left[ R - p \cos \frac{\xi}{2} - q \sin \frac{\xi}{2} \right]} \dots (16)$$

Mit diesem Werthe kann sodann aus der (13) oder (12) Formel auch  $\varphi$  berechnet werden.

Bei Aussteckung dieser Geleiseanordnung ist es am einfachsten, vorerst den Punkt  $P$  und die Eckpunkte  $S$  und  $S^I$  am Felde zu markiren. Den Punkt  $P$  erhalten wir dadurch, dass wir die Verschiebung  $s$  von  $Q$  abmessen; falls sich für  $s$  aus der (9) Formel ein negativer Werth ergeben sollte, ist diese Dimension natürlich nach der entgegengesetzten Seite zu aufzutragen. Wir stecken sodann, indem wir von  $Q$  aus, nach beiden Seiten, der Peripherie entlang die Länge:

$$\overline{AQ} = \overline{QD} = R \operatorname{arc} \varphi \dots (17)$$

abmessen, die Punkte *A* und *D* ab, und tragen auf die, in diesen Punkten ausgesteckten Tangenten die Länge:

$$\overline{AS} = \overline{DS} = \rho \operatorname{tang} \left( \frac{\varphi}{2} - \frac{\xi}{4} \right)$$

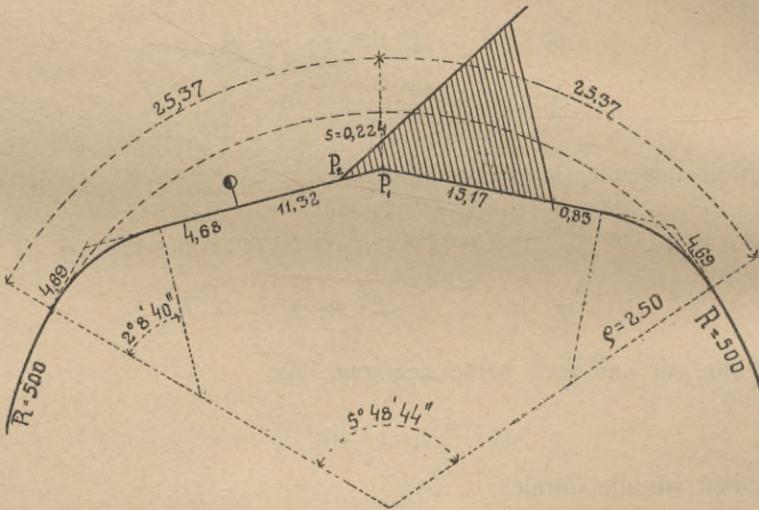
auf. Die den Uebergang vermittelnden Kreisbögen können nun am bequemsten mittelst Coordinaten von der Tangente aus ausgesteckt werden.

1. Beispiel. In ein Geleise von 500 m Radius ist die im 1. Beispiele des §. 11 berechnete, in entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweiche einzuschalten. In dieser Weiche ist:

$$a_1 = 11.32, \quad b_1 = 15.17, \quad \xi = 1^\circ 31' 23''.$$

Die Länge der einzuschaltenden Geraden nehmen wir daher mit  $H = 16.0$  m., den Radius der Uebergangsbögen, mit Rücksicht auf den im Ausweichgeleise der Weiche gebrauchten Radius,  $\rho = 250$  m. an.

Fig. 55.



Es ist also aus der (11) Formel:

$$\sin \varphi = \frac{16.0 \cos 0^\circ 45' 42'' - 250 \cdot \sin 0^\circ 45' 42''}{500 - 250},$$

und hieraus:

$$\log \sin \varphi = 8.7050179$$

d. h.:

$$\varphi = 2^\circ 54' 22'';$$

ferner auf Grund der (9) Formel:

$$s = 500 (1 - \cos 2^\circ 54' 22'') - 250 \cos 0^\circ 45' 42'' - 16.0 \sin 0^\circ 45' 42'' = 0.224 \text{ m.}$$

Die zur Aussteckung nöthigen Dimensionen sind folgende: Aus der (17) Formel ist:

$$\overline{AQ} = \overline{QD} = 500 \operatorname{arc} 2^\circ 54' 22'' = 25.37 \text{ m.},$$

aus der (18) Formel hingegen:

$$AS = DS = 250 \operatorname{tang} (1^\circ 27' 11'' - 0^\circ 22' 46'') = 4.69 \text{ m.}$$

Die im Felde zu benützte Skizze ist in Fig. 55 dargestellt.

2. Beispiel. In Geleise von 504·8 m. Radius ist die im 2. Beispiele des §. 11 berechnete, in gleichem Sinne gekrümmte Curvenweiche einzuschalten. In dieser Weiche ist:

$$a_1 = 18\cdot16, b_1 = 15\cdot12, \xi = 2^\circ 15' 14''.$$

Die Länge der einzuschaltenden Geraden nehmen wir daher mit  $H = 19\cdot0$  m., den Radius  $\rho = 250$  m — wie im vorigen Beispiele — an. Es ist also aus der (11) Formel:

$$\sin \varphi = \frac{19\cdot0 \sin 1^\circ 7' 52'' - 250 \sin 1^\circ 7' 52''}{504\cdot8 - 250}$$

und hieraus:

$$\log \sin \varphi = 8\cdot7418230,$$

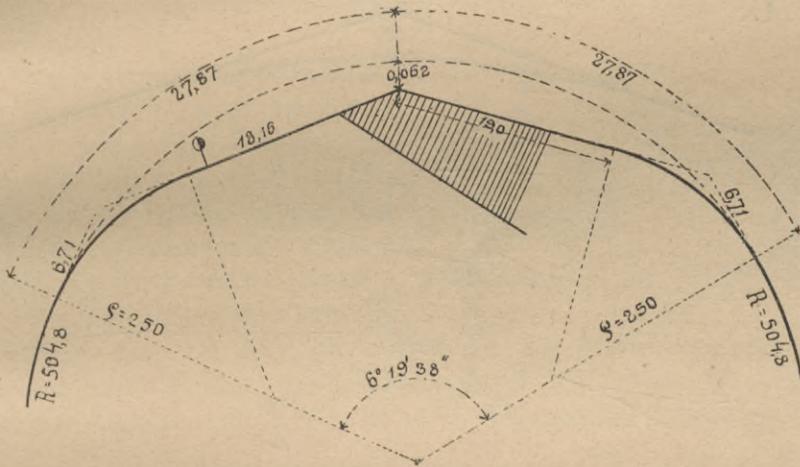
d. h.

$$\varphi = 3^\circ 9' 49'',$$

ferner auf Grund der (9) Formel:

$$s = 504\cdot8 (1 - \cos 3^\circ 9' 49'') - 250 (\cos 1^\circ 7' 52'' - \cos 3^\circ 9' 49'') - 19\cdot0 \sin 1^\circ 7' 52'' = 0\cdot062 \text{ m.}$$

Fig. 56.



Die zur Aussteckung nöthigen Dimensionen sind folgende: aus der (17) Formel ist:

$$\overline{AQ} = \overline{QD} = 504\cdot8 \operatorname{arc} 3^\circ 9' 49'' = 27\cdot87 \text{ m.},$$

aus der (18) Formel hinwieder:

$$\overline{AS} = \overline{DS'} = 250 (\operatorname{tang} 1^\circ 34' 54'' - 0^\circ 33' 56'') = 6\cdot71 \text{ m.}$$

Die im Felde zu benützte Skizze ist in Fig. 56 dargestellt.

### §. 13. Die englische Weiche.

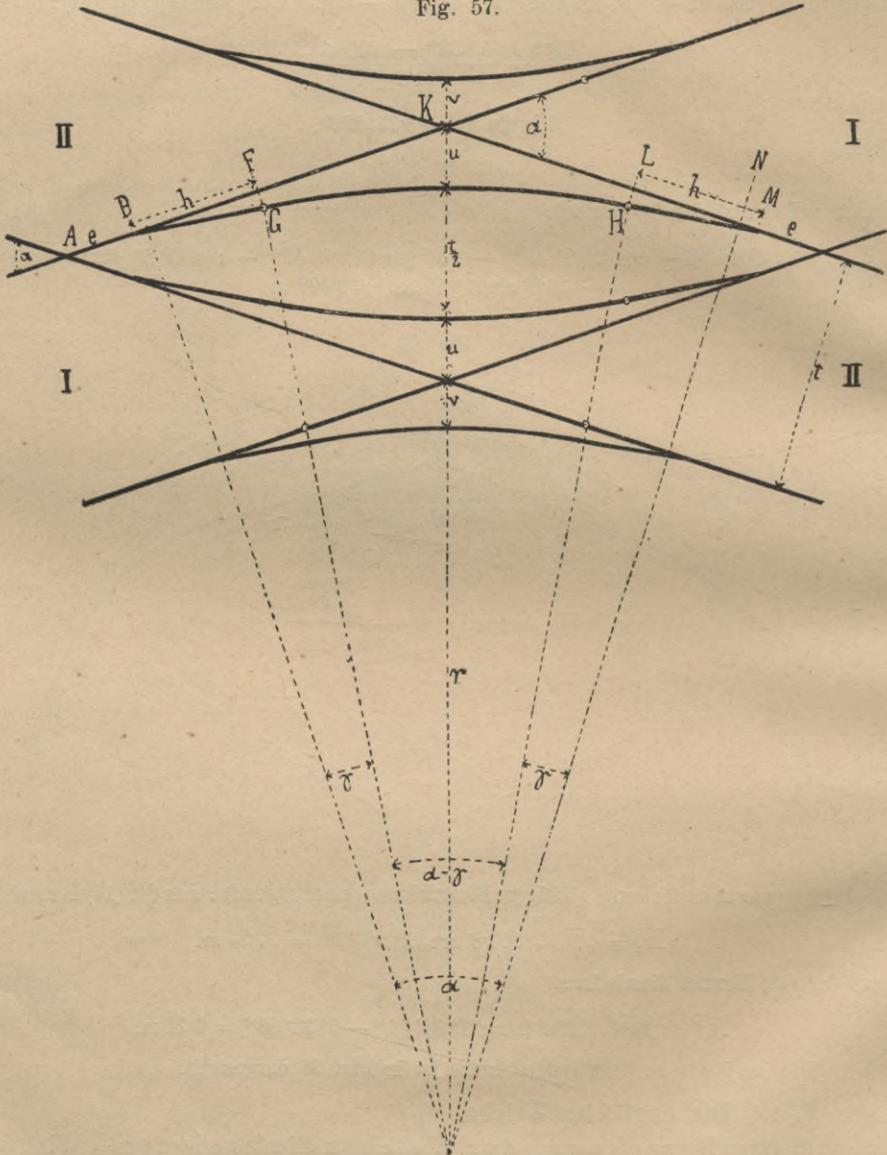
I. Die Berechnung der Weichendimensionen. Wir projectiren (Fig. 57\*) den Linienzug  $ABFGHLM$  auf die zum II. Geleise nor-

\*) Behufs Richtigstellung dieser Figur ist der Centriwinkel des Bogen  $\widehat{GH}$  auf  $\alpha - 2\gamma$  auszubessern.

male Axe  $ON$ . Da die Länge der Projection gleich  $t$  ist, erhalten wir folgende Grundgleichung:

$$t = (e + h) \sin \alpha - g \cos (\alpha - \gamma) + \left( r + \frac{t}{2} \right) [\cos \gamma - \cos (\alpha - \gamma)] + g \cos \gamma \dots \dots \dots (1)$$

Fig. 57.



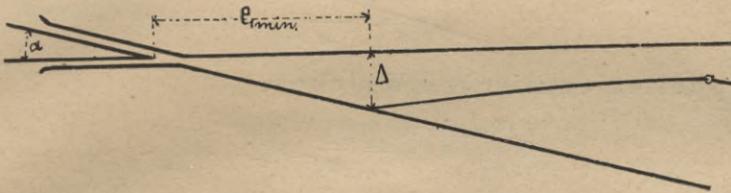
welche, aufgelöst, die folgende Formel liefert:

$$r = \frac{t - (e + h) \sin \alpha}{\cos \gamma - \cos (\alpha - \gamma)} - g - \frac{t}{2} \dots \dots (2)$$

Falls wir für den Radius eine runde Zahl als wünschenswerth erachten, müsste der aus der (2) Formel berechnete Werth auf einen naheliegenden abgerundet werden, und dann mittelst der aus der (1) Gleichung abgeleiteten Formel:

$$e = \frac{t - \left( r + \frac{t}{2} + g \right) [\cos \gamma - \cos (\alpha - \gamma)]}{\sin \alpha} - h \quad (3)$$

Fig. 58.



der dazugehörige Werth jener Entfernung  $e$  bestimmt werden, welche zwischen der Spitze des einfachen Herzstückes und der Wechselzungenspitze verbleibt.

Betreffs der vorläufigen Annahme dieser Dimension ( $e$ ) muss besonders darauf geachtet werden, dass die vollständige Oeffnung der Wechsel faktisch möglich sei. Es müssen nämlich die Wechselzungenspitzen von den mathematischen Kreuzungspunkten der einfachen Herzstücke mindestens so weit entfernt sein, dass, bei vollständiger Oeffnung der Wechselzungen, in einfachen englischen Weichen sich höchstens der in Fig. 58 und 59, bei doppelten sich höchstens der in Fig. 60 und 61 dargestellte Zustand ergäbe.

Fig. 59.

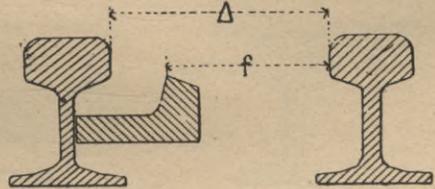
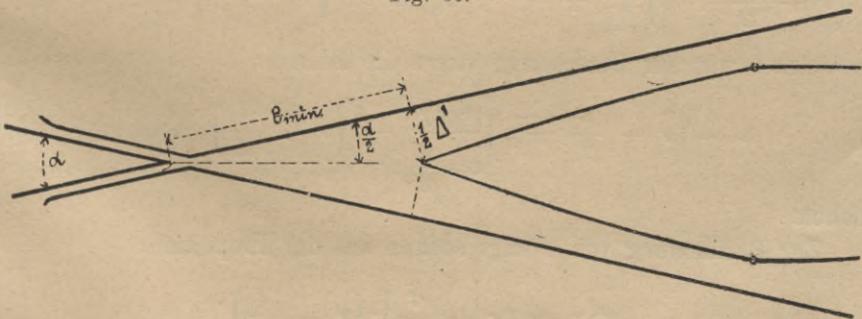


Fig. 60.



Die hiezu nöthige Distanz  $\Delta$ , beziehungsweise  $\Delta'$ , kann am einfachsten dadurch ermittelt werden, dass die Querprofile (Fig. 59 und 61) den wirklichen Dimensionen gemäss aufgezeichnet werden.

Es ist sodann :

beziehungsweise

$$\Delta = e_{\min} \operatorname{tang} \alpha,$$

$$\frac{\Delta'}{2} = e_{\min} \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2},$$

oder, da statt  $\operatorname{tang} \frac{\alpha}{2} = \frac{n}{2}$  gesetzt werden kann: bei einfachen englischen Weichen (annähernd):

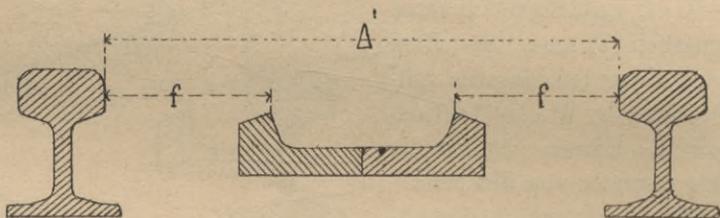
$$e_{\min} = \frac{\Delta}{n} \dots \dots \dots (4)$$

bei doppelten englischen Weichen:

$$e_{\min} = \frac{\Delta'}{n} \dots \dots \dots (5)$$

Bei Construction von englischen Weichen sind noch die in Fig. 57 mit  $u$  und  $v$  bezeichneten Dimensionen von Wichtigkeit.

Fig. 61.



Im Dreiecke  $OFK$  gilt die Proportion:

$$\overline{OF} : \overline{OK} = \sin \sphericalangle FKO : \sin \sphericalangle KFO$$

oder:

$$\left(r + \frac{t}{2} + g\right) : \left(r + \frac{t}{2} + u\right) = \sin \left(90 - \frac{\alpha}{2}\right) : \sin (90 + \gamma)$$

aus welcher wir, zur Berechnung von  $u$  die Formel:

$$u = \left(r + \frac{t}{2} + g\right) \frac{\cos \gamma}{\cos \frac{\alpha}{2}} - \left(r + \frac{t}{2}\right) \dots \dots \dots (6)$$

erhalten.

Zur Bestimmung von  $v$  folgt sodann aus der Proportion:

$$u : v = \left(r + \frac{t}{2}\right) : \left(r - \frac{t}{2}\right)$$

die Formel:

$$v = u \frac{2r - t}{2r + t} \dots \dots \dots (7)$$

Die Länge des Schienenstranges  $GH$  zwischen den beiden Wechselwurzeln ist:

$$GH = \left( r + \frac{t}{2} \right) \text{arc} (\alpha - 2\gamma) \dots \dots \dots (8)$$

Für die näherungsweise Bestimmung des Radius  $r$  endlich erhalten wir aus der (2) Formel durch die Substitutionen:

$$\sin \alpha = \alpha, \cos \gamma = 1 - \frac{1}{2} \gamma^2, \cos (\alpha - \gamma) = 1 - \frac{1}{2} (\alpha - \gamma)^2,$$

die Näherungsformel:

$$r = \frac{2 [t - (e + h) \alpha]}{\alpha (\alpha - 2\gamma)} - g - \frac{t}{2} \dots \dots \dots (9)$$

welche, wenn sich's nur um vorläufige Orientirung handelt, weit schneller zum Ziele führt, als die (2) Formel.

II. Tabellen. Bei den auf den ung. Staatsbahnen gebräuchlichsten winkelförmigen Zungenschienenprofilen ist:

$\triangle$ . . . 0·20	beziehungsweise 0·25 m.
$\triangle'$ . . . 0·46	„ 0·54 m.

jenachdem die englische Weiche mit gerad- oder mit gekrümmtzungigen Wechseln construiert wird.

Im ersteren Falle haben wir ausserdem noch:

$$h = 5\cdot0 \text{ m.}, g = 0\cdot112 \text{ m.}, \gamma = 0\cdot02,$$

im zweiten hingegen:

$$h = 4\cdot3 \text{ m.}, g = 0\cdot112 \text{ m.}, \gamma = 0\cdot04$$

vorausgesetzt und mittelst der (4), (5) und (9) Formel die folgenden Tabellen berechnet:

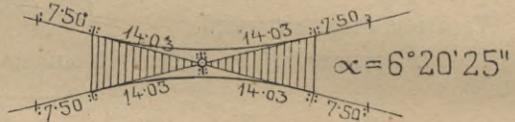
**A) Englische Weichen mit geraden Wechselzungen.**

**B) Englische Weichen mit gekrümmten Wechselzungen.**

$n$	Einfache engl. Weiche		Doppelte engl. Weiche		$n$	Einfache engl. Weiche		Doppelte engl. Weiche	
	$e$ min	$r$ max	$e$ min	$r$ max		$e$ min	$r$ max	$e$ min	$r$ max
0·08	2·50	521	5·75	355	0·08	3·13	$\infty$	6·75	$\infty$
0·09	2·22	349	5 12	232	0·09	2·78	1700	6·00	1130
0·10	2·00	244	4·60	157	0·10	2·50	754	5·40	464
0·11	1 82	177	4·18	109	0·11	2·27	427	4·91	254
0·12	1 67	132	3·83	77	0·12	2·08	278	4·50	157
0 13	1·54	99	3·54	56	0·13	1·92	192	4·16	102
0·14	1·43	77	3·29	38	0·14	1·78	139	3·86	69

Bei Construction von englischen Weichen wäre es, um die Führung in den Doppelherzstücken möglichst vollkommen zu gestalten, zweckmässig, den Kreuzungswinkel möglichst gross anzunehmen. Indess entstehen, wie aus den Tabellen zu ersehen, bei Annahme von grösseren Neigungsverhältnissen sehr scharfe Krümmungen, und sind in dieser Beziehung die Verhältnisse besonders bei englischen Weichen mit geraden Wechselzungen ungünstig. Auf einigen Bahnen, welche solche geradzungige Wechsel anwenden, schliesst sich ebendarum das Ausweichgleise an die Wechselwurzel nicht tangential an, sondern annähernd unter einem Neigungswinkel, wie er bei Anwendung von gekrümmten Wechseln entstünde.

Fig. 63.



$$n = \frac{1}{9}$$

Ung. Staatsbahnen.

In der Praxis sind hauptsächlich Weichen mit  $n = 0.10$  und  $n = \frac{1}{9} \sim 0.11$  construiert, verbreitet; andere Kreuzungswinkel kommen nur sporadisch vor.

Beispiel. Für eine normalspurige Bahn soll eine doppelte englische Weiche construiert werden, deren Krümmungsradius  $r = 260$  m. sei. Die gekrümmten Zungenschienen des anzuwendenden Wechsels haben eine Länge von  $h = 4.3$  m.; es ist ferner:  $\gamma = 2^\circ 14' 10''$ .

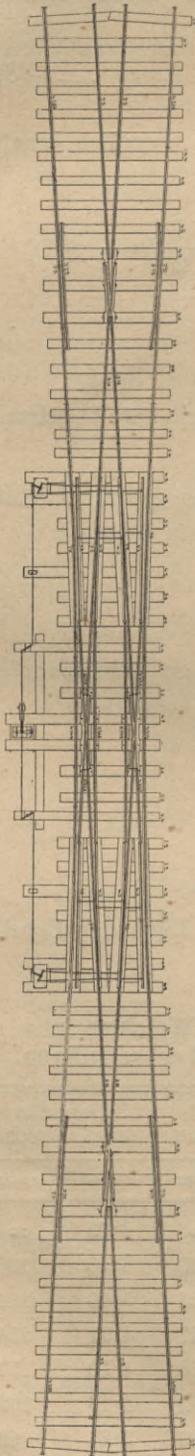
Laut Tabelle B) ist in diesem Falle das Neigungsverhältniss  $n = 0.10$  zu wählen. Es ist daher, wegen:

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{n}{2},$$

$$\log \tan \frac{\alpha}{2} = 8.6989700.$$

Ung. Staatsbahnen.

Fig. 62.



Auf Grund der (3) Formel ist sodann

$$e = \frac{1.435 - (260.718 + 0.11) (\cos 2^{\circ} 14' 10'' - \cos 3^{\circ} 29' 19'')}{\sin 5^{\circ} 43' 29''} - 4.3 = 7.231 \text{ m.};$$

ferner aus der (6) Formel:

$$u = (260.718 + 0.11) \frac{\cos 2^{\circ} 14' 10''}{\cos 2^{\circ} 51' 45''} - 260.718 = 0.237 \text{ m.},$$

und aus der (7) Formel:

$$v = 0.237 \frac{518.565}{521.435} = 0.236 \text{ m.},$$

endlich auf Grund der (8) Formel die Länge des zwischen den Wechselwurzeln befindlichen Schienenstranges:

$$260.718 \text{ arc } 1^{\circ} 15' 9'' = 5.696 \text{ m.}$$

III. Die schematische Darstellung der englischen Weichen stimmt mit derjenigen der Geleiskreuzungen überein, mit dem einzigen Unterschiede, dass, behufs besserer Unterscheidung, Bögen zwischen die beiden, einander schneidenden Geraden eingezeichnet werden, und zwar, bei einfachen englischen Weichen nur auf der einen Seite, bei doppelten jedoch auf beiden Seiten. Als Beispiel in Fig. 62 der Grundriss, in Fig. 63 die schematische Darstellung einer doppelten englischen Weiche mitgeteilt, welche auf den Linien der ung. Staatsbahnen in Gebrauch ist.

### III. ABSCHNITT.

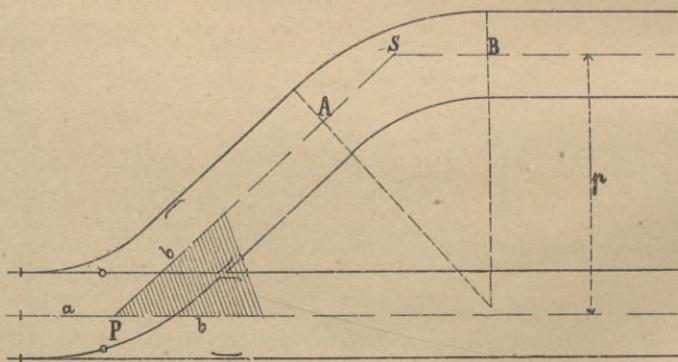
## Die Geleisverbindungen.

§. 13. **Endweichen zwischen geraden Geleisen.** Unter Endweichen verstehen wir eine solche Verbindung zweier Geleise, bei welcher das eine derselben, das Nebengeleise, in der Weiche endet.

#### I. Endweichen für parallele Geleise.

1. Wenn die Entfernung der zu verbindenden Geleise keine grosse ist, gehen wir aus jener Richtung des Ausweichgeleises der Weiche, in welcher dasselbe das Hauptgeleise durchschneidet, mit Einschaltung eines Bogens unmittelbar in das Nebengeleise über (Fig. 64).

Fig. 64.



In Fig. 65 ist diese Geleisverbindung schematisch dargestellt; der Zusammenhang dieser, mit der früheren Darstellungsweise ist in Fig. 64 ersichtlich gemacht.

Die Projection der Linie  $PAB$  auf die zum Hauptgeleise  $F$  senkrechte Richtung ist der Entfernung  $p$  der beiden parallelen Geleise von einander, gleich.

Es ist also:

$$p = (b + f) \sin \alpha + \varrho (1 - \cos \alpha) \dots (1)$$

worin  $\alpha$ ,  $a$ ,  $b$  die charakteristischen Dimensionen der zur Anwendung kommenden Weiche bedeuten.

Wenn wir daher die Länge  $f$  jener Geraden, welche zwischen Herzstückende und Uebergangsbogen eingeschaltet ist, festsetzen, kann aus der Formel:

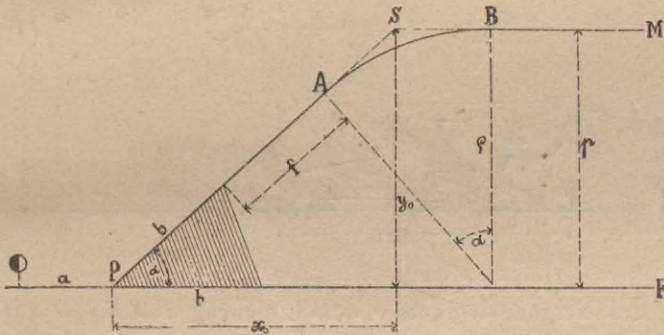
$$\varrho = \frac{p - (b + f) \sin \alpha}{1 - \cos \alpha} \dots (2)$$

welche sich aus der obigen (1) Gleichung unmittelbar ergibt, der Radius  $\varrho$ , wenn wir hingegen diesen letzteren — mit minimalem Werthe — annehmen, aus der ebenso leicht zu erhaltenden Formel:

$$f = \frac{p - \varrho (1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha} - b \dots (3)$$

die Länge  $f$  jener Geraden berechnet werden.

Fig. 65.



Bezüglich letzterer ist es natürlich wünschenswerth, dass zwischen dem Bogen der Weiche und dem in entgegengesetzten Sinne gekrümmten Bogen des Verbindungsgeleises eine Gerade von genügender Länge entstehe; die hiefür, sowie auch für die Wahl der Radien massgebenden Gesichtspunkte haben wir schon im § (5) auseinandergesetzt.

Wenn die Dimensionen der Geleisverbindung auf die eine oder andere Weise berechnet sind, erhalten wir, behufs Aussteckung derselben, die Coordinaten  $x_0$  und  $y_0$  des Winkelpunktes  $S$  durch Projiciren der Linie  $PS$  auf beide Haupttrichtungen. Da die Tangentlänge des Bogen  $AB$ :

$$t = \overline{AS} = \overline{SB} = \varrho \tan \frac{\alpha}{2} \dots (4)$$

beträgt, gelangen wir zu folgenden Formeln:

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= \left( b + f + \varrho \tan \frac{\alpha}{2} \right) \cos \alpha \\ y_0 &= \left( b + f + \varrho \tan \frac{\alpha}{2} \right) \sin \alpha \end{aligned} \right\} \dots (5)$$

Als Controlle dient, dass:

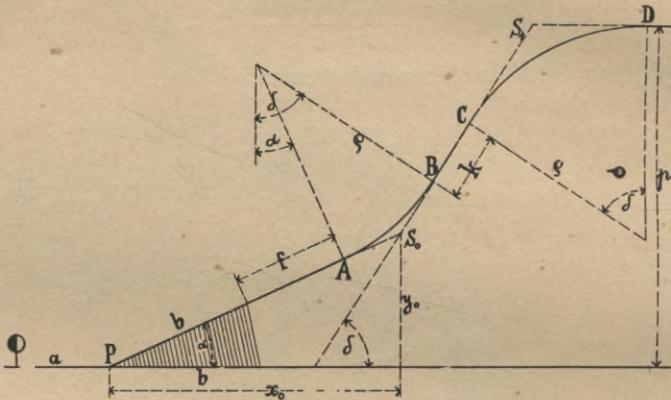
$$y_0 = p$$

sein muss.

2. Wenn die Entfernung der zu verbindenden Geleise eine bedeutendere ist, würde eine Anordnung, wie in Fig. 65 zu viel Raum einnehmen; es ist daher in diesem Falle angezeigt, die Länge des Verbindungsgeleises, durch Einschaltung von Contracurven, zu verringern (Fig. 66).

Wir nehmen vor Allem die Dimensionen  $q, f$  und  $k$  — mit Berücksichtigung unserer diesbezüglichen Erörterungen — an, und projiciren zur

Fig. 66.



Berechnung des Neigungswinkels  $\delta$  den Linienzug  $P A B C D$  auf die zum Hauptgeleise normale Richtung:

$$p = (b + f) \sin \alpha + q (\cos \alpha - \cos \delta) + k \sin \delta + q (1 - \cos \delta) \quad (6)$$

welche, mit Bezug auf  $\delta$  geordnet, in die Form:

$$\frac{2q}{k} \cos \delta - \sin \delta = \frac{q (1 + \cos \alpha) + (b + f) \sin \alpha - p}{k}$$

übergeht. Wenn wir in diese Gleichung den Hilfswinkel  $\varphi$  einführen, welchen wir aus der Formel:

$$\text{tang } \varphi = \frac{2q}{k} \dots \dots \dots (7)$$

berechnen, und mit  $\cos \varphi$  multipliciren, gelangen wir zur Formel:

$$\sin (\varphi - \delta) = \frac{q (1 + \cos \alpha) + (b + f) \sin \alpha - p}{k} \cos \varphi \quad (8)$$

aus welcher  $\varphi - \delta$ , und, da  $\varphi$  bekannt ist, auch  $\delta$  berechnet werden kann.

Wenn die Dimensionen auf diese Weise berechnet sind, erhalten wir die Coordinaten  $x_0, y_0$  und  $x_1, y_1$  der zur Aussteckung nothwendigen Winkel-

punkte  $S_0$  und  $S_1$  dadurch, dass wir die Linie  $PS_0$ , beziehungsweise  $PS_0S_1$  auf die beiden Hauptrichtungen projiciren. Es ist nämlich :

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= \left( b + f + q \operatorname{tang} \frac{\delta - \alpha}{2} \right) \cos \alpha \\ y_0 &= \left( b + f + q \operatorname{tang} \frac{\delta - \alpha}{2} \right) \sin \alpha \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (9)$$

und

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= x_0 + \left( q \operatorname{tang} \frac{\delta - \alpha}{2} + k + q \operatorname{tang} \frac{\delta}{2} \right) \cos \delta \\ y_1 &= y_0 + \left( q \operatorname{tang} \frac{\delta - \alpha}{2} + k + q \operatorname{tang} \frac{\delta}{2} \right) \sin \delta \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (10)$$

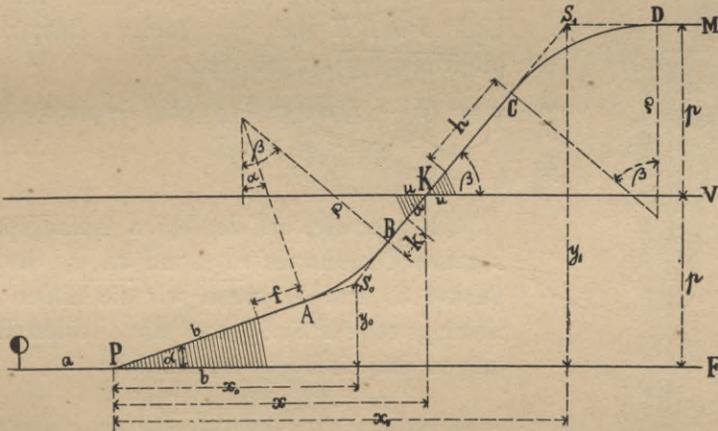
Als Controlle dient wieder, dass:

$$y_1 = p$$

sein muss.

3. Wenn zwischen den beiden, mit einander zu verbindenden Geleisen ( $F$  und  $M$ ) ein durchgehendes Geleise ( $V$ ) liegt, welches vom Verbindungsgeleise durchschnitten wird (Fig. 67), so ist in jenem Theile des Verbindungsgeleises,

Fig. 67.



welches zwischen Weiche und Geleisdurchkreuzung liegt, ein Bogen ( $AB$ ) einzuschalten, damit der Kreuzungswinkel der letzteren für die Führung der Räder im Doppelherzstücke günstiger sei, als es der Kreuzungswinkel der Weiche wäre.

Wenn wir die Linie  $PABK$  auf die zum Hauptgeleise normale Richtung projiciren, erhalten wir die Gleichung :

$$p = (b + f) \sin \alpha + q (\cos \alpha - \cos \beta) + (k + u) \sin \beta \quad (11)$$

aus welcher :

$$k = \frac{p - (b + f) \sin \alpha - q (\cos \alpha - \cos \beta)}{\sin \beta} - u \dots \dots (12)$$

berechnet werden kann, wenn nämlich ausser den übrigen, in der Formel enthaltenen Daten auch  $f$  angenommen wird. Sollte hingegen gewünscht werden, dass  $f = k$  sei, ergibt sich aus der (11) Gleichung für diese Dimension die Formel:

$$f = k = \frac{p - b \sin \alpha - q(\cos \alpha - \cos \beta) - u \sin \beta}{\sin \alpha + \sin \beta} \quad (13)$$

Die Projection der Linie  $KCD$  auf die zum Hauptgeleise normale Richtung ist ebenfalls  $p$ .

Es ist also:

$$p = (u + h) \sin \beta + q(1 - \cos \beta) \quad (14)$$

woraus sich, zur Berechnung von  $h$  die Formel:

$$h = \frac{p - q(1 - \cos \beta)}{\sin \beta} - u \quad (15)$$

ergibt.

In diesen Formeln ist natürlich  $q$  überall mit minimalem Werthe anzunehmen.

Behufs Aussteckung dieser Geleisverbindung erhalten wir die Coordinaten  $x, y$  des Punktes  $K$  auf  $P$  als Anfangspunkt bezogen, wenn wir die Linie  $PABK$  auf die beiden Hauptrichtungen projiciren, es ist nämlich:

$$\left. \begin{aligned} x &= (b + f) \cos \alpha + q(\sin \beta - \sin \alpha) + \\ &\quad + (k + u) \cos \beta \\ y &= p \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Ferner die, auf denselben Anfangspunkt bezogenen Coordinaten  $x_0, y_0$  und  $x_1, y_1$  der Winkelpunkte  $S_0$  und  $S_1$ , wenn wir die Linien  $PS_0$  beziehungsweise  $PS_0S_1$  auf die beiden Hauptrichtungen projiciren; es ist nämlich:

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= \left( b + f + q \operatorname{tang} \frac{\beta - \alpha}{2} \right) \cos \alpha \\ y_0 &= \left( b + f + q \operatorname{tang} \frac{\beta - \alpha}{2} \right) \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

und

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= x_0 + \left[ q \left( \operatorname{tang} \frac{\beta - \alpha}{2} + \operatorname{tang} \frac{\beta}{2} \right) + \right. \\ &\quad \left. + k + 2u + h \right] \cos \beta \\ y_1 &= y_0 + \left[ q \left( \operatorname{tang} \frac{\beta - \alpha}{2} + \operatorname{tang} \frac{\beta}{2} \right) + \right. \\ &\quad \left. + k + 2u + h \right] \sin \beta \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

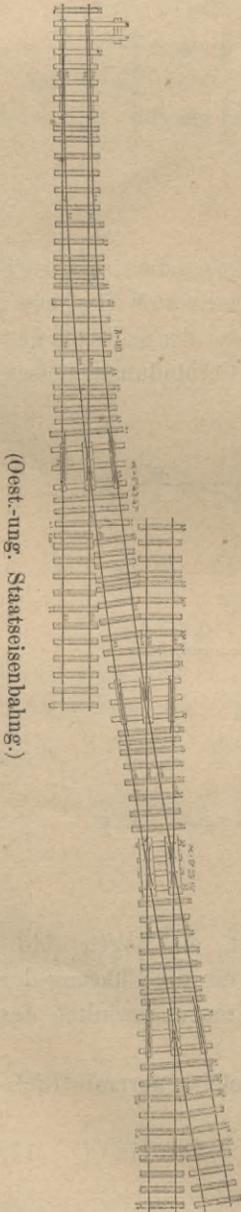


Fig. 69.

(Oest.-ung. Staatsbahn.)



Ausser den Dimensionen der Weiche muss natürlich auch die Entfernung  $s$  des Weichenmittelpunktes vom Schnittpunkte  $Q$  bekannt sein; ferner ist der Radius  $\varrho$  wieder den Ausführungen des §. 5 gemäss festzusetzen.

Durch Projiciren des, in sich geschlossenen Linienzuges  $QPABQ$  auf die Axe  $ZZ$ , welche normal zur Geraden  $BQ$  angenommen wurde, damit die unbekannte Länge jener Seite aus der Projectionsgleichung entfalle, erhalten wir die folgende Bedingungsgleichung:

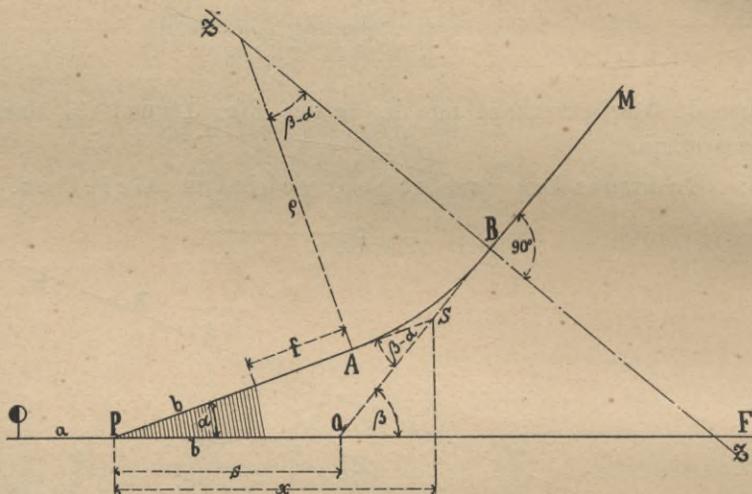
$$0 = s \sin \beta - (b + f) \sin (\alpha - \beta) - \varrho [1 - \cos (\alpha - \beta)] \quad (19)$$

und hieraus die Formel:

$$f = \frac{s \sin \beta - \varrho [1 - \cos (\alpha - \beta)]}{\sin (\alpha - \beta)} - b \quad (20)$$

Zur Berechnung der geraden Strecke zwischen dem Ende der Weiche und dem Anfang des Bogens des Verbindungsgeleises.

Fig. 71.



Die, behufs Aussteckung des Winkelpunktes  $S$  erforderlichen Coordinaten  $x$  und  $y$  erhalten wir sodann durch Projection der Linie  $PS$  auf beide Haupttrichtungen; es ist nämlich:

$$\left. \begin{aligned} x &= \left( b + f + \varrho \operatorname{tang} \frac{\alpha - \beta}{2} \right) \cos \alpha \\ y &= \left( b + f + \varrho \operatorname{tang} \frac{\alpha - \beta}{2} \right) \sin \alpha \end{aligned} \right\} \dots \quad (21)$$

2. Wenn der Neigungswinkel der zu verbindenden Geleise ( $\beta$ ) grösser ist, als der Kreuzungswinkel der Weiche ( $\alpha$ ), so muss der Weichenmittelpunkt auf der Seite des stumpfen Winkels angenommen werden (Fig. 71).

Die Bedingungsgleichung erhalten wir wieder durch Projection des, in sich geschlossenen Linienzuges  $PABQP$  auf die zu  $QM$  normale Projectionsaxe  $ZZ$ ; es ist nämlich:

$$o = s \sin \beta - (b + f) \sin (\beta - \alpha) - q [1 - \cos (\beta - \alpha)] \quad (22)$$

also:

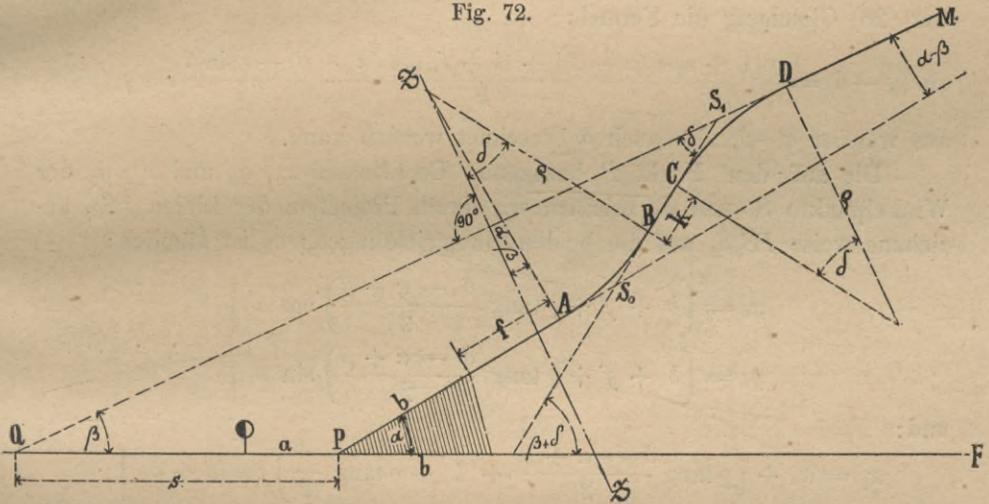
$$f = \frac{s \sin \beta - q [1 - \cos (\beta - \alpha)]}{\sin (\beta - \alpha)} - b \quad \dots \quad (23)$$

Für die Berechnung der zur Aussteckung des Winkelpunktes  $S$  erforderlichen Coordinaten  $x$  und  $y$  erhalten wir dann:

$$\left. \begin{aligned} x &= \left( b + f + q \operatorname{tang} \frac{\beta - \alpha}{2} \right) \cos \alpha \\ y &= \left( b + f + q \operatorname{tang} \frac{\beta - \alpha}{2} \right) \sin \alpha \end{aligned} \right\} \dots \dots \quad (24)$$

3. Wenn die Entfernung der mit einander zu verbindenden Geleise eine grosse, oder der Neigungswinkel

Fig. 72.



derselben ( $\beta$ ) nur um wenig grösser oder kleiner ist, als der Kreuzungswinkel der Weiche ( $\alpha$ ), so werden, um die Länge der Geleiseverbindung zu verringern, Contracurven eingeschaltet (Fig. 72).

Als Projectionsaxe ist auch in diesem Falle, aus demselben Grunde wie in den beiden vorigen, die zu  $QM$  normale Gerade  $ZZ$  zu wählen.

Den Winkel, welchen die, zwischen die Contracurven eingeschaltete Gerade  $k$  mit der Richtung des Nebengeleises  $M$  einschliesst, nehmen wir  $\delta$ ; die übrigen Winkel ergeben sich laut obiger Figur, durch Anwendung einfacher, geometrischer Lehrsätze.\*)

\*) Die erforderlichen Sätze lauten, wie bekannt:  
 1. Winkel, deren Schenkel zu einander normal stehen, sind gleich.  
 2. Der Aussenwinkel eines Dreiecks ist der Summe der beiden gegenüberliegenden Winkel gleich.

Ausser den Dimensionen der Weiche sind noch  $s$ ,  $f$ ,  $k$  und  $q$  — angemessen — anzunehmen; es bleibt also nur der Winkel  $\delta$  zu bestimmen zu welchem Zwecke wir den in sich geschlossenen Linienzug  $QPABCDQ$  auf die Axe  $ZZ$  projectiren, wodurch wir folgende Gleichung erhalten:

$$o = s \sin \beta - (b + f) \sin (\alpha - \beta) - q [\cos (\alpha - \beta) - \cos \delta] - k \sin \delta - q (1 - \cos \delta) \quad (25)$$

welche, mit Bezug auf  $\delta$  geordnet, in:

$$2 q \cos \delta - k \sin \delta = q [1 + \cos (\alpha - \beta)] + (b + f) \sin (\alpha - \beta) - s \sin \beta \quad (26)$$

übergeht.

Wenn wir den Hilfswinkel  $\varphi$ , welcher aus der Formel:

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{2 q}{k} \quad (27)$$

zu berechnen ist, einführen und mit  $\cos \varphi$  multipliciren, so erhalten wir aus der (26) Gleichung die Formel:

$$\sin (\varphi - \delta) = \frac{q [1 + \cos (\alpha - \beta)] + (b + f) \sin (\alpha - \beta) - s \sin \beta}{k} \cos \varphi \quad (28)$$

aus welcher  $\varphi - \delta$ , also auch  $\delta$  berechnet werden kann.

Die auf den Punkt  $P$  bezogenen Coordinaten  $x_0$ ,  $y_0$  und  $x_1$ ,  $y_1$  der Winkelpunkte  $S_0$  und  $S_1$  erhalten wir durch Projection der Linien  $PS_0$ , beziehungsweise  $PS_0S_1$  auf die beiden Hauptrichtungen; es ist nämlich:

$$\begin{aligned} x_0 &= \left( b + f + q \operatorname{tang} \frac{\delta - \alpha + \beta}{2} \right) \cos \alpha \\ y_0 &= \left( b + f + q \operatorname{tang} \frac{\delta - \alpha + \beta}{2} \right) \sin \alpha \end{aligned} \quad (29)$$

und:

$$\begin{aligned} x_1 &= x_0 + \left( q \operatorname{tang} \frac{\delta - \alpha + \beta}{2} + k + q \operatorname{tang} \frac{\delta}{2} \right) \cos (\beta + \delta) \\ y_1 &= y_0 + \left( q \operatorname{tang} \frac{\delta - \alpha + \beta}{2} + k + q \operatorname{tang} \frac{\delta}{2} \right) \sin (\beta + \delta) \end{aligned} \quad (30)$$

Falls wir, um die Aussteckung zu controliren, auch noch die Dimension  $QD$  nachmessen wollten, müssten wir uns der Formel:

$$\overline{QD} = s \cos \beta + (b + f) \cos (\alpha - \beta) + q [\sin \delta - \sin (\alpha - \beta)] + k \cos \delta + q \sin \delta \quad (31)$$

bedienen, welche sich durch Projection des Linienzuges  $QPABCD$  auf die Richtung  $QM$  ergibt.

4. Näherungsformeln. Wegen der Kleinheit der in der Praxis vorkommenden Winkel kann in diesen Formeln überall:

$$\sin x = x, \quad \cos x = 1 - \frac{x^2}{2}, \quad \operatorname{tg} x = x$$

gesetzt werden, wodurch wir zu rein algebraischen Formeln gelangen, welche uns die Werthe der Unbekannten rasch, und mit einer, für die Zwecke der Praxis genügenden Genauigkeit liefern. Da im 2. Abschnitte für dieses Verfahren mehrere Beispiele enthalten sind, halten wir es für überflüssig, diese Näherungsformeln besonders anzuführen.

Beispiel. Die zu einander geneigten Geleise  $F$  und  $M$  (Fig. 73) sind durch eine Endweiche zu verbinden. Der Weichenmittelpunkt soll in  $P$  angenommen werden. Um den Winkel, welchen die beiden Geleise einschliessen, zu ermitteln, errichten wir in  $P$  und 100 m. von diesem Punkte entfernt, Normale, und messen auf diesen die Entfernung der beiden Geleisaxen ab; da dieselben 7.82 m. und 15.25 m. betragen, ist:

$$\operatorname{tang} \beta = \frac{15.25 - 7.82}{100} = 0.0743,$$

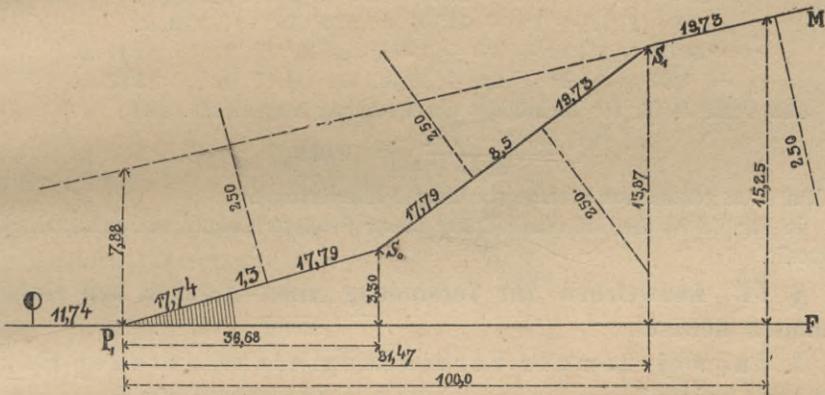
und

$$\beta = 4^{\circ} 14' 57''.$$

Die Entfernung  $s$  des Schnittpunktes der Geleise vom Weichenmittelpunkte ist ferner:

$$s = 7.82 \cotang 4^{\circ} 14' 57'' = 105.25 \text{ m.}$$

Fig. 73.



Es soll z. B. jene Weiche verwendet werden, welche wir im 5. Beispiele des §. 5 berechnet haben, und für welche sich:

$$a = 5^{\circ} 9' 12'', b = 17.74 \text{ m. und } e = 3.07 \text{ m.}$$

ergab.

Das Ende des Herzstückes wurde 1.8 m. von der mathematischen Spitze entfernt, angenommen. Damit die Geraden vor und hinter der Herzspitze, wenigstens annähernd, von gleicher Länge seien, nehmen wir die zwischen dem Ende des Herzstückes und dem Anfang des Verbindungsbogens einzuschaltende Gerade mit

$$f = 3.07 - 1.8 = 1.27 \approx 1.3 \text{ m.}$$

an; ferner sei, in Uebereinstimmung mit dem in der Weiche angewendeten Radius:  $\rho = 250 \text{ m.}$ , und, mit der normalen Schienenlänge übereinstimmend:  $k = 8.5 \text{ m.}$  Aus der (27) Formel ist:

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{2.250}{8.5}, \text{ d. h. } \log \operatorname{tang} \varphi = 11.7695511$$

und

$$\varphi = 89^{\circ} 1' 34''.$$

Da in Folge dessen:

$$\alpha - \beta = 54' 15''$$

ist, ergibt sich aus der (28) Formel:

$$\sin(\varphi - \delta) =$$

$$= \frac{250 [1 + \cos 54' 15''] + (17.74 + 1.3) \sin 54' 15'' - 105.25 \sin 4^{\circ} 14' 57''}{8.5}$$

$$\cos 89^{\circ} 1' 34''$$

also:

$$\log \sin(\varphi - \delta) = 9.9933286,$$

$$(\varphi - \delta) = 79^{\circ} 58' 59''$$

und

$$\delta = 89^{\circ} 1' 34'' - 79^{\circ} 58' 59'' = 9^{\circ} 2' 35''.$$

Die zur Aussteckung der Geleisverbindung nöthigen Dimensionen werden folgendermassen berechnet; es ist vor Allem:

$$\frac{\delta}{2} = 4^{\circ} 31' 18'', \quad \delta + \beta = 13^{\circ} 17' 32'', \quad \frac{\delta - \alpha + \beta}{2} = 4^{\circ} 4' 10'',$$

also:

$$\rho \operatorname{tang} \frac{\delta}{2} = 250 \operatorname{tang} 4^{\circ} 31' 18'' = 19.73 \text{ m.}$$

$$\rho \operatorname{tang} \frac{\delta + \beta - \alpha}{2} = 250 \operatorname{tang} 4^{\circ} 4' 10'' = 17.79 \text{ m.}$$

und

$$x_0 = (17.74 + 1.3 + 17.79) \cos 5^{\circ} 9' 12'' = 36.68 \text{ m.}$$

$$y_0 = (17.74 + 1.3 + 17.79) \sin 5^{\circ} 9' 12'' = 3.30 \text{ m.}$$

$$x_1 = 36.68 + (17.79 + 8.5 + 19.73) \cos 13^{\circ} 17' 32'' = 81.47 \text{ m.}$$

$$y_1 = 3.30 + (17.79 + 8.5 + 19.73) \sin 13^{\circ} 17' 32'' = 13.87 \text{ m.}$$

Als Controle für die Richtigkeit der Rechnung mag dienen, dass:

$$\frac{13.87 - 7.82}{81.47} = 0.0743$$

mit dem oben gefundenen Werthe von  $\operatorname{tang} \beta$  übereinstimmt.

In Fig. 73 ist die, bei Aussteckung dieser Geleisverbindung zu benützte Skizze dargestellt.

#### §. 14. Endweichen zur Verbindung eines geraden und eines gekrümmten Geleises.

I. Endweichen zur Verbindung eines geraden Hauptgeleises mit einem gekrümmten Nebengeleise.

1. Wenn das gerade Hauptgeleise auf der Aussenseite des Bogens liegt, ist die Verbindung am günstigsten wie in Fig. 74 zu bewerkstelligen. Um Raum zu sparen, wird nämlich das, mit dem Radius  $\rho$  beschriebene Verbindungsgeleise mittelst einer tangential eingeschalteten Geraden ( $k$ ) in das Nebengeleise übergeführt.

Es wird gewöhnlich:  $b, \alpha, p, q, R$  gegeben,  $f$  und  $\rho$  müssen — an gemessen — gewählt werden.

Wenn wir den, in sich geschlossenen Linienzug  $OMPABCO$  auf die Axe  $ZZ$ , sowie auf die, zu dieser normalen, Richtung projiciren, erhalten wir die Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} (R + p) \cos(\alpha + \delta) + q \sin(\alpha + \delta) + (b + f) \sin \delta + \\ + \rho(1 - \cos \delta) - R = 0 \\ (R + p) \sin(\alpha + \delta) - q \cos(\alpha + \delta) - (b + f) \cos \delta - \\ - \rho \sin \delta - k = 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Wenn auf die erste dieser beiden Gleichungen die bekannten goniometrischen Formeln:

$$\begin{aligned} \sin(\alpha + \delta) &= \sin \alpha \cos \delta + \cos \alpha \sin \delta \\ \cos(\alpha + \delta) &= \cos \alpha \cos \delta - \sin \alpha \sin \delta \end{aligned}$$

angewendet werden, und dieselbe sodann mit Bezug auf  $\sin \delta$  und  $\cos \delta$  geordnet wird, erhalten wir die Gleichung:

$$\begin{aligned} \cos \delta [(R + p) \cos \alpha + q \sin \alpha - \varrho] - \sin \delta [(R + p) \sin \alpha - q \cos \alpha - (b + f)] &= R - \varrho \end{aligned} \quad (2)$$

Wir nehmen nun den Hilfswinkel  $\varphi$  so an, dass:

$$\text{tang } \varphi = \frac{(R + p) \cos \alpha + q \sin \alpha - \varrho}{(R + p) \sin \alpha - q \cos \alpha - (b + f)} \quad (3)$$

sei; alsdann geht die obige (2) Gleichung, mit  $\cos \varphi$  multiplicirt, und gehörig gekürzt, in die Formel:

$$\sin(\varphi - \delta) = \frac{R - \varrho}{(R + p) \sin \alpha - q \cos \alpha - (b + f)} \cos \varphi \quad (4)$$

über, aus welcher  $\delta$  berechnet werden kann. Mit diesem Werthe von  $\delta$  kann sodann aus der Formel:

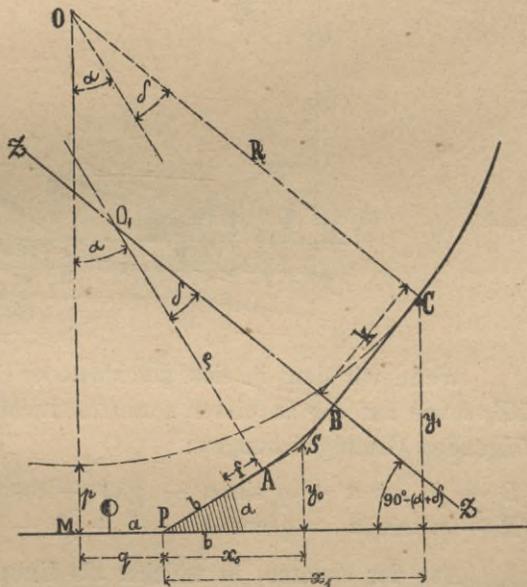
$$\begin{aligned} k &= (R + p) \sin(\alpha + \delta) - q \cos(\alpha + \delta) - (b + f) \\ &\cos \delta - \varrho \sin \delta \end{aligned} \quad (5)$$

welche aus der zweiten, der unter (1) enthaltenen Gleichungen unmittelbar folgt, auch  $k$  bestimmt werden. Falls sich für  $k$  hierbei ein negativer Werth ergäbe, wäre mit den gegebenen Daten eine Lösung der Aufgabe nicht möglich, und es müsste dann entweder der Weichenmittelpunkt  $P$  anders angenommen, oder, falls dies nicht anginge, eine, mit anderem Neigungsverhältnisse construirte Weiche verwendet werden.

Bêhufs Aussteckung der Geleiseverbindung erhalten wir die Coordinaten  $x_0, y_0$  und  $x_1, y_1$  des Winkelpunktes  $S$  und des Punktes  $C$  auf den Weichenmittelpunkt  $P$  bezogen, durch Projection der Linien  $PS$ , beziehungsweise  $COMP$  auf beide Haupttrichtungen. Es ist nämlich:

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= \left( b + f + \varrho \text{ tang } \frac{\delta}{2} \right) \cos \alpha \\ y_0 &= \left( b + f + \varrho \text{ tang } \frac{\delta}{2} \right) \sin \alpha \end{aligned} \right\} \dots \dots (6)$$

Fig. 74.



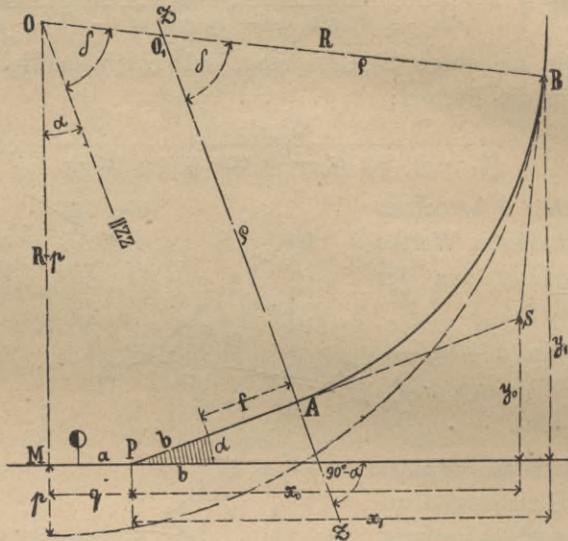
und:

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= R \sin (\alpha + \delta) - q \\ y_1 &= R [1 - \cos (\alpha + \delta)] + p \end{aligned} \right\} \dots \dots (7)$$

2. Wenn das gerade Hauptgeleise auf der Innenseite des Bogens liegt, so wird die Geleiseverbindung wie in Fig. 75 angeordnet.

Es ist in diesem Falle gegeben, beziehungsweise anzunehmen:  $p, b, \alpha, R$  und  $q, \delta$  sowie  $f$  zu berechnen.

Fig. 75.



Wenn wir den, in sich geschlossenen Linienzug  $OMPABO$  auf die Axe  $ZZ$ , sowie auf die zu dieser normalen Richtung projiciren, gelangen wir zu folgenden Grundgleichungen:

$$\left. \begin{aligned} (R - p) \cos \alpha + q \sin \alpha - q (1 - \cos \delta) - R \cos \delta &= 0 \\ (R - p) \sin \alpha - q \cos \alpha - (b + f) - q \sin \delta + R \sin \delta &= 0 \end{aligned} \right\} (8)$$

Aus der ersteren, in welcher als Unbekannte bloß  $q$  vorkommt, ist:

$$\cos \delta = \frac{(R - p) \cos \alpha + q \sin \alpha - q}{R + q} \dots \dots (9)$$

mittels welcher Formel  $\delta$  berechnet werden kann; mit diesem Werthe ist sodann aus der zweiten Grundgleichung:

$$f = (R - p) \sin \alpha + (R - p) \sin \delta - q \cos \alpha - b. \quad (10)$$

Falls sich aus dieser Formel für  $f$  ein negativer Werth ergäbe, muss  $q$  dementsprechend anders angenommen werden, d. h. der Weichenmittelpunkt verrückt werden.

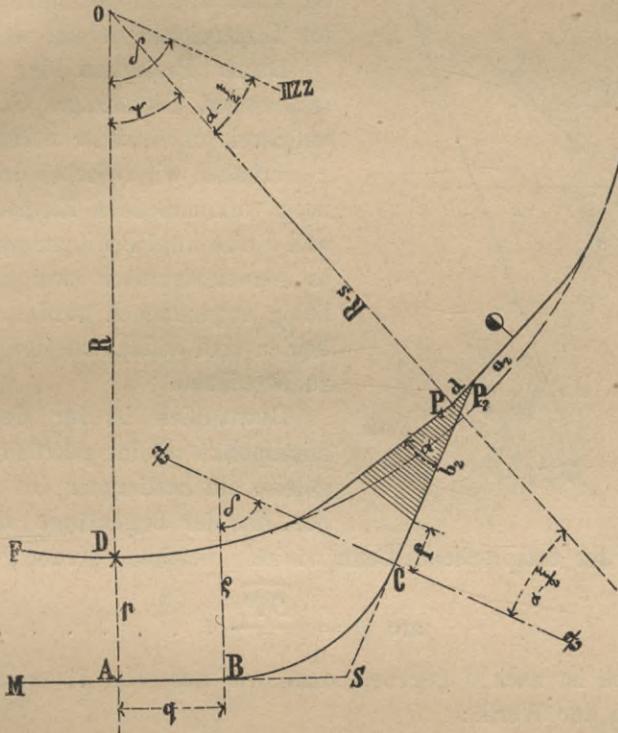
Behufs Aussteckung der Geleisverbindung berechnen wir die Coordinaten  $x_0, y_0$  und  $x_1, y_1$   $S$  und  $B$  aus folgenden Formeln (Fig. 75):

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= \left( b + f + q \operatorname{tang} \frac{\delta}{2} \right) \cos \alpha \\ y_0 &= \left( b + f + q \operatorname{tang} \frac{\delta}{2} \right) \sin \alpha \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (11)$$

und:

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= R \sin (\delta + \alpha) - q \\ y_1 &= R [1 - \cos (\alpha + \delta)] - p \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (12)$$

Fig. 76.



oder auch:

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= x_0 + q \operatorname{tang} \frac{\delta}{2} \cos (\alpha + \delta) \\ y_1 &= y_0 + q \operatorname{tang} \frac{\delta}{2} \sin (\alpha + \delta) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (13)$$

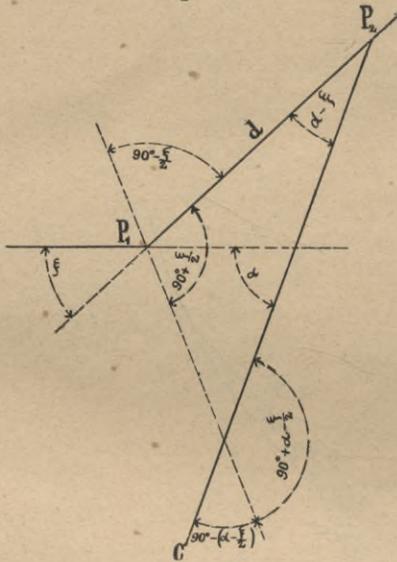
wodurch zugleich für die Richtigkeit der Rechnung eine Controle erhalten wird.

II. Endweiche zur Verbindung eines gekrümmten Hauptgeleises mit einem geraden Nebengeleise. 1. Wenn das gerade Nebengeleise auf der Aussenseite des Bogens

liegt (Fig. 76), so wird in das gekrümmte Hauptgeleise eine, in entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweiche eingeschaltet, dessen charakteristische Dimensionen,  $a_1, b_1, a_2, b_2, \alpha$  und  $\xi$  auf Grund des §. 9, hingegen die Dimensionen der behufs Einschaltung nöthigen Geleiseverschiebung und namentlich auch die Grösse der Verschiebung ( $s$ ) auf Grund des §. 12 vorerst bestimmt werden müssen.

Die Grösse der entstehenden Winkel ist theils in Fig. 76, theils in der verzerrt gezeichneten Fig. 77 eingetragen worden.

Fig. 77.



Die Dimension  $P_1P_2$  wurde der Einfachheit halber mit  $d$  bezeichnet; da:

$$d = a_1 - a_2$$

ist, kann  $d$  ebenfalls unter die bekannten Dimensionen gereiht werden.

Durch Projection des in sich geschlossenen Linienzuges  $ODABCP_2P_1O$  auf zwei, zu einander normale Richtungen erhalten wir zwischen den, ausserdem noch vorkommenden Elementen:  $f, q, q$  und  $\delta$  blos zwei Bedingungsgleichungen; es können demnach zwei derselben beliebig angenommen werden, die anderen beiden sind sodann aus den Gleichungen zu berechnen.

Gewöhnlich ist für den Weichenmittelpunkt  $P_1$  im gekrümmten Hauptgeleise ein bestimmter Ort vorgeschrieben. Aus der Bogenlänge  $DP_1$  kann in

diesem Falle der entsprechende Centriwinkel  $\psi$  bestimmt werden; denn es ist:

$$\text{arc } \psi = \frac{\widehat{DP_1}}{R} \dots \dots \dots (14)$$

Hiedurch ist auch  $\delta$  gegeben, denn wie aus Fig. 76 ersichtlich, folgt für denselben der Werth:

$$\delta = \psi + \alpha - \frac{\xi}{2} \dots \dots \dots (15)$$

Wenn ausserdem noch der Radius  $\rho$  des Verbindungsgeleises — mit minimalem Werthe — angenommen wird, bleiben als unbekannt Dimensionen nur noch  $f$  und  $q$ .

Um dieselben zu bestimmen, projiciren wir den eben erwähnten, in sich geschlossenen Linienzug auf die Axe  $ZZ$  (Fig. 76) und auf die zu dieser normalen Richtung. Wir gelangen dadurch zu folgenden Gleichungen:

$$(R + p) \cos \delta + q \sin \delta + \rho (1 - \cos \delta) - d \sin (\alpha - \xi) - (R - s) \cos \left( \alpha - \frac{\xi}{2} \right) = 0$$

$$(R + p) \sin \delta - q \cos \delta - \varrho \sin \delta - (f + b_2) + d \cos (\alpha - \xi) - (R - s) \sin \left( \alpha - \frac{\xi}{2} \right) = 0$$

Wenn wir hierin, der Kürze halber, mit  $A$  beziehungsweise  $B$  folgende aus den gegebenen Dimensionen im Voraus berechenbare Werthe bezeichnen:

$$\left. \begin{aligned} A &= (R - s) \cos \left( \alpha - \frac{\xi}{2} \right) + d \sin (\alpha - \xi) - \varrho \\ B &= (R - s) \sin \left( \alpha - \frac{\xi}{2} \right) - d \cos (\alpha - \xi) + b_2 \end{aligned} \right\} (16)$$

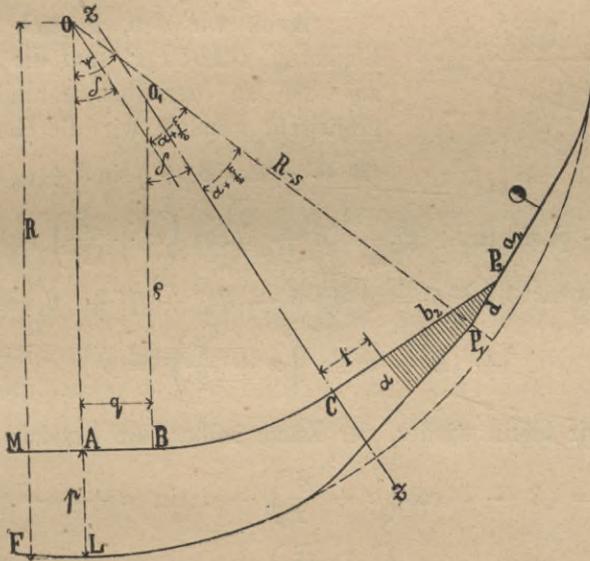
gehen obige Gleichungen, gehörig gekürzt, in:

$$(R + p - \varrho) \cos \delta + q \sin \delta = A \quad . . . (17)$$

$$(R + p - \varrho) \sin \delta - q \cos \delta = B + f \quad . . . (18)$$

über.

Fig. 78.



In der (17) Gleichung kommt als unbekanntes bloß  $q$  vor; es ist also:

$$q = \frac{A - (R + p - \varrho) \cos \delta}{\sin \delta} \quad . . . (19)$$

Falls sich hieraus für  $q$  ein negativer Werth ergäbe, wäre die Bedeutung desselben, dass der Punkt  $B$  auf die entgegengesetzte Seite des Punktes  $A$  zu liegen kommt. Ferner ist aus der (18) Gleichung:

$$f = (R + p - \varrho) \sin \delta - q \cos \delta - B \quad . . . (20)$$

Falls sich aus dieser Formel für  $f$  ein negativer Werth ergäbe, wäre bei Annahme von  $P_1$  als Weichenmittelpunkt eine Lösung der Aufgabe nicht

möglich; es müsste also, wie leicht zu ersehen,  $P_1$  näher zum Punkte  $D$  angeordnet werden, damit eine befriedigende Lösung überhaupt ermöglicht werde.

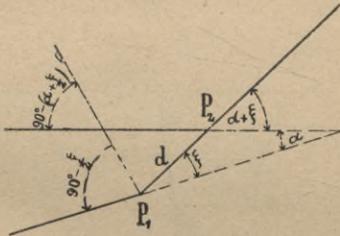
Die Aussteckung dieser Geleisverbindung ist sehr einfach. Die Punkte  $P_1$  und  $A$  sind nämlich schon bestimmt, und der Punkt  $B$  kann durch Abmessen der Länge  $q$ , der Winkelpunkt  $S$  durch Abmessen der Tangentlänge:

$$\overline{BS} = q \operatorname{tang} \frac{\delta}{2}$$

ausgesteckt werden.

2. Wenn das gerade Nebengeleise auf der Innenseite des Bogens liegt, muss in das Hauptgeleise eine, in gleichem Sinne gekrümmte Curvenweiche eingeschaltet werden. Die hiebei entstehenden Winkel sind theils in Fig. 78, theils in der, verzerrt gezeichneten Fig. 79 eingetragen.

Fig. 79.



Wenn wir den, in sich geschlossenen Linienzug  $OABCP_2P_1$  auf die Axe  $ZZ$ , und auf die zu derselben normalen Richtung projiciren, erhalten wir die Gleichungen:

$$(R - p) \cos \delta + q \sin \delta + q(1 - \cos \delta) +$$

$$+ d \sin (\alpha + \xi) - (R - s) \cos \left( \alpha + \frac{\xi}{2} \right) = 0$$

$$(R - p) \sin \delta - q \cos \delta - q \sin \delta - (b_2 + f) + d \cos (\alpha + \xi) +$$

$$+ (R - s) \sin \left( \alpha + \frac{\xi}{2} \right) = 0$$

Wenn wir hierin wieder, der Kürze halber, die Bezeichnungen:

$$\left. \begin{aligned} A &= (R - s) \cos \left( \alpha + \frac{\xi}{2} \right) - d \sin (\alpha + \xi) - q \\ B &= (R - s) \sin \left( \alpha + \frac{\xi}{2} \right) + d \cos (\alpha + \xi) - b_2 \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

einführen, gehen jene Gleichungen in:

$$(R - q - p) \cos \delta + q \sin \delta = A \quad \dots \quad (22)$$

$$(R - q - p) \sin \delta - q \cos \delta = f - B \quad \dots \quad (23)$$

über.

Auch hier, wie im vorigen Falle, wird die Lage des Punktes  $P_1$  im vorhinein angenommen, wodurch der Werth der Winkel:

$$\psi = \frac{\widehat{LP_1}}{R} \dots \dots \dots (24)$$

und also auch:

$$\delta = \varphi - \left( \alpha + \frac{\xi}{2} \right) \dots \dots \dots (25)$$

festgesetzt ist.

Wenn ausserdem noch  $q$  angenommen wird, ist aus der (22) Gleichung:

$$q = \frac{A - (R - q - p) \cos \delta}{\sin \delta} \dots \dots \dots (26)$$

wobei ein eventuell sich ergebendes negatives Vorzeichen wieder darauf deutet, dass  $B$  auf die entgegengesetzte Seite von  $A$  zu liegen kommt. Mit diesem Werthe von  $q$  ist aus der (23) Gleichung:

$$f = B + (R - q - p) \sin \delta - q \cos \delta \dots \dots (27)$$

Falls sich aus dieser Formel für  $f$  ein negativer Werth ergäbe, würde das ebenso, wie im vorigen Falle, ein Zeichen sein, dass, um überhaupt eine Lösung zu ermöglichen, der Weichenmittelpunkt  $P_1$  anderswo angenommen werden müsste.

Die einfache Aussteckungsweise dieser Geleisverbindung ergibt sich aus unseren vorhergegangenen Ausführungen von selbst.

Zu erwähnen ist noch, dass in beiden Fällen, welche soeben abgehandelt wurden, auch  $f$  und  $q$  angenommen werden können, so dass dann  $q$  und  $\delta$  zu berechnen sind.

In diesem Falle wäre es am einfachsten, die betreffenden Linienzüge auf die Richtung von  $q$  und auf eine, zu dieser normal gelegten Axe zu projectiren, da auf solche Weise in der letzteren Projectionsgleichung als Unbekannte nur der Winkel  $\delta$  enthalten wäre, welcher durch Einführung eines Hilfswinkels leicht bestimmt werden könnte. Aus der anderen Projectionsgleichung wäre sodann  $q$  zu berechnen. Aus den Gleichungen (17), (18), beziehungsweise (22), (23) können die beiden Unbekannten:  $q$  und  $\delta$  natürlich auch bestimmt werden; doch erhalten wir auf diese Weise über das Vorzeichen von  $q$  keinerlei Aufklärung.

Wenn nämlich die (17) und (18) Gleichungen quadriert und addirt werden, gelangen wir wegen:

$$\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi = 1$$

zur Gleichung:

$$(R + p - q)^2 + q^2 = A^2 + (B + f)^2$$

aus welcher sich die Formel:

$$q = \pm \sqrt{A^2 + (B + f)^2 - (R + p - q)^2}$$

und ebenso aus den (22) und (23) Gleichungen die Formel:

$$q = \pm \sqrt{A^2 + (B - f)^2 - (R + p - q)^2}$$

ergibt.

Falls wir jedoch bezüglich des Vorzeichens von  $q$  schon auf andere Weise, z. B. dadurch, dass wir die Geleisverbindung — in richtigem Mass-

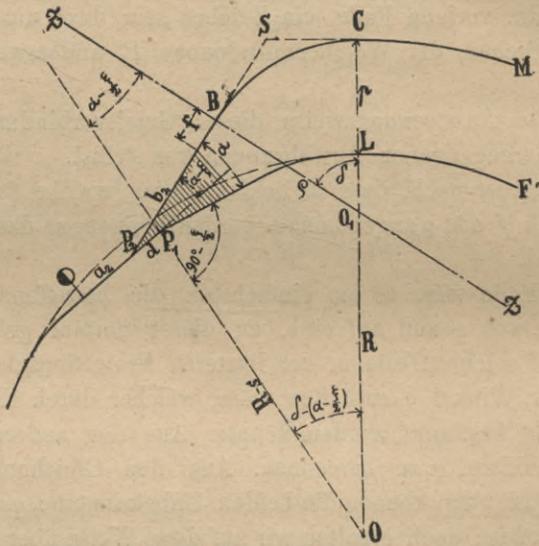
stabe — aufgezeichnet haben, ins Reine gekommen sind, kann  $\delta$  auch aus den (17), (18), beziehungsweise (22), (23) Gleichungen bestimmt werden.

§. 15. Endweichen für gekrümmte Geleise. Für die Praxis sind nur solche Endweichen, welche zur Verbindung concentrischer Geleise dienen, von Wichtigkeit, wesshalb wir uns denn auch nur mit diesen beschäftigen werden.

I. Wenn das innere das Hauptgeleise ist, wird in dasselbe eine, in entgegengesetztem Sinne gekrümmte Curvenweiche eingeschaltet (Fig. 80).

Die Dimensionen der Weiche sind natürlich gegeben; der Radius  $\rho$  ist, mit minimalem Werthe — anzunehmen; bleiben also, als noch zu bestimmende Masse  $f$  und  $\delta$ .

Fig. 80.



Zu diesem Zwecke projiciren wir den in sich geschlossenen Linienzug  $OP_1P_2BCO$  auf die Axe  $ZZ$  und auf die, zu dieser normalen Richtung, wodurch wir zu folgenden Gleichungen gelangen:

$$\left. \begin{aligned} (R + p) \cos \delta + \rho (1 - \cos \delta) - d \sin (\alpha - \xi) - (R - s) \\ \cos \left( \alpha - \frac{\xi}{2} \right) = 0 \\ (R + p) \sin \delta - \rho \sin \delta - (b_2 + f) + d \cos (\alpha - \xi) - \\ - (R - s) \sin \left( \alpha - \frac{\xi}{2} \right) = 0 \end{aligned} \right\}$$

Aus der ersteren dieser Gleichungen ist:

$$\cos \delta = \frac{(R - s) \cos \left( \alpha - \frac{\xi}{2} \right) + d \sin (\alpha - \xi) - \rho}{R + p - \rho} \quad (1)$$

mit diesem Werthe von  $\delta$  ist sodann aus der zweiten Projectionsgleichung:

$$f = (R + p - \varrho) \sin \delta + d \cos (\alpha - \xi) - (R - s \sin \left( \alpha - \frac{\xi}{2} \right) - b_2) \quad (2)$$

Falls sich aus dieser Formel für  $f$  ein negativer Werth ergäbe, würde dies andeuten, dass die Geleiseverbindung nur mit einer Curvenweiche von kleinerem Kreuzungswinkel construirt werden könne.

Behufs Aussteckung dieser Endweiche (Fig. 81) messen wir, entlang dem Hauptgeleise  $F$ , die Länge:

$$h = R \operatorname{arc} \left[ \delta - \left( \alpha - \frac{\xi}{2} \right) \right] \quad (3)$$

von dem, also erhaltenen Punkte  $L$  ausgehend, in der Richtung der Normalen, die Dimension  $p$ , und vom Endpunkte  $C$  ausgehend, die Tangentenlänge:

$$\overline{AC} = \varrho \operatorname{tang} \frac{\delta}{2} \quad (4)$$

ab, wodurch wir den Winkelpunkt  $S$  erhalten.

Fig. 81.

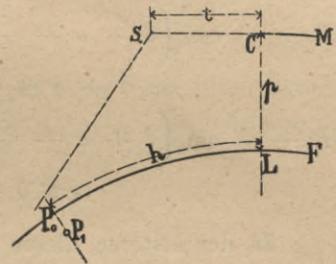
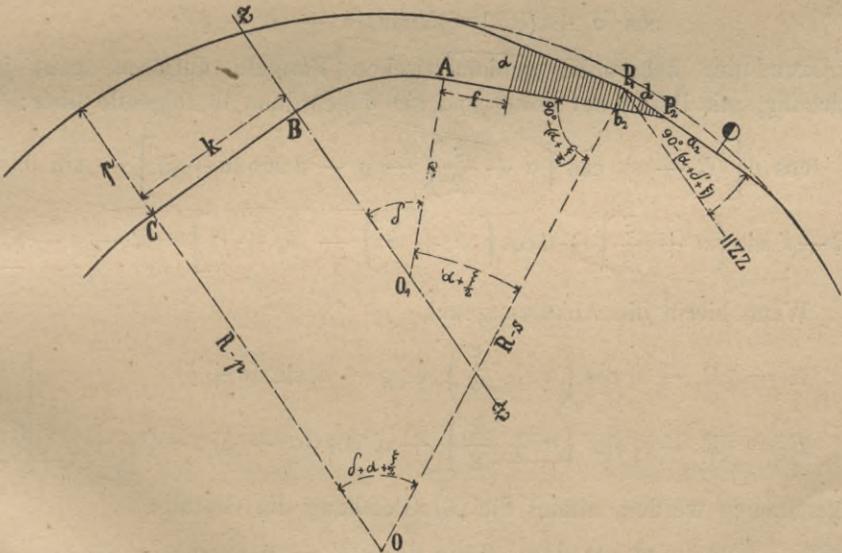


Fig. 82.



II. Wenn das äussere das Hauptgeleise ist, muss in letzteres eine, in gleichem Sinne gekrümmte Curvenweiche eingeschaltet werden (Fig. 82).

Um die Länge der Geleiseverbindung zu verringern, wird das Ausweichgeleise der Weiche mit Einschaltung eines Uebergangsbogens und einer Geraden ( $k$ ) tangential in das Nebengeleise übergeführt.

Ausser  $k$  und  $\delta$  sind sämmtliche Dimensionen der Geleisverbindung entweder von vornherein gegeben, oder, wenn nicht, den mehrmals detailirten Bedingungen gemäss anzunehmen.

Zur Bestimmung jener beiden Unbekannten projiciren den in sich geschlossenen Linienzug  $OP_1P_2ABCO$  auf die, in Fig. 82 eingezeichnete Axe  $ZZ$  und auf die zu derselben normalen Richtung. Wir erhalten dadurch folgende Projectionsgleichungen:

$$\left. \begin{aligned} (R - s) \cos \left( \delta + \alpha + \frac{\xi}{2} \right) - d \sin (\alpha + \delta + \xi) + (b_2 + f) \\ \sin \delta + \varrho (1 - \cos \delta) - (R - p) = 0 \\ (R - s) \sin \left( \delta + \alpha + \frac{\xi}{2} \right) + d \cos (\alpha + \delta + \xi) - (b_2 + f) \\ \cos \delta - \varrho \sin \delta - k = 0 \end{aligned} \right\} (5)$$

In der ersteren dieser Gleichungen kommt als Unbekannte blos  $\delta$  vor, dieselbe kann daher daraus bestimmt werden.

Wenn wir nämlich die, darin vorkommenden Functionen der Winkelsummen:

$$\begin{aligned} \cos \left[ \delta + \left( \alpha + \frac{\xi}{2} \right) \right], \sin \left[ \delta + \left( \alpha + \frac{\xi}{2} \right) \right] \\ \cos [\delta + (\alpha + \xi)], \sin [\delta + (\alpha + \xi)] \end{aligned}$$

auf Grund der bekannten goniometrischen Formeln auflösen, geht jene Gleichung, mit Bezug auf  $\cos \delta$  und  $\sin \delta$  geordnet, in folgende über:

$$\begin{aligned} \cos \delta \left[ (R - s) \cos \left( \alpha + \frac{\xi}{2} \right) - \varrho - d \sin (\alpha + \xi) \right] - \sin \delta \\ \left[ (R - s) \sin \left( \alpha + \frac{\xi}{2} \right) + d \cos (\alpha + \xi) - (b_2 + f) \right] = R - p - \varrho \end{aligned} \quad (6)$$

Wenn hierin die Abkürzungen:

$$\left. \begin{aligned} A &= (R - s) \cos \left( \alpha + \frac{\xi}{2} \right) - \varrho - d \sin (\alpha + \xi) \\ B &= (R - s) \sin \left( \alpha + \frac{\xi}{2} \right) + d \cos (\alpha + \xi) - (b_2 + f) \end{aligned} \right\} (7)$$

vorgenommen werden, nimmt die (6) Gleichung die Gestalt:

$$A \cos \delta - B \sin \delta = R - p - \varrho,$$

oder:

$$\frac{A}{B} \cos \delta - \sin \delta = \frac{R - p - \varrho}{B} \dots \dots \dots (8)$$

an. Wenn nun in dieselbe der Hilfwinkel  $\varphi$ , welcher aus der Formel:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{A}{B} \dots \dots \dots (9)$$

zu berechnen ist, eingeführt, und dieselbe sodann mit  $\cos \varphi$  multiplicirt wird, erhalten wir die Formel:

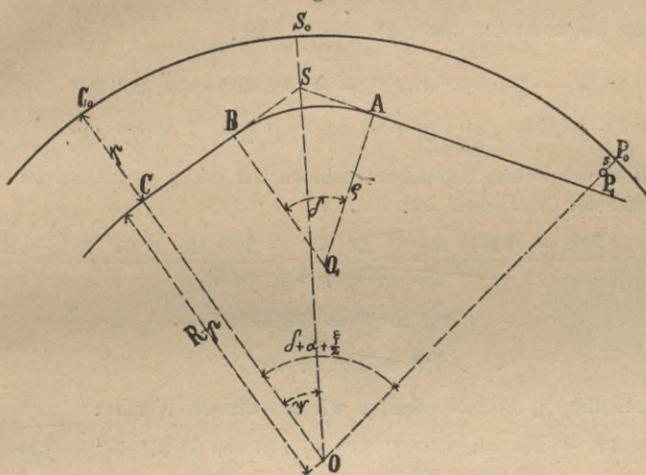
$$\sin (\varphi - \delta) = \frac{R - p - q}{B} \cos \varphi \quad \dots \quad (10)$$

aus welcher  $\varphi - \delta$ , also auch  $\delta$  berechnet werden kann. Mit diesem Werthe ist sodann aus der Formel:

$$k = (R - s) \sin \left( \delta + \alpha + \frac{\xi}{2} \right) + d \cos \left( \delta + \alpha + \xi \right) - (b_2 + f) \cos \delta - q \sin \delta \quad \dots \quad (11)$$

welche sich aus der obigen, zweiten Projectionsgleichung unmittelbar ergibt, auch die Länge der tangential einzuschaltenden Geraden  $k$  zu bestimmen.

Fig. 83.



Bei Aussteckung der Geleisverbindung (Fig. 83) erhalten wir den Punkt  $C$ , wenn wir entlang dem Hauptgeleise, die Länge:

$$\widehat{P_0 C_0} = R \operatorname{arc} \left( \delta + \alpha + \frac{\xi}{2} \right) \quad \dots \quad (12)$$

und in der Richtung der Normalen die Dimension  $\overline{C_0 C} = p$  abmessen.

Die Lage des Winkelpunktes  $S$  hinwieder ist durch die Coordinaten:

$$\left. \begin{aligned} \widehat{C_0 S_0} &= R \operatorname{arc} \psi \\ \overline{S S_0} &= R - \frac{R - p}{\cos \psi} \end{aligned} \right\} \quad \dots \quad (13)$$

gegeben, worin:

$$\operatorname{tang} \psi = \frac{CS}{OC} = \frac{k + q \operatorname{tang} \frac{\delta}{2}}{R - p} \quad \dots \quad (14)$$

ist.

Beispiel. Zwei concentrisch gekrümmte Geleise sind durch eine Endweiche zu verbinden. Der Radius des inneren Geleises ist 500 m. Die Entfernung der Geleiseaxen von einander 4·8 m.; es sollen die in den Beispielen des §. 11 berechneten Curvenweichen verwendet werden.

1. Es möge als Hauptgeleise das innere dienen.

Bei der im 1. Beispiele des §. 11 berechneten Curvenweiche (s. auch Fig. 49) ist:

$$a_1 = 11\cdot32, a_2 = 7\cdot66,$$

also:

$$d = a_1 - a_2 = 3\cdot66 \text{ m.},$$

ferner:

$$b_2 = 18\cdot82,$$

$$n = 0\cdot09, \text{ also: } \alpha = 5^\circ 9' 12''$$

und:

$$\xi = 1^\circ 31' 33'',$$

endlich (s. das 1. Beispiel des §. 12):

$$s = 0\cdot224 \text{ m.}$$

Mit diesen Daten ist für den vorliegenden Fall:

$$\alpha - \frac{\xi}{2} = 5^\circ 9' 12'' - 0^\circ 45' 42'' = 4^\circ 23' 30''$$

$$\alpha - \xi = 5^\circ 9' 12'' - 1^\circ 31' 23'' = 3^\circ 37' 49''.$$

Den Radius des Uebergangsbogens nehmen wir mit  $\rho = 250$  m. an.

Auf Grund der (1) Formel ist:

$$\cos \delta = \frac{(500 - 0\cdot224) \cos 4^\circ 23' 30'' + 3\cdot66 \sin 3^\circ 37' 49'' - 250}{500 + 4\cdot8 - 250}$$

d. h.

$$\log \cos \delta = 9\cdot9891982$$

und

$$\delta = 12^\circ 43' 33''.$$

Auf Grund der (2) Formel erhalten wir mit diesem Werthe:

$$f = (500 + 4\cdot8 - 250) \sin 12^\circ 43' 33'' + 3\cdot66 \cos 3^\circ 37' 49'' - (500 - 0\cdot224) \sin 4^\circ 23' 30'' - 18\cdot82 = 2\cdot69 \text{ m.}$$

Die zur Aussteckung erforderlichen Dimensionen sind: auf Grund der (3) Formel:

$$h = 500 \operatorname{arc} (12^\circ 43' 33'' - 4^\circ 23' 30'') = 72\cdot73 \text{ m.}$$

und auf Grund der (4) Formel:

$$t = 250 \operatorname{tang} 6^\circ 21' 47'' = 27\cdot88 \text{ m.}$$

2. Es möge als Hauptgeleise das äussere dienen.

Bei der im 2. Beispiele des §. 11 berechneten Curvenweiche (s. auch Fig. 50) ist:

$$a_1 = 18\cdot16; a_2 = 14\cdot94$$

also:

$$d = a_1 - a_2 = 3\cdot22 \text{ m.},$$

ferner:

$$b_2 = 18\cdot35$$

$$n = 0\cdot08, \text{ also: } \alpha = 4^\circ 34' 53'' \text{ und } \xi = 2^\circ 15' 44'',$$

endlich (s. das 2. Beispiel des §. 12):

$$s = 0\cdot062 \text{ m.}$$

Den Radius des Uebergangsbogens nehmen wir wieder mit  $\rho = 250$  m., ferner:  
 $f = 1\cdot0$  m. an.

Mit diesen Daten ist für den vorliegenden Fall:

$$\alpha + \frac{\xi}{2} = 4^{\circ} 34' 53'' + 1^{\circ} 7' 52'' = 5^{\circ} 42' 45''$$

$$\alpha + \xi = 4^{\circ} 34' 54'' + 2^{\circ} 15' 44'' = 6^{\circ} 50' 37''$$

und  $R = 504.8$  m.

Auf Grund der (9) Formel ist:

$$\text{tang } \varphi = \frac{251.848}{34.087}, \quad \log \text{ tang } \varphi = 10.8685497$$

also:

$$\varphi = 82^{\circ} 17' 31'',$$

aus der (10) Formel erhalten wir:

$$\sin(\varphi - \delta) = \frac{504.8 - 4.8 - 250}{34.087} \cos 82^{\circ} 17' 31''$$

woraus:

$$\log \sin(\varphi - \delta) = 9.9928626,$$

und

$$\varphi - \delta = 79^{\circ} 38' 27'',$$

$$\delta = 82^{\circ} 17' 31'' - 79^{\circ} 38' 27'' = 2^{\circ} 39' 4''.$$

Auf Grund der (11) Formel ist ferner:

$$k = (504.8 - 0.062) \sin(2^{\circ} 39' 4'' + 5^{\circ} 42' 45'') + 3.22 \cos(2^{\circ} 39' 4'' + 6^{\circ} 50' 37'') - (18.35 + 1.0) \cos 2^{\circ} 39' 4'' - 250 \sin 2^{\circ} 39' 4'' = 45.70 \text{ m.}$$

Fig. 84.

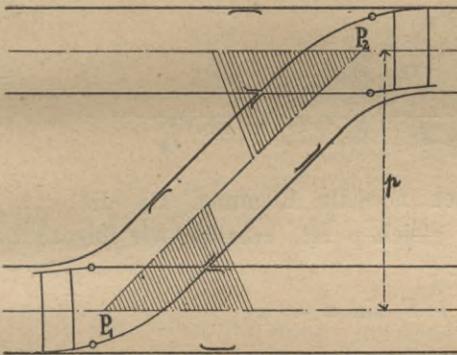
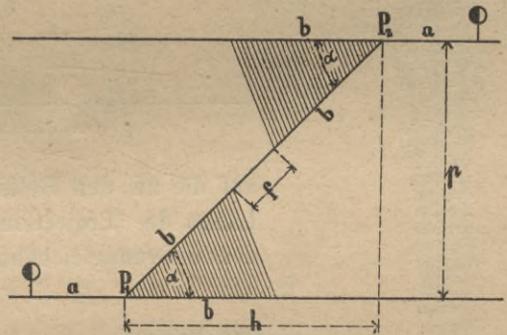


Fig. 85.



Die zur Aussteckung erforderlichen Dimensionen sind: auf Grund der (12) Formel:

$$\widehat{P_o C_o} = 504.8 \text{ arc}(2^{\circ} 39' 4'' + 5^{\circ} 42' 45'') = 73.69 \text{ m.},$$

ferner, aus der (14) Formel:

$$\text{tang } \psi = \frac{45.70 + 250 \text{ tang } 1^{\circ} 19' 32''}{504.8 - 4.8}$$

also:

$$\log \text{ tang } \psi = 9.0127065$$

und

$$\psi = 5^{\circ} 52' 44'';$$

daher, aus den (13) Formeln:

$$\widehat{C_o S_o} = 504.8 \text{ arc } 5^{\circ} 52' 44'' = 51.80 \text{ m.}$$

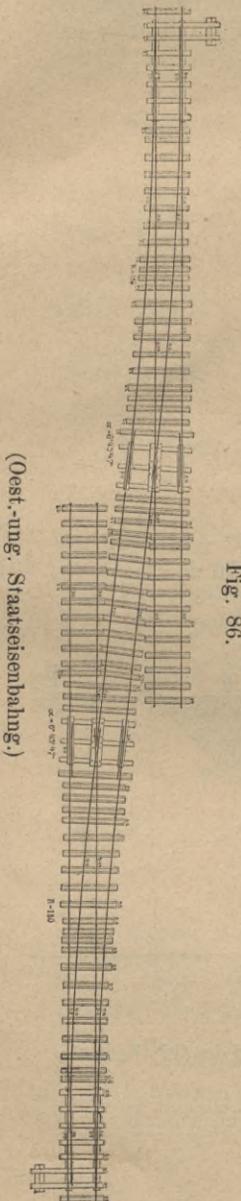
$$\overline{S S_o} = 504.8 - \frac{500}{\cos 5^{\circ} 52' 44''} = 2.172 \text{ m.}$$

§. 16. Zwischenweichen für gerade Geleise. Unter Zwischenweichen verstehen wir solche Geleisverbindungen, in welchen jedes der in die Verbindung miteinbezogenen Geleise, über den Ort, wo die Verbindung stattfindet, hinausreicht.

I. Zwischenweichen für parallele Geleise.

1. Wenn die Entfernung der beiden Geleise von einander keine grosse ist, wird die Verbindung durch ein gerades Geleise bewerkstelligt, welches die Fortsetzung der in den Weichen, beim Herzstücke eingeschalteten Geraden bildet (Fig. 84 und 85).

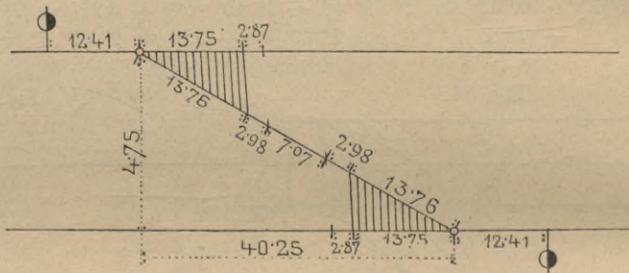
In der ganzen Geleisanlage kommt nur eine unbekannt Dimension, die Länge  $f$  der zwischen den beiden Weichen befindlichen Geraden vor. Um dieselbe zu bestimmen, projiciren wir die Linie  $P_1 P_2$



(Oest.-ung. Staatsseisenbahn.)

Fig. 86.

Fig. 87



auf die zu den Geleisen normale Richtung. Da die Länge der Projection gleich  $p$  ist, erhalten wir folgende Grundgleichung:

$$(b + f + b) \sin \alpha = p$$

aus welcher

$$f = \frac{p}{\sin \alpha} - 2b \dots \dots \dots (1)$$

ist.

Behufs Aussteckung einer solchen Zwischenweiche benöthigen wir die Entfernung der Weichenmittelpunkte von einander ( $h$ ), in der Richtung der zu verbindenden parallelen Geleise gemessen. Wir erhalten

diese Dimension unmittelbar, wenn wir die Linie  $P_1 P_2$  auf die Richtung der zu verbindenden Geleise projiciren; es ist nämlich:

$$h = (2b + f) \cos \alpha \dots \dots \dots (2)$$

In Fig. 86 theilen wir als Beispiel den Grundriss, in Fig. 87 die dazugehörige schematische Darstellung einer solchen Zwischenweiche mit.

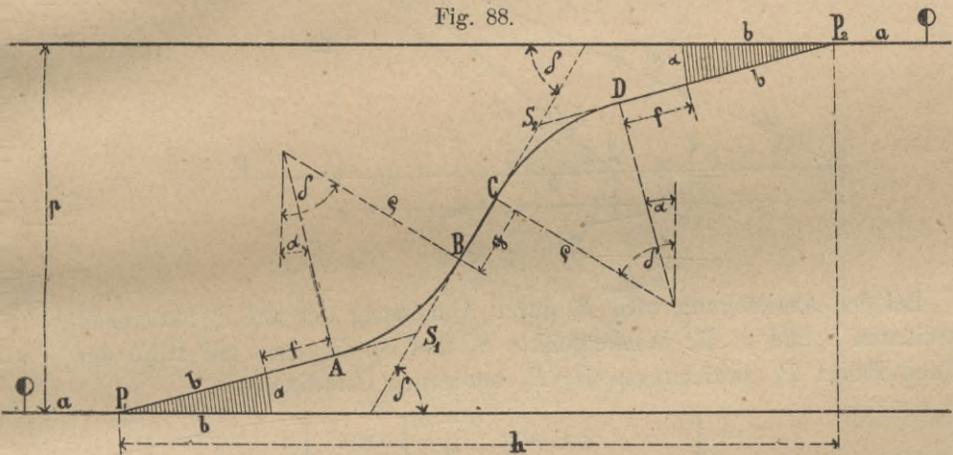
2. Wenn die Entfernung zwischen den beiden Geleisen eine bedeutendere ist, wird, um die Länge der ganzen Anlage zu verringern, die Verbindung zweckmässigerweise durch eine stärker geneigte Gerade, welche in die Richtung der, bei den Herzstücken eingeschalteten Geraden mittelst Contracurven übergeführt wird, bewerkstelligt (Fig. 88).

Die Projection des Linienzuges  $P_1 A B C D P_2$  ist nur auf die zu den beiden Geleisen normalen Richtung von im vorhinein bekannter Grösse ( $p$ ); es besteht demnach nur eine Bedingungsgleichung, nämlich:

$$p = (b + f) \sin \alpha + q (\cos \alpha - \cos \delta) + g \sin \delta + q (\cos \alpha - \cos \delta) + (f + b) \sin \alpha \dots \dots \dots (3)$$

so dass also die, in der Geleiserverbindung vorkommenden Dimensionen mit Ausnahme einer eizigen, welche eben aus dieser (3) Gleichung zu bestimmen sein wird, sämmtlich angenommen werden können.

Fig. 88.



Damit die Geleiserverbindung möglichst wenig Raum beanspruche, wird gewöhnlich  $f$ ,  $g$  und  $q$  — letzteres natürlich mit minimalem Werthe — angenommen, und der Winkel  $\delta$  sodann aus der (3) Gleichung berechnet.

Dieselbe geht nämlich mit Bezug auf  $\delta$  geordnet in:

$$2 q \cos \delta - g \sin \delta = 2 q \cos \alpha + 2 (b + f) \sin \alpha - p$$

oder, wenn als Abkürzung:

$$A = 2 q \cos \alpha + 2 (b + f) \sin \alpha - p \dots \dots (4)$$

gesetzt wird, in:

$$2 q \cos \delta - g \sin \delta = A \dots \dots \dots (5)$$

über. Wenn hierin der Hilfwinkel  $\varphi$ , welcher aus der Formel:

$$\text{tang } \varphi = \frac{2 q}{g} \dots \dots \dots (6)$$

zu bestimmen ist, eingeführt wird, erhalten wir, auf bekannte Weise, die Formel:

$$\sin (\varphi - \delta) = \frac{A}{g} \cos \varphi \dots \dots \dots (7)$$



Aus dem Dreiecke  $P_1 P_2 Q$  ist übrigens:

$$\alpha = \alpha' + \beta$$

daher:

$$\alpha' = \alpha - \beta \dots \dots \dots (10)$$

welche Formel zur Bestimmung des Kreuzungswinkels der anzuwendenden abnormalen Weiche dient.

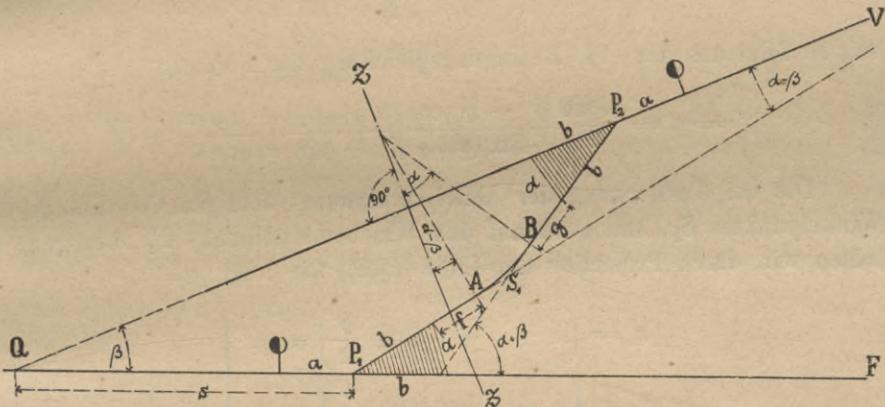
Um die Länge der zwischen die beiden Weichen einzuschaltenden Geraden zu bestimmen, projiciren wir den, in sich geschlossenen Linienzug  $P_1 P_2 Q$  auf die, zu  $QP_2$  normale Axe  $ZZ$ , da aus der betreffenden Projectionsgleichung hiedurch die unbekannte Seite  $QP_2$  entfällt. Wir erhalten also die Gleichung:

$$s \sin \beta - (b + f + b') \sin \alpha' = 0$$

beziehungsweise die Formel:

$$f = s \frac{\sin \beta}{\sin \alpha'} - (b + b') \dots \dots \dots (11)$$

Fig. 90.



Behufs Aussteckung des Punktes  $P_2$  sind dessen Coordinaten auf  $P_1$  bezogen (Fig. 89):

$$\left. \begin{aligned} x_2 &= (b + f + b') \cos \alpha \\ y_2 &= (b + f + b') \sin \alpha \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (12)$$

Falls wir zu irgend einem Zwecke noch die Dimension  $QP_2$  benötigen, wäre dieselbe durch Projection der Linie  $QP_1 P_2$  auf die Richtung des Geleises  $V$  leicht zu bestimmen; es ist nämlich:

$$\overline{QP_2} = s \cos \beta + (b + f + b') \cos \alpha' \dots \dots (13)$$

Die Anwendung abnormaler Weichen ist jedoch, wenn irgend möglich, zu vermeiden, da deren Herzstücke von Fall zu Fall verfertigt werden müssen, was sowohl beim Bau, als auch bei der Erhaltung grössere Kosten und Unannehmlichkeiten verursacht.

Es ist darum beiweitem zweckmässiger Zwischenweichen für zu einander geneigte Geleise statt nach Anordnung der Fig. 89 nach derjenigen der Fig. 90 zu construiren.

In diesem Falle können nämlich in beiden Geleisen normale, d. h. mit dem gleichen Kreuzungswinkel  $\alpha$  construirte Weichen verwendet werden.

Durch Projection des Linienzuges  $QP_1ABP_2Q$  auf die Axe  $ZZ$  erhalten wir die Bedingungsgleichung:

$$s \sin \beta - (b + f) \sin (\alpha - \beta) - q [\cos (\alpha - \beta) - \cos \alpha] - (g + b) \sin \alpha = 0 \dots \dots \dots (14)$$

aus welcher eine Dimension des Verbindungsgeleises bestimmt werden kann, falls die übrigen — angemessen— angenommen wurden. Gewöhnlich werden  $f$  und  $q$  gewählt, so dass die (14) Gleichung in die Formel:

$$g = \frac{s \sin \beta - (b + f) \sin (\alpha - \beta) - q [\cos (\alpha - \beta) - \cos \alpha]}{\sin \alpha} - b \quad (15)$$

übergeht.

Wenn es wünschenswerth erscheinen sollte, dass

$$f = g$$

sei, so folgt aus der (14) Bedingungsgleichung die Formel:

$$f = g = \frac{s \sin \beta - q [\cos (\alpha - \beta) - \cos \alpha]}{\sin (\alpha - \beta) + \sin \alpha} - b \quad (16)$$

Die bei Aussteckung der Geleisverbindung nöthigen Coordinaten des Winkelpunktes  $S_1$ , und zwar auf den Weichenmittelpunkt  $P_1$  bezogen, erhalten wir, durch Projection der Linie  $P_1S_1$ , wie folgt:

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= \left( b + f + q \tan \frac{\beta}{2} \right) \cos \alpha \\ y_1 &= \left( b + f + q \tan \frac{\beta}{2} \right) \sin \alpha \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (17)$$

ferner diejenigen von  $P_2$  auf denselben Anfangspunkt bezogen:

$$\left. \begin{aligned} x_2 &= x_1 + \left( q \tan \frac{\beta}{2} + g + b \right) \cos (\alpha + \beta) \\ y_2 &= y_1 + \left( q \tan \frac{\beta}{2} + g + b \right) \sin (\alpha + \beta) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (18)$$

Für den Fall, dass auch die Länge  $QP_2$  benöthigt werden sollte, müsste der Linienzug  $QP_1ABP_2$  auf die Richtung des Geleises  $V$  projectirt werden, wodurch wir folgende Projectionsgleichung erhielten:

$$\overline{QP_2} = s \cos \beta + (b + f) \cos (\alpha - \beta) + q [\sin \alpha - \sin (\alpha - \beta)] + (g + b) \cos \alpha \dots \dots \dots (19)$$

2. Wenn die Entfernung zwischen den zu verbindenden Geleisen eine bedeutendere ist, müssen, um die Länge der ganzen Anlage zu verringern, in das Verbindungsgeleise Contracurven eingeschaltet werden (Fig. 91).

Wenn wir den, in sich geschlossenen Linienzug  $QP_1 ABCDP_2 Q$  auf die Axe  $ZZ$  projectiren, erhalten wir die Bedingungsgleichung:

$$s \sin \beta - (b + f) \sin (\alpha - \beta) - q [\cos (\alpha - \beta) - \cos \delta] - g \sin \delta - q [\cos \alpha - \cos \delta] - (f + b) \sin \alpha = 0 \quad (20)$$

Gewöhnlich werden auch in diesem Falle die Dimensionen  $f, g$  und  $q$  — mit minimalem Werthe — angenommen, und der dazugehörige Neigungswinkel  $\delta$  aus obiger Gleichung berechnet.

Dieselbe geht nämlich, mit Bezug auf  $\delta$  geordnet, in:

$$2q \cos \delta - g \sin \delta = q [\cos (\alpha - \beta) + \cos \alpha] + (b + f) [\sin (\alpha - \beta) + \sin \alpha] - s \sin \beta,$$

oder wenn als Abkürzung:

$$q [\cos (\alpha - \beta) + \cos \alpha] + (b + f) [\sin (\alpha - \beta) + \sin \alpha] - s \sin \beta = A \quad (21)$$

gesetzt wird, in:

$$2q \cos \delta - g \sin \delta = A \quad (22)$$

über. Wir führen nun, wie schon mehrmals in ähnlichen Fällen, den Hilfswinkel  $\varphi$ , welchen wir aus der Formel:

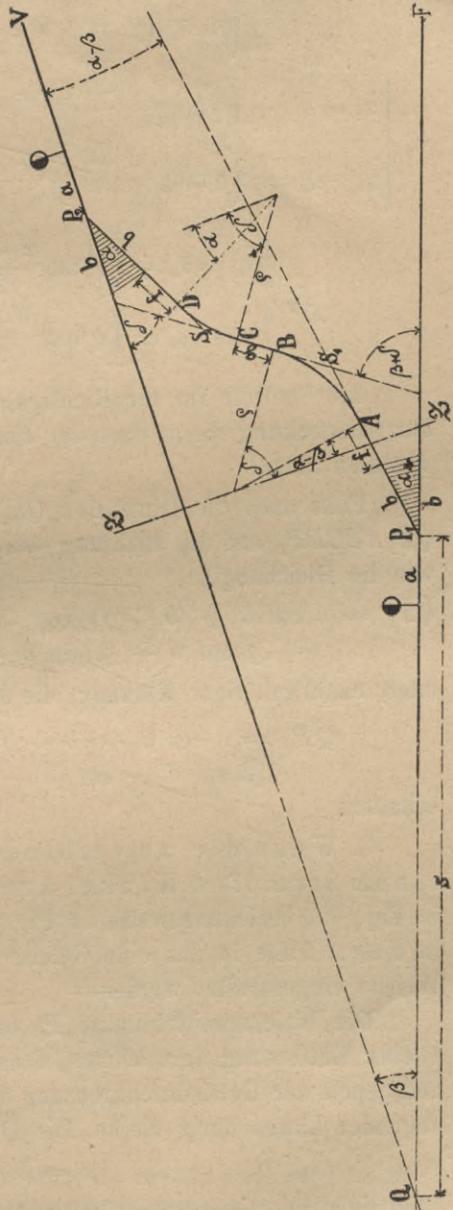
$$\text{tang } \varphi = \frac{2q}{g} \quad (23)$$

berechnen, ein, und erhalten auf die, schon öfters detaillirte Weise, die Formel:

$$\sin (\varphi - \delta) = \frac{A}{g} \cos \varphi \quad (24)$$

aus welcher  $\varphi - \delta$ , also auch  $\varphi$  berechnet werden kann.

Fig. 91.



Die bei Aussteckung der Geleisverbindung nöthigen Coordinaten der charakteristischen Punkte, auf  $P_1$  als Anfangspunkt, und  $F$  als Abscissenaxe bezogen, erhalten wir, durch Projection, wie folgt:

$$S_1 \left\{ \begin{array}{l} x_1 = \left( b + f + \varrho \operatorname{tang} \frac{\delta - \alpha + \beta}{2} \right) \cos \alpha \\ y_1 = \left( b + f + \varrho \operatorname{tang} \frac{\delta - \alpha + \beta}{2} \right) \sin \alpha \end{array} \right\} \quad (25)$$

$$S_2 \left\{ \begin{array}{l} x_2 = x_1 + \left( \varrho \operatorname{tang} \frac{\delta - \alpha + \beta}{2} + g + \varrho \operatorname{tang} \frac{\delta - \alpha}{2} \right) \cos (\beta + \delta) \\ y_2 = y_1 + \left( \varrho \operatorname{tang} \frac{\delta - \alpha + \beta}{2} + g + \varrho \operatorname{tang} \frac{\delta - \alpha}{2} \right) \sin (\beta + \delta) \end{array} \right\} \quad (26)$$

$$P_2 \left\{ \begin{array}{l} x_3 = x_2 + \left( \varrho \operatorname{tang} \frac{\delta - \alpha}{2} + f + b \right) \cos (\alpha + \beta) \\ y_3 = y_2 + \left( \varrho \operatorname{tang} \frac{\delta - \alpha}{2} + f + b \right) \sin (\alpha + \beta) \end{array} \right\} \quad (27)$$

Als Controle für die Richtigkeit der Rechnung und die Genauigkeit der Aussteckung dient, dass der Punkt  $P_2$  in die Mittellinie des Geleises  $V$  fallen muss.

Falls auch die Dimension  $QP_2$  benöthigt würde, müsste der Linienzug  $QP_1ABCDP_2$  auf die Richtung des Geleises  $V$  projectirt werden, wodurch wir die Gleichung:

$$\overline{QP_2} = s \cos \beta + (b + f) \cos (\alpha - \beta) + \varrho [\sin \delta - \sin (\alpha - \beta)] + \\ + g \cos \delta + \varrho (\sin \delta - \sin \alpha) + (b + f) \cos \alpha$$

oder, nach gehöriger Kürzung, die Formel:

$$\overline{QP_2} = s \cos \beta + (b + f) [\cos (\alpha - \beta) + \cos \alpha] + \varrho \\ [2 \sin \delta - \sin (\alpha - \beta) - \sin \alpha] + g \cos \delta \quad (28)$$

erhalten.

3. Wenn die zu verbindenden Geleise einander unter einem stumpfen Winkel kreuzen, so wäre die Zwischenweiche wie in Fig. 92, beziehungsweise in Fig. 93 anzuordnen. Wie zu ersehen, muss in diesem Falle in das eine Geleise eine linke, in das andere eine rechte Weiche eingeschaltet werden.

Die Weichenmittelpunkte  $P_1$  und  $P_2$  sind von der Geleiskreuzung in solcher Entfernung anzunehmen, dass zwischen den Herzstücken der Weichen und jenen der Geleisdurchkreuzung noch Raum für Schienenstücke von genügender Länge übrig bleibe. Die Dimension:

$$s = b + g + u \quad (29)$$

kann demnach als gegeben betrachtet werden.

Wenn der Radius  $\varrho$  des Verbindungsgeleises — mit minimalem Werthe — angenommen wird, bleiben als unbekannt Dimensionen noch  $f$  und  $d$ ,

welche durch Projection des in sich geschlossenen Linienzuges  $P_1 A B K P_1$  auf die Axe  $ZZ$  und auf die zu derselben normalen Richtung berechnet werden können.

Fig. 92.

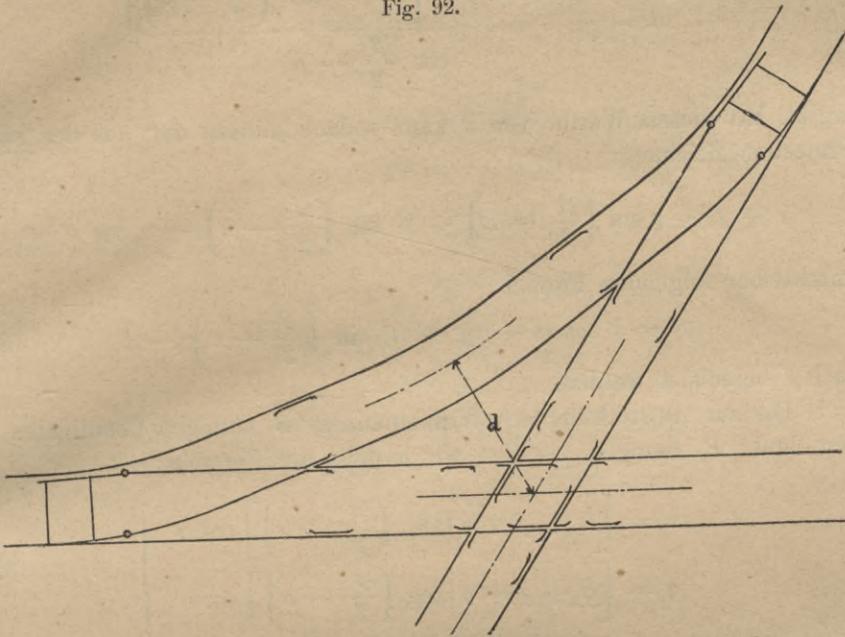
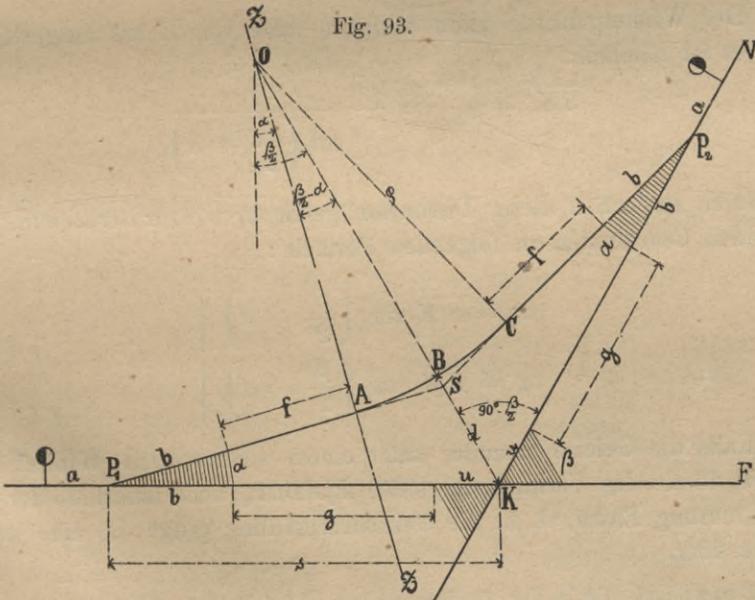


Fig. 93.



Wir erhalten nämlich in ersterem Falle, da die Axe  $ZZ$  zur Dimension  $f$  normal ist, und letztere in Folge dessen aus der Projectionsgleichung entfällt:

$$e \left[ 1 - \cos \left( \frac{\beta}{2} - \alpha \right) \right] - d \cos \left( \frac{\beta}{2} - \alpha \right) + s \sin \alpha = 0$$

woraus sich die Formel:

$$d = \frac{s \sin \alpha + q \left[ 1 - \cos \left( \frac{\beta}{2} - \alpha \right) \right]}{\cos \frac{\beta}{2} - \alpha} \quad \dots \quad (30)$$

ergibt. Mit diesem Werthe von  $d$  kann sodann, mittelst der, aus der zweiten Projectionsgleichung:

$$(b + f) + q \sin \left( \frac{\beta}{2} - \alpha \right) + d \sin \left( \frac{\beta}{2} - \alpha \right) - s \cos \alpha = 0$$

unmittelbar folgenden Formel:

$$f = s \cos \alpha - (q + d) \sin \left( \frac{\beta}{2} - \alpha \right) - b \quad \dots \quad (31)$$

auch  $f$  berechnet werden.

Die zur Aussteckung des Winkelpunktes  $S$  nöthigen Coordinaten, auf den Punkt  $P_1$  bezogen, erhalten wir mittelst der Formeln:

$$\left. \begin{aligned} x &= \left[ b + f + q \operatorname{tang} \left( \frac{\beta}{2} - \alpha \right) \right] \cos \alpha \\ y &= \left[ b + f + q \operatorname{tang} \left( \frac{\beta}{2} - \alpha \right) \right] \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad \dots \quad (32)$$

Der Winkelpunkt  $S$  kann übrigens auch von  $K$  aus ausgesteckt werden; es ist nämlich:

$$\overline{SK} = q + d - \frac{q}{\cos \left( \frac{\beta}{2} - \alpha \right)} \quad \dots \quad (33)$$

und durch Projection dieser Dimension gelangen wir zur Berechnung der betreffenden Coordinaten zu folgenden Formeln:

$$\left. \begin{aligned} x' &= \overline{SK} \sin \left( \frac{\beta}{2} - \alpha \right) \\ y' &= \overline{SK} \cos \left( \frac{\beta}{2} - \alpha \right) \end{aligned} \right\} \quad \dots \quad (34)$$

Falls die Geleise einander unter einem sehr spitzen Winkel kreuzen würden, fände das Verbindungsgeleise  $P_1 ABCP_2$  auch innerhalb der Geleise-durchkreuzung Raum, d. h. die Geleiseverbindung ginge in eine englische Weiche über.

Beispiel. Die in Fig. 73 dargestellten Geleise sind durch eine, von  $P_1$  ausgehende, nach Anordnung der Fig. 91 construirte Zwischenweiche zu verbinden. Wir legen, wie im vorigen Beispiele, folgende Daten zu Grunde:

$$\begin{aligned} \beta &= 4^\circ 14' 57''; \quad s = 105.25 \text{ m.}; \\ \alpha &= 5^\circ 9' 12''; \quad b = 17.74 \text{ m.}; \\ q &= 250, \quad f = 1.3 \text{ m.}, \quad g = 8.5 \text{ m.} \end{aligned}$$

Da sich hieraus :

$$\alpha - \beta = 0^{\circ} 51' 15''$$

ergibt, ist aus der (21) Gleichung :

$$A = 250 (\cos 51' 15'' + \cos 5^{\circ} 9' 12'') + 19.04 (\sin 51' 15'' + \sin 5^{\circ} 9' 12'') - 105.25 \sin 4^{\circ} 14' 57'' = 493.157.$$

Ferner ist aus der (23) Formel :

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{2.250}{8.5},$$

also :

$$\log \operatorname{tang} \varphi = 11.7695511$$

und :

$$\varphi = 89^{\circ} 1' 34''$$

daher, auf Grund der (24) Formel :

$$\sin (\varphi - \delta) = \frac{493.157}{8.5} \cos 89^{\circ} 1' 34'',$$

also :

$$\begin{aligned} \log \sin (\varphi - \delta) &= 9.9939317 \\ \varphi - \delta &= 80^{\circ} 26' 39'' \end{aligned}$$

und :

$$\delta = 89^{\circ} 1' 34'' - 80^{\circ} 26' 39'' = 8^{\circ} 34' 55''.$$

Bei Berechnung der zur Aussteckung erforderlichen Coordinaten benöthigen wir die Werthe :

$$\frac{\delta - \alpha + \beta}{2} = 3^{\circ} 50' 20''$$

$$\frac{\delta - \alpha}{2} = 1^{\circ} 42' 52''$$

$$\beta + \delta = 12^{\circ} 49' 52''$$

$$\alpha + \beta = 9^{\circ} 24' 9''$$

ferner :

$$\rho \operatorname{tang} \frac{\delta - \alpha + \beta}{2} = 250 \operatorname{tang} 3^{\circ} 50' 20'' = 16.775$$

$$\rho \operatorname{tang} \frac{\delta - \alpha}{2} = 250 \operatorname{tang} 1^{\circ} 42' 52'' = 7.483$$

Auf Grund der (25), (26) und (27) Formeln erhalten wir mit diesen Werthen die Coordinaten :

$$\begin{aligned} S_1 \left\{ \begin{aligned} x_1 &= (19.04 + 16.775) \cos 5^{\circ} 9' 12'' = 35.670 \\ y_1 &= (19.04 + 16.775) \sin 5^{\circ} 9' 12'' = 3.217 \end{aligned} \right. \\ S_2 \left\{ \begin{aligned} x_2 &= 35.670 + (16.775 + 8.5 + 7.483) \cos 12^{\circ} 49' 52'' = 67.610 \\ y_2 &= 3.217 + (16.775 + 8.5 + 7.483) \sin 12^{\circ} 49' 52'' = 10.492 \end{aligned} \right. \\ P_2 \left\{ \begin{aligned} x_3 &= 67.610 + (7.483 + 19.04) \cos 9^{\circ} 24' 9'' = 93.777 \\ y_3 &= 10.492 + (7.483 + 19.04) \sin 9^{\circ} 24' 9'' = 14.825 \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

Da :

$$\frac{y_3}{s + x_3} = \frac{14.825}{105.25 + 93.777} = 0.745$$

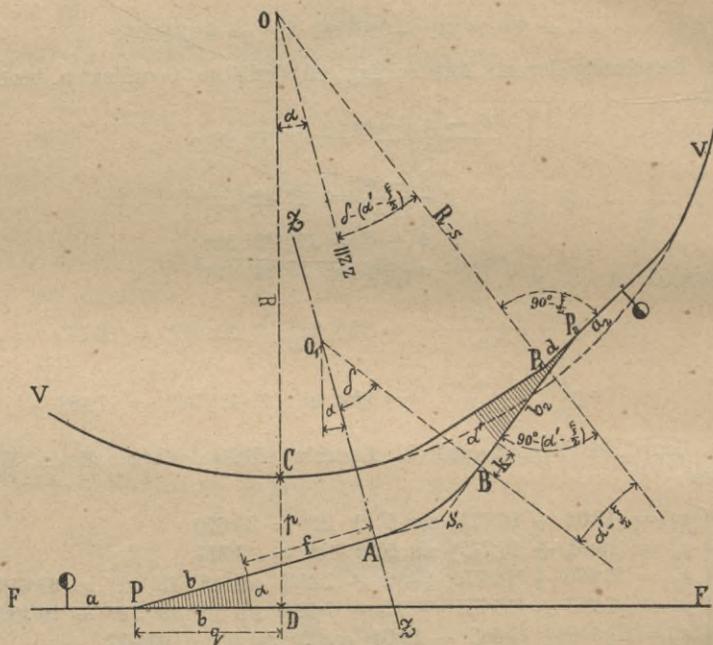
ist (s. d. Beispiel des §. 14) ist mit genügender Genauigkeit auch der oben erwähnten, als Controlé dienenden Bedingung Genüge geleistet.

**§. 17. Zwischenweichen zur Verbindung eines geraden mit einem gekrümmten Geleise.** In der Praxis ist natürlich nur jener Fall von Wichtigkeit, wenn das gerade Geleise  $F$  an der Aussenseite des mit dem Radius  $R$  gekrümmten Geleises  $V$  gelegen ist (Fig. 94).

Wenn wir die Lage des Weichenmittelpunktes  $P$  im geraden Geleise, ferner die Dimensionen  $q$  und  $k$  — beide mit minimalem Werthe — annehmen, bleiben als Unbekannte noch  $f$  und  $\delta$  zurück. Zur Bestimmung derselben werden wir den, in sich geschlossenen Linienzug  $OP_1P_2BAPDO$  auf die Axe  $ZZ$  und auf die zu dieser normalen Richtung projiciren. Wir erhalten demnach folgende Projectionsgleichungen:

$$\left. \begin{aligned} (R - s) \cos \left[ \delta - \left( \alpha' - \frac{\xi}{2} \right) \right] - d \sin [\delta - (\alpha' - \xi)] + (b_2 + k) \\ \sin \delta + q (1 - \cos \delta) + q \sin \alpha - (R + p) \cos \alpha = 0 \\ (R - s) \sin \left[ \delta - \left( \alpha' - \frac{\xi}{2} \right) \right] + d \cos [\delta - (\alpha' - \xi)] - (b_2 + k) \\ \cos \delta - q \sin \delta - (b + f) + q \cos \alpha + (R + p) \sin \alpha = 0 \end{aligned} \right\} (1)$$

Fig. 94.



In der ersteren dieser Gleichungen ist von beiden Unbekannten bloß  $\delta$  enthalten. Wenn wir in dieselbe:

$$\begin{aligned} \cos \left[ \delta - \left( \alpha' - \frac{\xi}{2} \right) \right] &= \cos \delta \cos \left( \alpha' - \frac{\xi}{2} \right) + \sin \delta \sin \left( \alpha' - \frac{\xi}{2} \right) \\ \sin \left[ \delta - \left( \alpha' - \frac{\xi}{2} \right) \right] &= \sin \delta \cos \left( \alpha' - \frac{\xi}{2} \right) - \cos \delta \sin \left( \alpha' - \frac{\xi}{2} \right) \end{aligned}$$

substituiren, und die Gleichung sodann mit Bezug auf  $\sin \delta$  und  $\cos \delta$  ordnen, so geht dieselbe in:

$$\sin \delta \left[ (R - s) \sin \left( \alpha' - \frac{\xi}{2} \right) - d \cos (\alpha' - \xi) + b_2 + k \right] + \cos \delta \left[ (R - s) \cos \left( \alpha' - \frac{\xi}{2} \right) + d \sin (\alpha' - \xi) - \varrho \right] = (R + p) \cos \alpha - \varrho - q \sin \alpha$$

oder, wenn als Abkürzung:

$$\left. \begin{aligned} A &= (R - s) \sin \left( \alpha' - \frac{\xi}{2} \right) - d \cos (\alpha' - \xi) + b_2 + k \\ B &= (R - s) \cos \left( \alpha' - \frac{\xi}{2} \right) + d \sin (\alpha' - \xi) - \varrho \\ C &= (R + p) \cos \alpha - \varrho - q \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

gesetzt wird, in:

$$A \sin \delta + B \cos \delta = C \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

über.

Wenn wir hierin den Hilfwinkel  $\varphi$ , welcher aus der Formel:

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{B}{A} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

zu berechnen ist, einführen, erhalten wir die Formel:

$$\sin (\delta + \varphi) = \frac{C}{A} \cos \varphi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

aus welcher  $\delta$  berechnet werden kann.

Mit diesem Werthe wird sodann auf Grund der Formel:

$$\begin{aligned} f &= (R - s) \sin \left[ \delta - \left( \alpha' - \frac{\xi}{2} \right) \right] + d \cos [\delta - (\alpha' - \xi)] - \\ &\quad - (b_2 + k) \cos \delta - \varrho \sin \delta + q \cos \alpha + (R + p) \sin \alpha - b \quad . \quad . \quad (6) \end{aligned}$$

welche aus der obigen zweiten Projectionsgleichung unmittelbar folgt, auch die Dimension  $f$  berechnet. Falls sich hieraus für  $f$  ein negativer Werth ergäbe, müsste, um eine Lösung überhaupt zu ermöglichen, der Weichenmittelpunkt  $P$  anderswo angenommen werden. Wenn anstatt der Lage des Punktes  $P$  die Lage des Punktes  $P_1$  gegeben wäre, ergäbe sich aus der Relation:

$$\operatorname{arc} P_1 OC = \operatorname{arc} \left( \delta + \frac{\xi}{2} + \alpha - \alpha' \right) - \frac{\widehat{CP_1}}{R} \quad . \quad . \quad (7)$$

vor allem auch der Winkel  $\delta$ . Man müsste dann aus den, unter (1) enthaltenen Projectionsgleichungen die Unbekannten  $q$  und  $f$  bestimmen.

In der ersteren derselben ist  $f$  nicht enthalten, es kann also  $q$  unmittelbar aus der Formel:

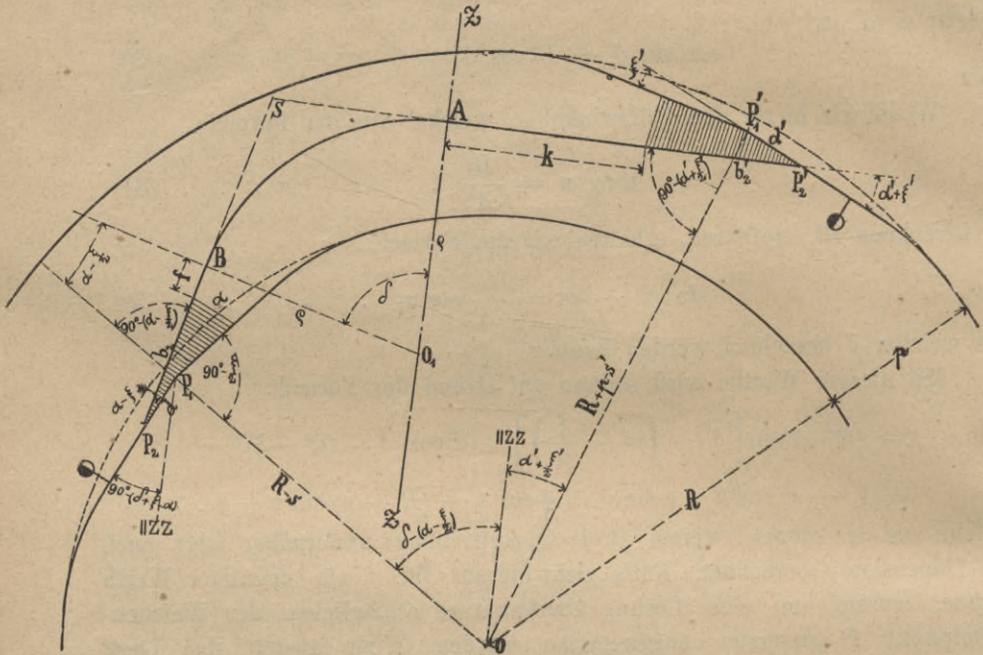
$$\begin{aligned} q &= \frac{1}{\sin \alpha} \left\{ (R + p) \cos \alpha + d \sin [\delta - (\alpha' - \xi)] - \right. \\ &\quad \left. - (R - s) \cos \left[ \delta - \left( \alpha' - \frac{\xi}{2} \right) \right] - (b_2 + k) \sin \delta - \varrho (1 - \cos \delta) \right\} \quad . \quad . \quad (8) \end{aligned}$$

berechnet werden.

Falls sich für  $q$  hieraus ein negativer Werth ergäbe, würde dies andeuten, dass der Punkt  $P$  auf die entgegengesetzte Seite von  $D$  zu liegen komme.

Mit diesem Werthe von  $q$  ist auf Grund der (6) Formel auch  $f$  zu berechnen, wobei ein eventuelles negatives Vorzeichen ein Zeichen dafür wäre, dass, um eine Lösung überhaupt zu ermöglichen, entweder der Punkt  $P_1$  näher zu  $C$  gebracht, oder, wenn dies nicht gestattet wäre, in das gekrümmte Geleise eine mit kleinerem Kreuzungswinkel construirte Curvenweiche eingeschaltet werden müsste.

Fig. 95.



Die zur Aussteckung der Geleisverbindung erforderlichen Coordinaten sind mittelst folgender Formeln zu berechnen:

$$S_0 \left\{ \begin{aligned} x_0 &= \left( b + f + q \operatorname{tang} \frac{\delta}{2} \right) \cos \alpha \\ y_0 &= \left( b + f + q \operatorname{tang} \frac{\delta}{2} \right) \sin \alpha \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (9)$$

$$P_1 \left\{ \begin{aligned} x_1 &= q + (R - s) \sin \left( \delta + \frac{\xi}{2} + \alpha - \alpha' \right) \\ y_1 &= R + p - (R - s) \cos \left( \delta + \frac{\xi}{2} + \alpha - \alpha' \right) \end{aligned} \right\} \dots \dots (10)$$

§. 18. Zwischenweichen für gekrümmte Geleise. Für die Praxis ist insbesondere jener Fall von Wichtigkeit, wenn die mit einander zu verbindenden Geleise concentrisch gekrümmt sind (Fig. 95).

Von den Dimensionen der Geleisverbindung nehmen wir  $f$  und  $q$  — beide mit minimalem Werthe — an, und bestimmen sodann  $\delta$  und  $k$  aus den Gleichungen, welche wir durch Projection des in sich geschlossenen Linienzuges  $OP'_1P'_2ABP_2P_1O$  auf die Axe  $ZZ$  und auf die zu derselben normalen Richtung erhalten:

$$\left. \begin{aligned} (R + p - s') \cos \left( \alpha' + \frac{\xi'}{2} \right) - d' \sin (\alpha' + \xi') - q (1 - \cos \delta) - \\ - (b_2 + f) \sin \delta + d \sin [\delta - (\alpha - \xi)] - (R - s) \cos \left[ \delta - \left( \alpha - \frac{\xi}{2} \right) \right] = 0 \\ (R + p - s) \sin \left( \alpha' + \frac{\xi'}{2} \right) + d' \cos (\alpha' + \xi') - (b_2' + k) - q \sin \delta - \\ - (b_2 + f) \cos \delta + d \cos [\delta - (\alpha - \xi)] + (R - s) \sin \left[ \delta - \left( \alpha - \frac{\xi}{2} \right) \right] = 0 \end{aligned} \right\} (1)$$

In der ersteren dieser Gleichungen ist von den Unbekannten blos der Winkel  $\delta$  enthalten; um denselben daraus zu bestimmen, substituieren wir

$$\sin [\delta - (\alpha - \xi)] = \sin \delta \cos (\alpha - \xi) - \cos \delta \sin (\alpha - \xi)$$

$$\cos [\delta - (\alpha - \xi)] = \cos \delta \cos (\alpha - \xi) + \sin \delta \sin (\alpha - \xi)$$

und ordnen sodann jene Gleichung mit Bezug auf  $\sin \delta$  und  $\cos \delta$ . Wir erhalten auf diese Weise die Gleichung

$$\begin{aligned} \sin \delta \left[ (R - s) \sin \left( \alpha - \frac{\xi}{2} \right) + (b_2 + f) - d \cos (\alpha - \xi) \right] + \\ + \cos \delta \left[ (R - s) \cos \left( \alpha - \frac{\xi}{2} \right) + d \sin (\alpha - \xi) - q \right] = \\ = R + p - s' \left( \cos \alpha' + \frac{\xi'}{2} - d' \sin (\alpha' + \xi') - q \right) \end{aligned}$$

welche, wenn in derselben als Abkürzung:

$$\left. \begin{aligned} A &= (R - s) \sin \left( \alpha - \frac{\xi}{2} \right) + b_2 + f - d \cos (\alpha - \xi) \\ B &= (R - s) \cos \left( \alpha - \frac{\xi}{2} \right) + d \sin (\alpha - \xi) - q \\ C &= (R + p - s') \cos \left( \alpha' + \frac{\xi'}{2} \right) - d' \sin (\alpha' + \xi') - q \end{aligned} \right\} \dots (2)$$

gesetzt wird, in:

$$A \sin \delta + B \cos \delta = C \dots \dots \dots (3)$$

übergeht. Wenn ferner aus der Formel:

$$\text{tang } \varphi = \frac{B}{A} \dots \dots \dots (4)$$

die Hilfwinkel  $\varphi$  berechnet wird, in der schon mehrmals angegebenen Weise zur Formel:

$$\sin (\delta + \varphi) = \frac{C}{A} \cos \varphi \dots \dots \dots (5)$$

aus welcher der Winkel  $\delta$  berechnet werden kann.

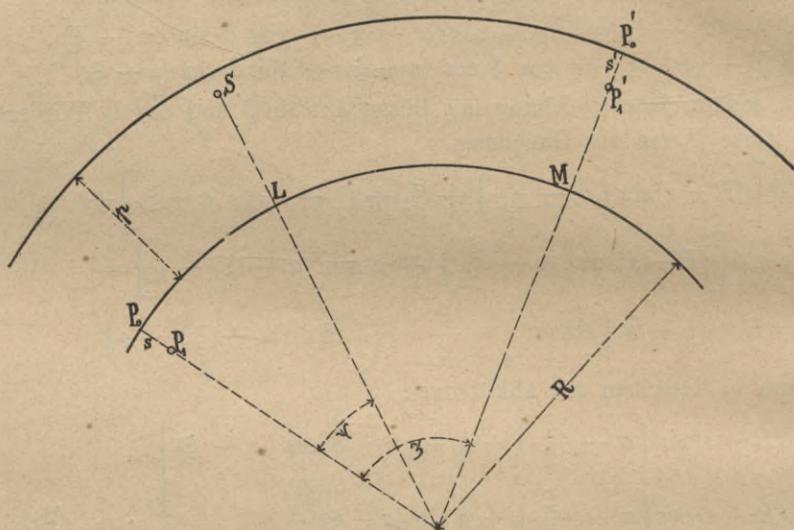
Mit diesem Werthe kann sodann mittelst der Formel:

$$k = (R + p - s') \sin \left( \alpha' + \frac{\xi'}{2} \right) + d' \cos (\alpha' + \xi') - b_2' - q \sin \delta - (b_2 + f) \cos \delta + d \cos [\delta - (\alpha - \xi)] + (R - s) \sin \left[ \delta - \left( \alpha - \frac{\xi}{2} \right) \right] \quad (6)$$

welche aus der zweiten, der unter (1) enthaltenen Projectionsgleichungen unmittelbar abzuleiten ist, die Dimension  $k$  berechnet werden.

Wenn sich aus diesen Formeln für  $\delta$  oder  $k$  ein negativer Werth ergäbe, so müsste entweder das Verbindungsgeleise schärfer gekrümmt werden, oder aber in die zu verbindenden Geleise mit kleinerem Kreuzungswinkel als  $\alpha$  beziehungsweise  $\alpha'$  construirte Curvenweichen eingeschaltet werden, um die Lösung der Aufgabe zu ermöglichen.

Fig. 96



Bei Aussteckung dieser Geleiseverbindung (Fig. 96) gehen wir vom Punkte  $P_0$  aus, und bestimmen die Lage von  $P_0'$  durch Abmessen der Coordinaten:

$$\left. \begin{aligned} \widehat{P_0 M} &= R \text{ arc } s \\ \overline{M P_0'} &= p \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (7)$$

worin:

$$\xi = \delta + \frac{\xi}{2} + \frac{\xi'}{2} + \alpha' - \alpha \quad \dots \dots \dots (8)$$

ist. Den Winkelpunkt  $S$  ferner rechnen wir mittelst der Coordinaten:

$$\left. \begin{aligned} \widehat{P_0 L} &= R \text{ arc } \psi \\ \overline{L S} &= \overline{O S} - R \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (9)$$



Bei der in gleichem Sinne gekrümmten Weiche ist:

$$a_1' = 18.16, a_2' = 14.94, \text{ also } d' = 3.22,$$

ferner:

$$b_3' = 18.35, \alpha' = 4^\circ 34' 53'', \xi' = 2^\circ 15' 14'',$$

endlich bei Einschaltung dieser Curvenweiche in ein Geleise von 504.8 m. Radius (s. 2. Beispiel des §. 12):

$$s = 0.062 \text{ m.}$$

Wir nehmen ferner

$$\rho = 250 \text{ m. und } f = 1.0 \text{ m.}$$

an.

Auf Grund der soeben mitgetheilten Daten ist:

$$\alpha - \frac{\xi}{2} = 4^\circ 23' 30''$$

$$\alpha - \xi = 3^\circ 37' 49''$$

$$\alpha' + \frac{\xi'}{2} = 5^\circ 42' 45''$$

$$\alpha' + \xi' = 6^\circ 50' 37''$$

$$R - s = 500 - 0.224 = 499.776 \text{ m.}$$

$$R + p - s' = 504.8 - 0.062 = 504.738 \text{ m.}$$

Aus den (12) Formeln erhalten wir:

$$A = 499.776 \sin 4^\circ 23' 30'' + 18.82 + 1.0 - 3.66 \cos 3^\circ 37' 49'' = 54.4372$$

$$B = 499.776 \cos 4^\circ 23' 30'' + 3.66 \sin 3^\circ 37' 49'' - 250 = 248.5401$$

$$C = 504.738 \cos 5^\circ 42' 45'' - 3.22 \sin 6^\circ 50' 37'' - 250 = 251.8477$$

Mit diesen Werthen ist aus der (4) Formel:

$$\text{tang } \varphi = \frac{248.5401}{54.4372}$$

also

$$\log \text{ tang } \varphi = 10.6595039$$

und

$$\varphi = 77^\circ 38' 45''$$

Aus der (5) Formel ergibt sich ferner:

$$\sin (\delta + \varphi) = \frac{251.8477}{54.4372} \cos 77^\circ 38' 45''$$

also:

$$\log \sin (\delta + \varphi) = 9.9955653,$$

$$\delta + \varphi = 81^\circ 49' 33''$$

und:

$$\delta = 81^\circ 49' 33'' - 77^\circ 38' 45'' = 4^\circ 10' 48''.$$

Auf Grund der (6) Formel ist sodann:

$$k = 504.738 \sin 5^\circ 42' 45'' + 3.22 \cos 6^\circ 50' 37'' - 18.35 - 250 \sin 4^\circ 10' 48'' - (18.82 + 1.00) \cos 4^\circ 10' 48'' + 3.66 \cos 0^\circ 32' 59'' - 499.776 \sin 0^\circ 12' 42'' = -1.089 \text{ m.}$$

da, in diesem Falle:

$$\delta - (\alpha - \xi) = 0^\circ 32' 59''$$

und:

$$\delta - \left( \alpha - \frac{\xi}{2} \right) = 0^\circ 12' 42''.$$

ist.

Da sich für  $k$  ein negativer Werth ergeben, ist die Geleisverbindung, auf diese Weise, nicht zu bewerkstelligen.

Falls für den Radius  $\rho$  des Verbindungsgeleises unbedingt 250 m. vorgeschrieben wären, müssten, um eine annehmbare Lösung zu erhalten, mit kleineren Kreuzungswinkeln construirte Curvenweichen verwendet werden. Wenn die Geleisverbindung hin-

gegen mit den, zur Verfügung stehenden Curvenweichen bewerkstelligt werden sollte, müsste für das Verbindungsgeleise eine schärfere Krümmung angenommen werden. Nehmen wir beispielsweise  $\varrho = 200$  m. an, so erhalten wir für die Constanten die folgenden Werthe:

$$A = 54\,4372; B = 298\,5401 \text{ és } C = 301\,8477$$

es ist also:

$$\text{tang } \varphi = \frac{298\,5401}{54\,4372};$$

also:

$$\log \text{tang } \varphi = 10\,7391114$$

und

$$\varphi = 79^\circ 39' 58'',$$

ferner:

$$\sin(\varphi + \delta) = \frac{301\,8477}{54\,4372} \cos 79^\circ 39' 58''$$

$$\log \sin(\varphi + \delta) = 9\,9976793, \varphi + \delta = 84^\circ 4' 55'',$$

also:

$$\delta = 4^\circ 24' 57'',$$

endlich:

$$\delta - (\alpha - \xi) = 0^\circ 47' 8''$$

$$\delta - \left(\alpha - \frac{\xi}{2}\right) = 0^\circ 1' 27'',$$

dennach:

$$k = 504\,738 \sin 5^\circ 42' 45'' + 3\,22 \cos 6^\circ 50' 37'' - 18\,35 - 200 \sin 4^\circ 24' 57'' - (18\,82 + 1\,00) \cos 4^\circ 24' 57'' + 3\,66 \cos 0^\circ 47' 8'' + 499\,776 \sin 0^\circ 1' 27'' = 3\,752 \text{ m.}$$

Behufs Aussteckung der in ihren Dimensionen hiermit festgesetzten Geleisverbindung erhalten wir auf Grund der (13) Formeln, da:

$$\varrho \text{ tang } \frac{\delta}{2} = 200 \text{ tang } 2^\circ 12' 29'' = 7\,711$$

ist:

$$D = 499\,776 - 3\,66 \sin 0^\circ 45' 42'' + (18\,82 + 1\,0 + 7\,711) \sin 4^\circ 23' 30'' = 501\,8355$$

$$E = (18\,82 + 1\,0 + 7\,711) \cos 4^\circ 23' 30'' - 3\,66 \cos 0^\circ 45' 42'' = 23\,7905$$

und mit diesen Werthen, aus der (14) Formel:

$$\text{tang } \psi = \frac{23\,7905}{501\,8355}$$

also:

$$\log \text{tang } \psi = 8\,6758339$$

und:

$$\psi = 2^\circ 42' 51''.$$

Es ist dennach:

$$\psi + \frac{\xi}{2} = 3^\circ 28' 33''$$

$$\psi + \alpha - \frac{\xi}{2} = 7^\circ 6' 21'',$$

und auf Grund der (10) Formel:

$$\overline{OS} = 499\,776 \cos 2^\circ 42' 51'' - 3\,66 \sin 3^\circ 28' 33'' + 27\,531 \sin 7^\circ 6' 21'' = 502\,399,$$

ferner aus der (8) Formel:

$$\xi = 5^\circ 44' 12'',$$

und daher, auf Grund der (7) beziehungsweise (9) Formel die zur Aussteckung erforderlichen Coordinaten:

$$\left. \begin{aligned} \overline{P_o M} &= 500 \text{ arc } 5^\circ 44' 12'' = 50\,06 \text{ m.} \\ \overline{MP_o} &= 4\,80 \text{ m.} \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} \overline{P_o L} &= 500 \text{ arc } 2^\circ 42' 51'' = 23\,69 \text{ m.} \\ \overline{LS} &= 502\,399 - 500 = 2\,40 \text{ m.} \end{aligned} \right\}$$

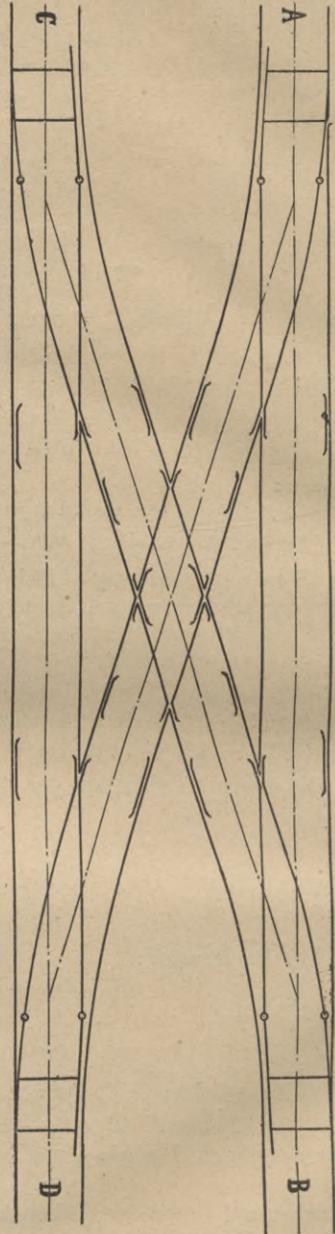


Fig. 98.

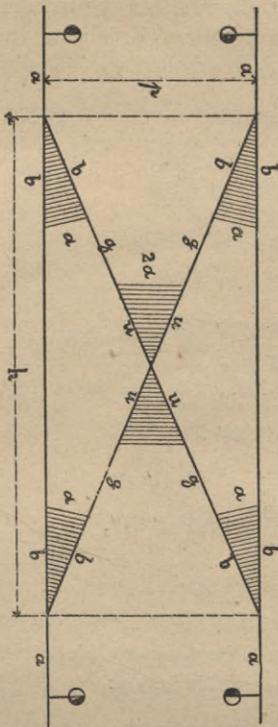


Fig. 99.

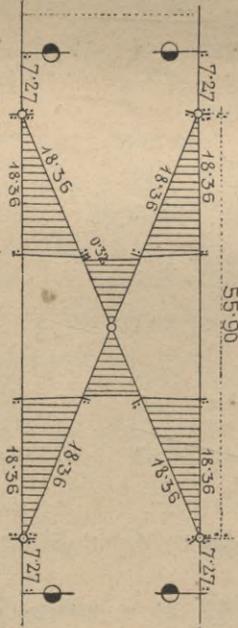


Fig. 101.

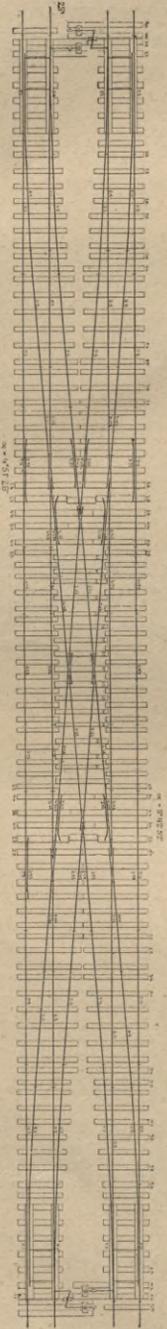


Fig. 100.

§. 19. Kreuzweichen. Unter Kreuzweichen verstehen wir die Kreuzung zweier, symmetrisch gelegener Zwischenweichen von entgegengesetzter Richtung (Fig. 98—103).

Zu einer Kreuzweiche benötigen wir also ausser den Bestandtheilen der beiden Zwischenweichen noch die, zur Bildung der Geleisdurchkreuzung erforderlichen zwei einfachen und zwei doppelten Herzstücke.

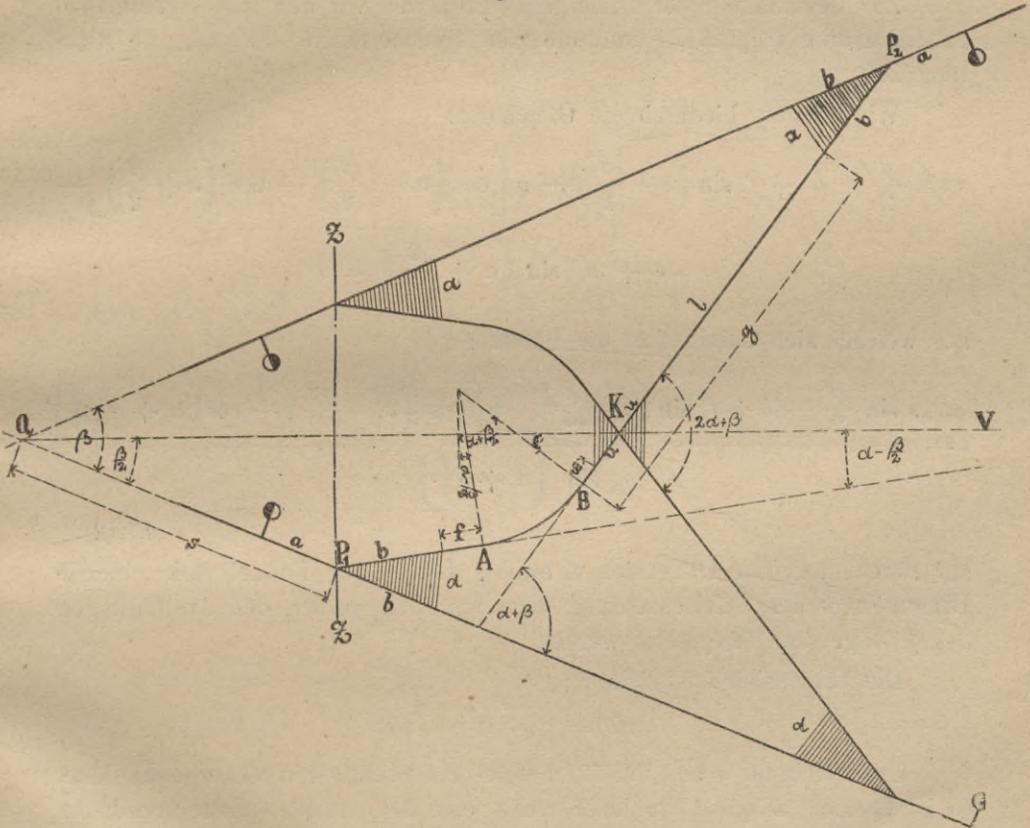
I. Kreuzweichen für parallele Geleise. (Fig 98 und 99).  
Wie durch Vergleichung der Figuren 85 und 99 zu ersehen, ist in diesem Falle:

$$f = 2g + 2u,$$

also:

$$g = \frac{f}{2} - u \dots \dots \dots (1)$$

Fig. 102.



welche Formel zur Berechnung der Länge jener Schienenstücke dient, welche zwischen den Herzstücken eingeschaltet werden müssen.

Die für Zwischenweichen abgeleiteten Formeln (1) und (2) des §. 17 können natürlich, zur Bestimmung von  $h$  und  $f$  auch hier benützt werden.

Der Kreuzungswinkel des in die Verbindungsgeleise einzuschaltenden Doppelherzstückes ist, wie aus Fig. 99 ersichtlich,  $2\alpha$ , d. h. das Doppelte des Kreuzungswinkels der Weiche.

In Fig. 100 theilen wir als Beispiel den Grundriss, in Fig. 101 die schematische Darstellung der auf den Linien der ung. Staatsbahnen verwendeten Kreuzweichen mit.

II. Kreuzweichen für zu einander geneigte Geleise. (Fig. 102.) Vor Allem müssen die, die Kreuzweiche bildenden Zwischenweichen, und zwar mit möglichst kleinem  $f$  und  $g$  berechnet werden, was mittelst den im §. 17 abgeleiteten Formeln geschehen kann. Die Dimension  $g$  ist demnach als bekannt anzusehen.

Aus Fig. 102 ist zugleich zu ersehen, dass die Verbindungsgeleise einander unter dem Winkel  $2\alpha + \beta$  kreuzen.

Zur Bestimmung der Dimension  $e$  projiciren wir den, in sich geschlossenen Linienzug  $QP_1ABKQ$  auf die zur Symmetrieaxe  $QV$  normale Richtung  $ZZ$ .

Wir erhalten hiedurch die Gleichung:

$$s \sin \frac{\beta}{2} - (b + f) \sin \left( \alpha - \frac{\beta}{2} \right) - g \left[ \cos \left( \alpha - \frac{\beta}{2} \right) - \cos \left( \alpha + \frac{\beta}{2} \right) \right] - (e + u) \sin \left( \alpha + \frac{\beta}{2} \right) = 0$$

aus welcher sich unmittelbar die Formel:

$$e = \frac{s \sin \frac{\beta}{2} - (b + f) \sin \left( \alpha - \frac{\beta}{2} \right) - g \left[ \cos \left( \alpha - \frac{\beta}{2} \right) - \cos \left( \alpha + \frac{\beta}{2} \right) \right]}{\sin \left( \alpha + \frac{\beta}{2} \right)} - u \quad (2)$$

zur Berechnung der Dimension  $e$ , ergibt. Die in der Formel vorkommende Dimension  $u$  der Geleisekreuzung muss natürlich vorher, den Ausführungen des §. 4 gemäss, festgesetzt werden.

Die Dimension  $l$  ist sodann:

$$l = g - 2u - e \dots \dots \dots (3)$$

Falls sich für  $e$  aus der (2) Formel ein negativer Werth ergeben sollte, so ist es nicht möglich, an jener Stelle eine Kreuzweiche nach Anordnung der Fig. 102 unterzubringen. Wenn in diesem Falle die ganze Geleisverbindung nicht an einen anderen Ort versetzt werden könnte, wo die Entfernung der Geleise von einander schon eine grössere ist, so bleibt nichts Anderes übrig, als die Kreuzweiche wie in Fig. 103 anzuordnen, in welchem Falle freilich auch abnormale, mit dem Kreuzungswinkel  $\alpha'$  construirte Weichen verwendet werden müssen.

Der Kreuzungswinkel der Verbindungsgeleise ist in diesem Falle, wie aus Fig. 103 ersichtlich:  $\alpha + \alpha'$ .

Zur Bestimmung der Dimension  $e$  projiciren wir den, in sich geschlossenen Linienzug  $QP_1KQ$  auf die zu  $KQ$  normale Richtung, wodurch wir zur Gleichung:

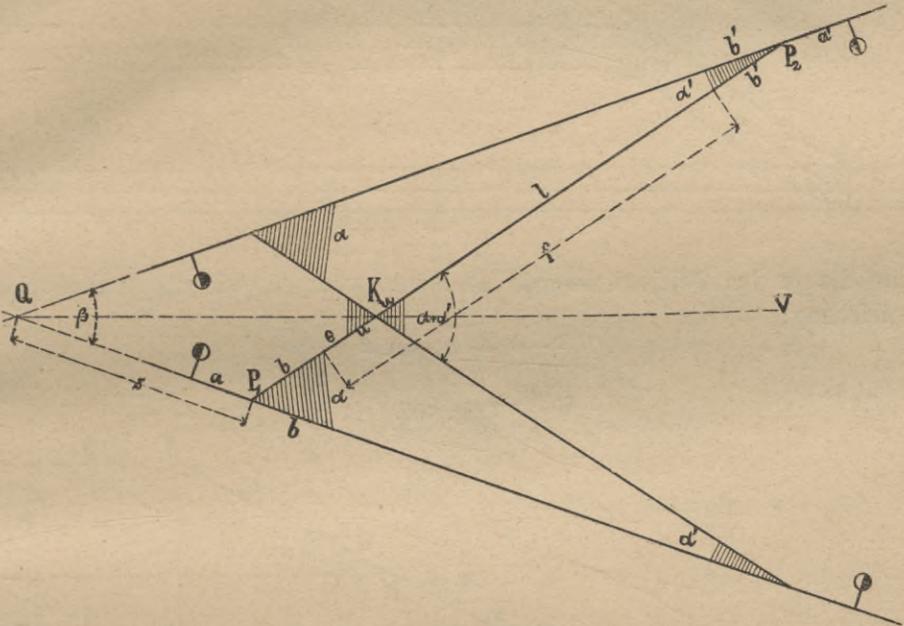
$$s \sin \frac{\beta}{2} - (b + e + u) \sin \frac{\alpha + \alpha'}{2} = 0$$

gelangen, aus welcher sich unmittelbar die Formel:

$$e = \frac{s \sin \frac{\beta}{2}}{\sin \frac{\alpha + \alpha'}{2}} - (b + u) \dots \dots \dots (4)$$

ergibt.

Fig. 103.



Wenn ferner mittelst der (9) Formel des §. 17 die Dimension  $f$  berechnet worden ist, kann auch:

$$l = f - 2u - e \dots \dots \dots (5)$$

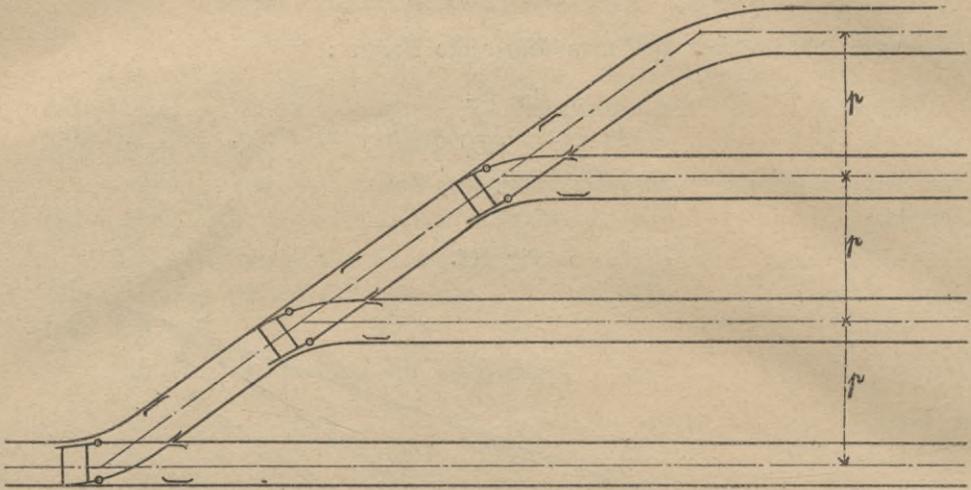
bestimmt werden.

§. 20. Verbindung mehrerer paralleler Geleise. Wenn die Geleise am Orte der Verbindung endigen, so werden sie meist in der Weise mit einander verbunden, dass sie sämmtlich in ein gemeinsames, geneigtes, das sog. Mutter- oder Stammgeleise übergeführt werden. Dasjenige Geleise, aus welchem das Muttergeleise abzweigt, wird gewöhnlich das Hauptgeleise, und die ganze Anlage eine Weichenstrasse genannt.

1. Am einfachsten gestaltet sich die Verbindung, wenn das Muttergeleise mit dem Hauptgeleise den Kreuzungswinkel der Weiche einschliesst (Fig. 104 und 105).

Zur Berechnung der Entfernung zwischen dem Ende der einen, und dem Anfange der anderen Weiche ( $d$ ) projiciren wir die Linie  $P_0 P = PP'$

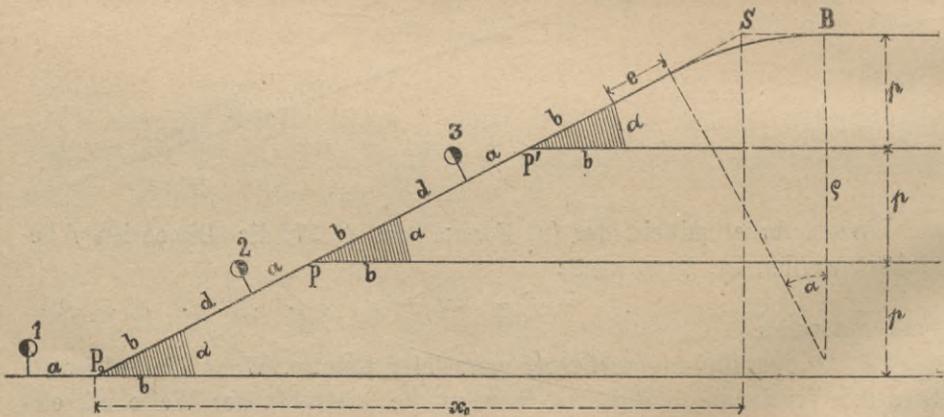
Fig. 104.



auf die zu den Geleisen normale Richtung, wodurch wir die Bedingungs-  
gleichung:

$$(b + d + a) \sin \alpha = p$$

Fig. 105.



erhalten, aus welcher sich die Formel:

$$d = \frac{p}{\sin \alpha} - (a + b) \dots \dots \dots (1)$$

ergibt.

Die Distanz zwischen dem Ende der letzten Weiche und dem Anfange des Bogens, welcher den Uebergang zwischen dem Muttergeleise und dem

letzten Nebengeleise vermittelt ( $e$ ), erhalten wir durch Projection der Linie  $P'AB$  auf dieselbe Richtung. Es ist nämlich:

$$(b + e) \sin \alpha + q (1 - \cos \alpha) = p$$

und hieraus:

$$e = \frac{p - q (1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha} - b \dots \dots (2)$$

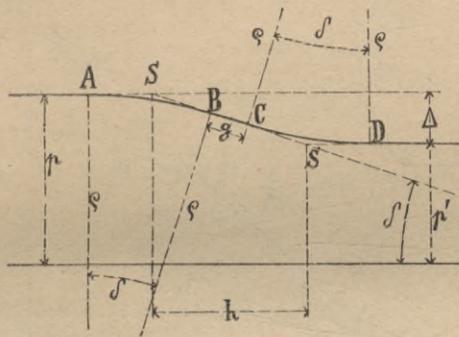
Die zur Aussteckung des Winkelpunktes  $S$  erforderliche Abseisse  $x_o$  erhalten wir durch Projection der Linie  $P_oS$  auf die Richtung der parallelen Geleise; es ist nämlich, falls, wie auch in der Figur, drei Nebengeleise vorausgesetzt werden:

$$x_o = \left[ 2(a + d) + 3b + e + q \tan \frac{\alpha}{2} \right] \cos \alpha$$

oder, im Allgemeinen, wenn es sich um  $n$  Nebengeleise handelte:

$$x_o = \left[ (n - 1)(a + d) + nb + e + q \tan \frac{\alpha}{2} \right] \cos \alpha \dots (3)$$

Fig. 106.



Eine derartige Anordnung ist jedoch nur möglich, wenn sich aus der (1) Formel für  $d$  ein positiver Werth ergibt, also:

$$\frac{p}{\sin \alpha} > a + b$$

oder:

$$p > (a + b) \sin \alpha \dots \dots (4)$$

ist. Wenn die Entfernung der einzelnen Geleise von einander nur  $p'$  beträgt, d. h. kleiner wäre, als es die (4) Formel verlangt, müssen entweder mit kleinerem Kreuzungswinkel construirte Weichen verwendet werden, oder aber müssen die Geleise am Orte der Verbindung in genügende Entfernung von einander gerückt werden.

Im letzteren Falle werden die verschobenen Geleisstücke in die, an ihrem ursprünglichen Platze verbleibenden mittelst Contracurven übergeführt (Fig. 106). Durch Projection der Linie  $ABCD$ , auf die, zu den Geleisen normale Richtung, erhalten wir die Bedingungsgleichung:

$$q (1 - \cos \delta) + g \sin \delta + q (1 - \cos \delta) = \Delta,$$

beziehungsweise:

$$2 q \cos \delta - g \sin \delta = 2 q - \Delta \dots \dots (5)$$

woraus wir, durch Einführung des Hilfswinkels  $\varphi$ , welcher aus :

$$\text{tang } \varphi = \frac{2 \varrho}{g} \dots \dots \dots (6)$$

zu berechnen ist, auf bekannte Weise, zur Formel :

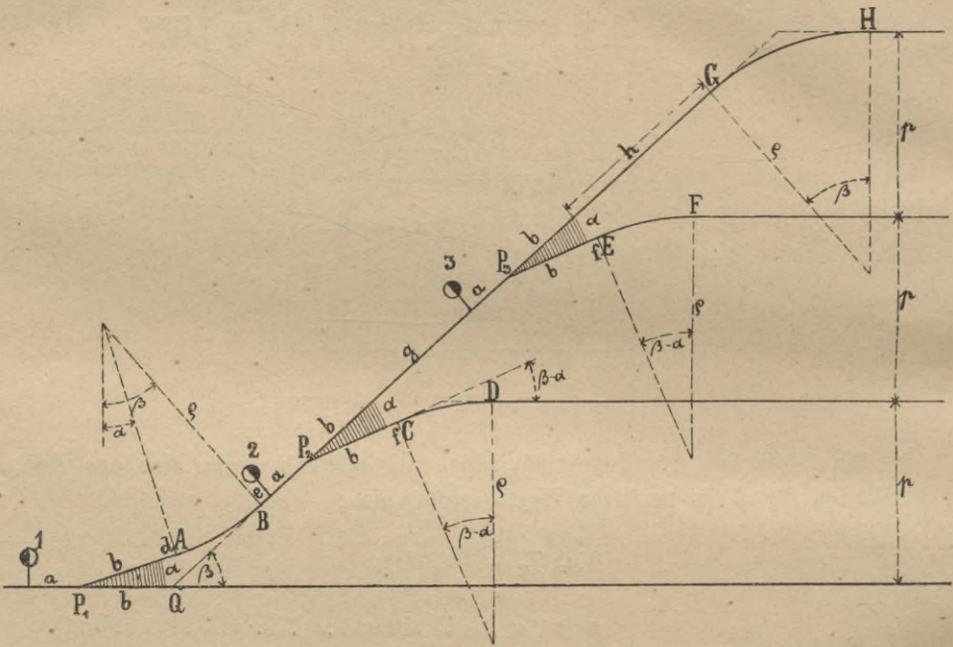
$$\sin (\varphi - \delta) = \frac{2 \varrho - \Delta}{g} \cos \varphi \dots \dots \dots (7)$$

mittelst welcher  $\delta$  berechnet werden kann.

Die zur Aussteckung dieser Geleisverbindung erforderliche Länge  $h$  erhalten wir durch Projection der Linie  $SS'$  auf die Richtung der Geleise :

$$h = \left( 2 \varrho \text{ tang } \frac{\delta}{2} + g \right) \cos \delta \dots \dots \dots (8)$$

Fig. 107.



Die in der (7) Formel vorkommende Dimension  $\Delta$  bedeutet die Grösse der Verschiebung, und ist also :

- für das erste Nebengeleise :  $\Delta_1 = p - p'$
- „ „ zweite „  $\Delta_2 = 2p - 2p' = 2(p - p')$
- „ „ n-te „  $\Delta_n = n(p - p')$

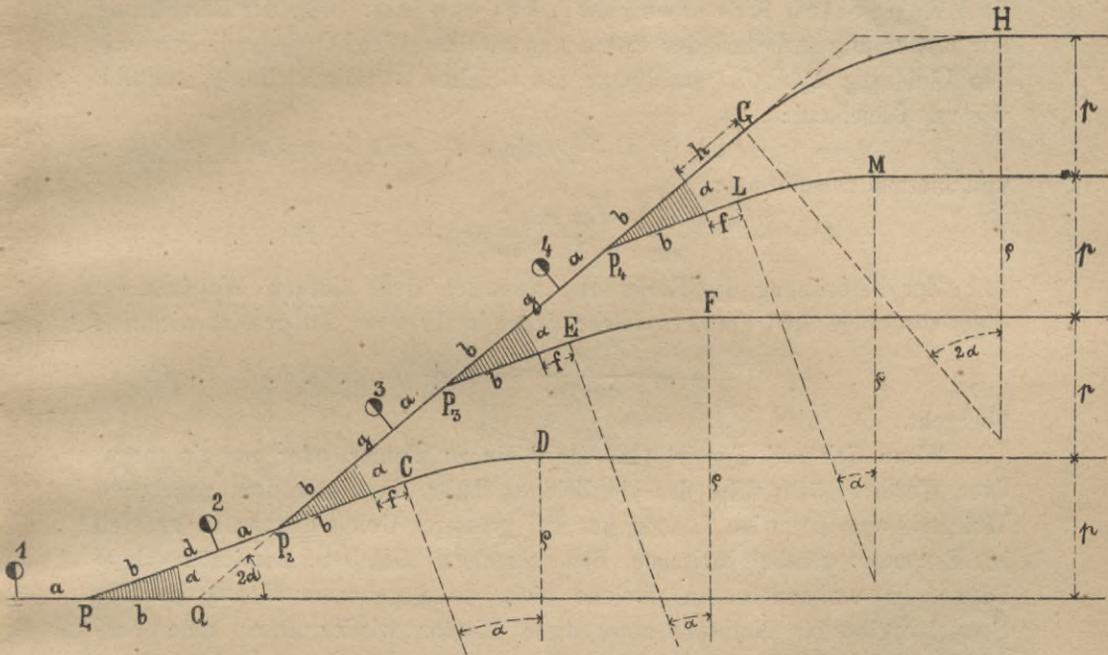
Die Anordnung der Fig. 105 hat den Fehler, dass die ganze Anlage in Folge der geringen Neigung des Muttergeleises sehr lang wird. Darum sind jene Arten dieser Geleisverbindung zweckmässiger, und auch gebräuchlicher, bei welchen das Muttergeleise mit dem Hauptgeleise einen grösseren, als den Kreuzungswinkel der Weiche, einschliesst. Diese stärkere Neigung des Muttergeleises kann auf folgende Weisen bewerkstelligt werden.

2. In das Muttergeleise wird zwischen die erste und zweite Weiche ein kleiner Bogen eingeschaltet. Fig. 107. Durch Projection des Linienzuges  $P_1 A B P_2 C D$  auf die, zu den Geleisen normale Richtung erhalten wir die Bedingnissgleichung:

$$(b + f) \sin \alpha + \rho (\cos \alpha - \cos \beta) + (e + a) \sin \beta + (b + f) \sin (\beta - \alpha) + \rho [1 - \cos (\beta - \alpha)] = p \dots (9)$$

aus welcher der Winkel  $\beta$ , welcher auf diese Weise zu erzielen ist, berechnet werden kann, sobald die Dimensionen  $d, e, f$  und  $\rho$  — mit minimalem Werthe — angenommen werden.

Fig. 108.



Zur Berechnung der Distanz  $g$ , welche sich in diesem Falle zwischen den Weichen der einzelnen Nebengeleise ergibt, projectiren wir den Linienzug  $F E P_3 P_2 C D$  auf die, zu den Geleisen normale Richtung, wodurch wir die folgende Bedingnissgleichung:

$$\rho [1 - \cos (\beta - \alpha)] + (b + f) \sin (\beta - \alpha) + (a + g + b) \sin \beta - (b + f) \sin (\beta - \alpha) - \rho [1 - \cos (\beta - \alpha)] = p$$

und hieraus die Formel:

$$g = \frac{p}{\sin \beta} - (a + b) \dots \dots \dots (10)$$

Zur Berechnung der Distanz zwischen der letzten Weiche und dem Anfange des Kreisbogens ( $h$ ) projectiren wir den Linienzug  $F E P_3 G H$  auf

dieselbe Richtung, wodurch wir die Gleichung:

$$-q [1 - \cos (\beta - \alpha)] - (b + f) \sin (\beta - \alpha) + (b + h) \sin \beta + q (1 - \cos \beta) = p$$

und hieraus die Formel:

$$h = \frac{p + (b + f) \sin (\beta - \alpha) - q [\cos (\beta - \alpha) - \cos \beta]}{\sin \beta} - b \quad (11)$$

erhalten.

Auch diese Anordnung ist indess nicht ganz vortheilhaft, da die (9) Formel für  $\beta$  gewöhnlich nur einen ganz unbedeutend grösseren Werth als  $\alpha$  ergibt.

3. Das Muttergeleise schliesst mit dem Hauptgeleise den doppelten Kreuzungswinkel ein (Fig. 108). Zur Berechnung der Entfernung zwischen der ersten und zweiten Weiche ( $d$ ) projectiren wir den Linienzug  $P_1 P_2 C D$  auf die, zu den Geleisen normale Richtung, wodurch wir zur Gleichung:

$$p = (a + 2b + d + f) \sin \alpha + q (1 - \cos \alpha) \quad (12)$$

und hieraus zur Formel:

$$d = \frac{p - q (1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha} - (a + 2b + f) \quad (13)$$

Zur Berechnung der Entfernung zwischen den übrigen Weichen ( $g$ ) dient die obige (10) Formel, welche, wenn in ihr  $\beta = 2\alpha$  gesetzt wird, in:

$$g = \frac{p}{\sin 2\alpha} - (a + b) \quad (14)$$

übergeht.

Wenn sich nach Formel (13) für  $d$  ein zu kleiner, oder gar ein negativer Werth ergäbe, wäre das ein Zeichen dafür, dass, mit den gegebenen Weichen, eine derartige Lösung nur bei grösserer Geleisedistanz zu erzielen ist. Es muss nämlich zwischen den einzelnen Geleisen mindestens jene Distanz ( $p$ ) vorhanden sein, welche sich, bei gegebenem  $d$  aus der (12) Formel ergibt. Im Nothfalle muss diese Distanz wieder durch eine Verschiebung der Geleise hergestellt werden.

4. Die Neigung des Muttergeleises wird durch Einschaltung einer symmetrischen Weiche vergrössert (Fig. 109).

Das Muttergeleise schliesst in diesem Falle mit dem Hauptgeleise den Winkel  $\alpha + \frac{\alpha'}{2}$  ein. Durch Projection des Linienzuges  $P_1 P_2 A B$  auf die, zu den Geleisen normale Richtung erhalten wir die Gleichung:

$$(b + d + a') \sin \alpha + (b' + e) \sin \left( \alpha - \frac{\alpha'}{2} \right) + q \left[ 1 - \cos \left( \alpha - \frac{\alpha'}{2} \right) \right] = p$$

aus welcher, zur Berechnung von  $d$ , die Formel:

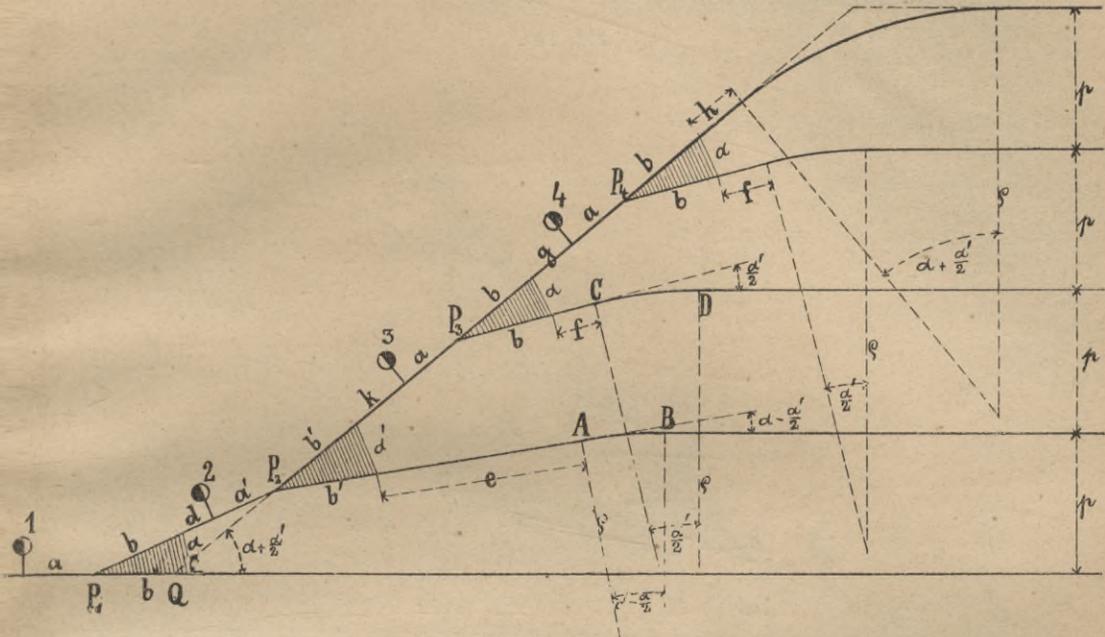
$$d = \frac{p - q \left[ 1 - \cos \left( \alpha - \frac{\alpha'}{2} \right) \right] - (b' + e) \sin \left( \alpha - \frac{\alpha'}{2} \right)}{\sin \alpha} - (b + a') \quad (16)$$

folgt.

Zur Bestimmung der Dimension  $k$  projiciren wir den Linienzug  $DCP_3P_2AB$  auf die, zu den Geleisen normale Richtung, wodurch wir die Gleichung:

$$p = e \left( 1 - \cos \frac{\alpha'}{2} \right) + (b + f) \sin \frac{\alpha'}{2} + (a + k + b') \sin \left( \alpha + \frac{\alpha'}{2} \right) - (b' + e) \sin \left( \alpha - \frac{\alpha'}{2} \right) - e \left[ 1 - \cos \left( \alpha - \frac{\alpha'}{2} \right) \right]$$

Fig. 109.



beziehungsweise:

$$k = \frac{p - e \left[ \cos \left( \alpha - \frac{\alpha'}{2} \right) - \cos \frac{\alpha'}{2} \right] - (b + f) \sin \frac{\alpha'}{2} + (b' + e) \sin \left( \alpha - \frac{\alpha'}{2} \right)}{\sin \left( \alpha + \frac{\alpha'}{2} \right)} - (a + b') \quad (17)$$

erhalten.

Die Dimensionen  $g$  und  $h$  können auf Grund der obigen (10) und (11) Formeln berechnet werden, wenn in denselben:

$$\beta = \alpha + \frac{\alpha'}{2}$$

gesetzt wird. Wir erhalten dadurch die Formeln:

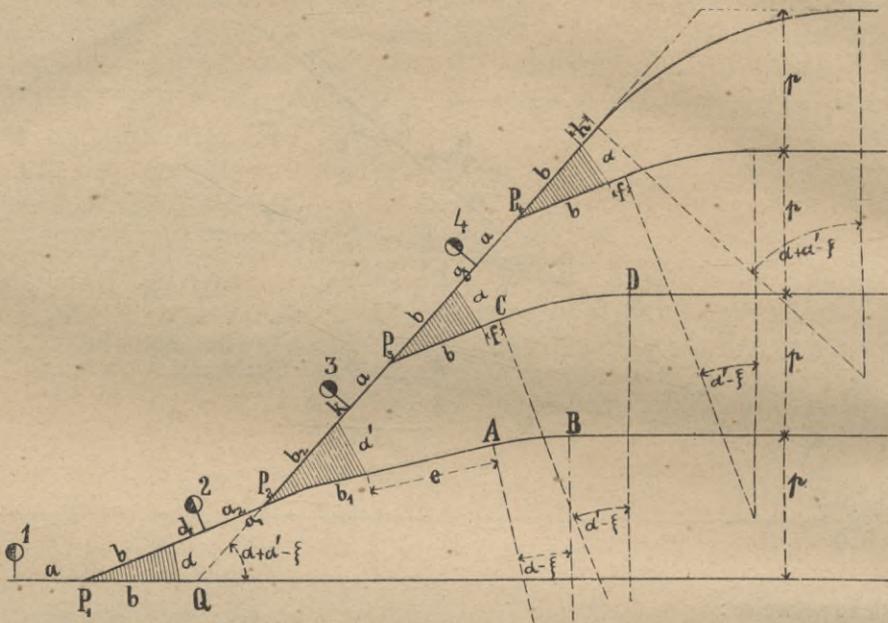
$$g = \frac{p}{\sin \left( \alpha + \frac{\alpha'}{2} \right)} - (a + b) \dots \dots \dots (18)$$

und

$$h = \frac{p + (b + f) \sin \frac{\alpha'}{2} - \varrho \left[ \cos \frac{\alpha'}{2} - \cos \left( \alpha + \frac{\alpha'}{2} \right) \right]}{\sin \left( \alpha + \frac{\alpha'}{2} \right)} - b \quad (19)$$

Bei Aussteckung dieser Geleisverbindung müssen die Weichenmittelpunkte, die Winkelpunkte der Kreisbögen und der Schnittpunkt des Muttergeleises mit dem Hauptgeleise durch Pflöcke markiert werden. Die hierzu erforderlichen Coordinaten können aus Fig. 109 durch Projection der betreffenden Linienzüge leicht berechnet werden.

Fig. 110.



Die Anordnung nach Fig. 109 bietet den grossen Vortheil, dass sie jeder beliebigen, in der Praxis vorkommenden Geleisedistanz angepasst werden kann, also auch in solchen Fällen eine günstige Lösung der Aufgabe ermöglicht, in welchen eine Anordnung nach Fig. 108 nur bei entsprechender Verschiebung der Geleise getroffen werden könnte.

Falls auch in der symmetrischen Weiche dieselben Herzstücke, wie in der normalen, geraden Weiche angewendet werden, schliesst das Muttergeleise mit dem Hauptgeleise wegen  $\alpha' = \alpha$  den anderthalbfachen Kreuzungswinkel der normalen Weiche ein.

5. Die Neigung des Muttergeleises wird durch Einschaltung einer, in entgegengesetztem Sinne gekrümmten Curvenweiche vergrössert (Fig. 110). Das Muttergeleise schliesst hiebei mit dem Hauptgeleise den Winkel:

$$\beta = \alpha + (\alpha' - \xi)$$

ein, wir erhalten also durch Projection des Linienzuges  $P_1 P_2 AB$  die Gleichung:

$p = (b + d + a_1) \sin \alpha + (b_1 + e) \sin (\alpha - \xi) + q [1 - \cos (\alpha - \xi)]$   
aus welcher sich die Formel:

$$d = \frac{p - (b_1 + e) \sin (\alpha - \xi) - q [1 - \cos (\alpha - \xi)]}{\sin \alpha} - (b + a_1) \quad (20)$$

ergibt.

Durch Projection des Linienzuges  $DCP_3 P_2 AB$  gelangen wir ferner zur Gleichung:

$$p = q [1 - \cos (\alpha' - \xi)] + (b + f) \sin (\alpha' - \xi) + (a + k + b_2) \sin (\alpha + \alpha' - \xi) - (a_1 - a_2) \sin \alpha - (b_1 + e) \sin (\alpha - \xi) - q [1 - \cos (\alpha - \xi)]$$

beziehungsweise:

$$k = \frac{1}{\sin (\alpha + \alpha' - \xi)} \left\{ p + (a_1 - a_2) \sin \alpha + (b_1 + e) \sin (\alpha - \xi) - q [\cos (\alpha - \xi) - \cos (\alpha' - \xi)] - (b + f) \sin (\alpha' - \xi) \right\} - (a + b_2) \quad (21)$$

Wenn endlich in den obigen (10) und (11) Formeln:

$$\beta = \alpha + \alpha' - \xi$$

substituiert wird, erhalten wir die Formeln:

$$g = \frac{p}{\sin (\alpha + \alpha' - \xi)} - (a + b) \quad \dots \quad (22)$$

und

$$h = \frac{p + (b + f) \sin (\alpha' - \xi) - q [\cos (\alpha' - \xi) - \cos (\alpha + \alpha' - \xi)]}{\sin (\alpha + \alpha' - \xi)} - b \quad (23)$$

Diese Anordnung ist im allgemeinen ebenso vortheilhaft, ja sie kann sogar den localen Verhältnissen noch inniger angepasst werden, als diejenige unter (4).

Die Aussteckung derselben ergibt sich aus unseren vorhergegangenen Ausführungen von selbst.

In Fig. 111 theilen wir den Grundriss, in Fig. 112 die schematische Darstellung einer solchen Geleisverbindung mit, welche sich von der in Fig. 110 dargestellten nur insofern unterscheidet, als die dritte Weiche, welche das zweite Nebengeleise eingeschaltet ist, mit anderen Dimensionen construirt ist, als die, im Hauptgeleise befindliche erste Weiche.

Bei Berechnung einer solchen Geleisverbindung hätte man selbstverständlich in der (21) Formel, und, falls noch mehr Nebengeleise wären, auch in der (22)-ten:

$$\begin{array}{l} \text{statt } a, b, \alpha \quad \dots \quad \alpha_o, b_o, \alpha_o \\ \text{,, } \alpha' - \xi \quad \dots \quad \alpha + \alpha' - \xi - \alpha_o \end{array}$$

zu substituieren, falls nämlich  $\alpha_o, b_o, \alpha_o$  die charakteristischen Dimensionen der in den Nebengeleisen verwendeten Weiche bedeuten.

b) Besondere Fälle. Ausser den im Vor-  
 gehenden abgehandelten, häufiger vorkommenden  
 Geleisverbindungen, kommen zuweilen auch hievon  
 abweichende Anordnungen vor. Von diesen sind in  
 der Praxis insbesondere die in Fig. 113 und 114  
 dargestellten von Bedeutung.

Die Fig. 113 stellt den Fall dar, wenn  
 parallele Geleise an ihrem Ende mit einander zu  
 verbinden, und das Muttergeleise sodann in ein  
 entfernter gelegenes Geleise, anstatt, wie bisher  
 vorausgesetzt wurde, in ein ganz nahes und paralleles  
 Hauptgeleise, überzuführen ist. In diesem Falle  
 ermöglicht es nämlich ein polygonales Muttergeleise,  
 die Länge der ganzen Anlage bedeutend zu ver-  
 ringern.

Durch Projection des Linienzuges  $P_1BA$  auf  
 die zu den Geleisen normale Richtung erhalten wir  
 die Gleichung:

$$(b + e) \sin \alpha + q (1 - \cos \alpha) = p,$$

aus welcher sich die Formel:

$$e = \frac{p - q (1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha} - b \dots \dots (24)$$

ergibt.

Bei Projection des Linienzuges  $CDP_2P_1$  auf  
 dieselbe Richtung ist:

$$q (1 - \cos 2\alpha) + (h + b) \sin 2\alpha - (b + f + a) \sin \alpha = 2p,$$

woraus  $h$  oder  $f$  berechnet werden kann. Gewöhn-  
 lich wird  $f$  angenommen, und ist sodann:

$$h = \frac{2p + (b + f + a) \sin \alpha - q (1 - \cos 2\alpha)}{\sin \alpha} - b \dots (25)$$

Durch Projection des Linienzuges  $FP_3P_2P_1$   
 endlich gelangen wir zur Gleichung:

$$q (1 - \cos 3\alpha) + (k + b) \sin 3\alpha - (b + g + a) \sin 2\alpha - (b + f + a) \sin \alpha = 3p,$$

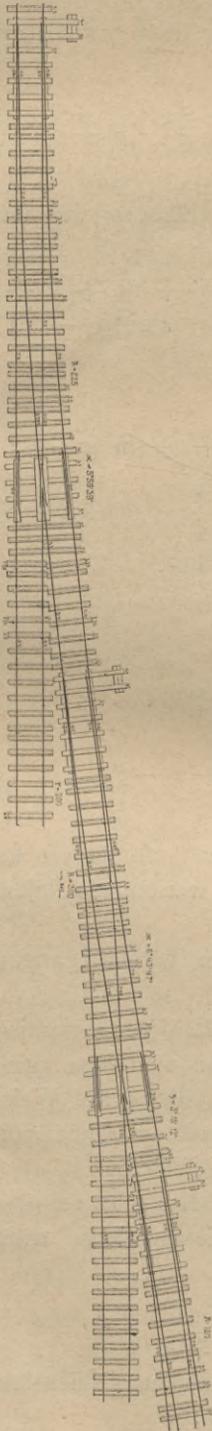


Fig. 111.

Oest.-ung. Staatsseisenbahn.



Durch Projection des Linienzuges  $K_4 A B P$  erhalten wir ferner die Bedingungsgleichung:

$$(u + g) \sin \beta + e (\cos \alpha - \cos \beta) + (b + h) \sin \alpha = p$$

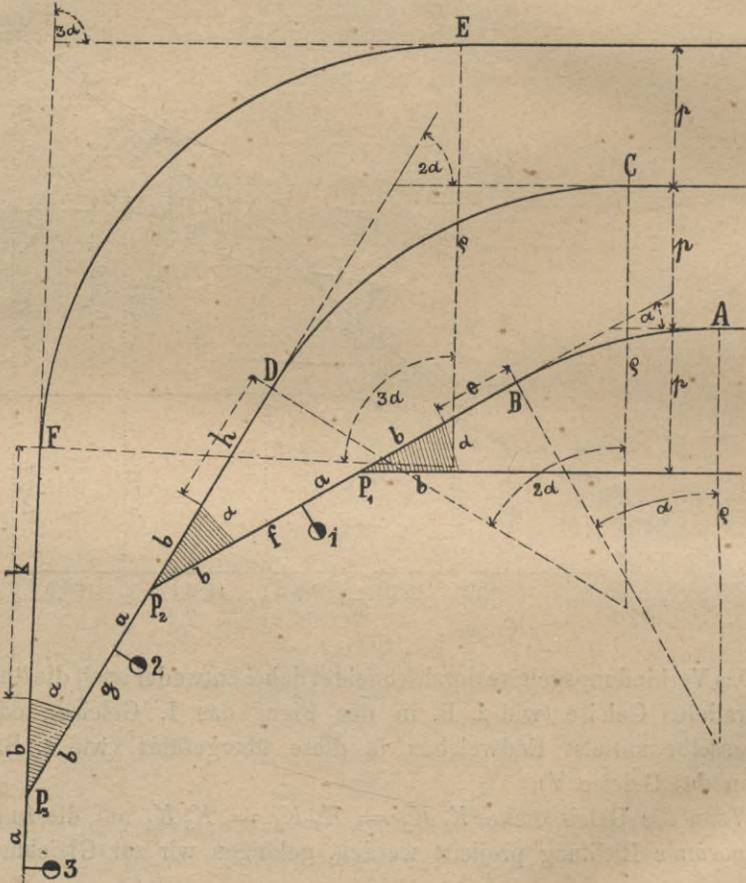
aus welcher die Formel:

$$g = \frac{p - (b + h) \sin \alpha - e (\cos \alpha - \cos \beta)}{\sin \beta} - u \quad (28)$$

folgt.

Die Aussteckung sowohl dieser, als der vorhergehenden Geleisverbindung ergibt sich aus Fig. 113 und 114 von selbst.

Fig. 113.



§. 21. Verbindung mehrerer concentrisch gekrümmter Geleise mit einander. Dieselbe kann auf analoge Weise erfolgen, wie bei parallelen geraden Geleisen. Anstatt die verschiedenen Varianten dieser, in der Praxis ohnedies sehr selten vorkommenden Geleisverbindungen detaillirt abzuhandeln, begnügen wir uns in Fig. 115 eine der im 5. Punkte des §. 20 ab-





2. Zur Bestimmung von  $g$  und  $\lambda$  projiciren wir den in sich geschlossenen Linienzug  $OGFEBP_2CDO$  auf die zu  $g$  normale Axe  $Z_3$ , wodurch wir die Gleichung:

$$o = (R + 2p) \cos(\alpha' + \xi' + \lambda) + \varrho [\cos(\alpha' + \xi') - \cos(\alpha' + \xi' + \lambda)] + (b_2' + f) \sin(\alpha' + \xi') - (a_1 - a_2) \sin(\alpha - \xi) - (b_1 + f) \sin \alpha - \varrho [\cos \alpha - \cos(\alpha + \delta)] - (R + p) \cos(\alpha + \delta)$$

beziehungsweise:

$$\cos(\alpha' + \xi' + \lambda) = \frac{1}{R + 2p - \varrho} \left\{ (R + p) \cos(\alpha + \delta) - \varrho [\cos(\alpha' + \xi') + \cos(\alpha + \delta) - \cos \alpha] + (a_1 - a_2) \sin(\alpha - \xi) + (b_1 + f) \sin \alpha - (b_2' + f) \sin(\alpha' + \xi') \right\} \quad (3)$$

erhalten.

Durch Projection desselben Linienzuges auf die Richtung von  $g$  gelangen wir zur Gleichung:

$$o = (R + 2p) \sin(\alpha' + \xi' + \lambda) - \varrho [\sin(\alpha' + \xi' + \lambda) - \sin(\alpha' + \xi')] - (b_2' + f) \cos(\alpha' + \xi') - (a_2' + g + b_2) + (a_1 - a_2) \cos(\alpha - \xi) + (b_1 + f) \cos \alpha + \varrho [\sin(\alpha + \delta) - \sin \alpha] - (R + p) \sin(\alpha + \delta)$$

aus welcher sich die Formel:

$$g = (R + 2p) \sin(\alpha' + \xi' + \lambda) + (a_1 - a_2) \cos(\alpha - \xi) + (b_1 + f) \cos \alpha - \left\{ \varrho [\sin(\alpha' + \xi' + \lambda) + \sin \alpha - \sin(\alpha' + \xi') - \sin(\alpha + \delta)] + (R + p) \sin(\alpha + \delta) + (b_2' + f) \cos(\alpha' + \xi') + a_2' + b_2 \right\} \quad (4)$$

ergibt.

3. Zur Bestimmung von  $h$  und  $\mu$  projiciren wir den in sich geschlossenen Linienzug  $OMLHP_3EFGO$  auf die zu  $h$  normale Axe  $Z_4$ , wodurch wir die Gleichung:

$$o = (R + 3p) \cos(\alpha' + \xi' + \mu) + \varrho [\cos(\alpha' + \xi') - \cos(\alpha' + \xi' + \mu)] + (b_2' + f) \sin(\alpha' + \xi') - (a_1' - a_2') \sin \xi' - (b_2' + f) \sin \alpha - \varrho [\cos \alpha' - \cos(\alpha' + \lambda)] - (R + 2p) \cos(\alpha' + \lambda)$$

beziehungsweise:

$$\cos(\alpha' + \xi' + \mu) = \frac{1}{R + 3p - \varrho} \left\{ (R + 2p) \cos(\alpha' + \lambda) + (a_1' - a_2') \sin \xi' - (b_2' + f) [\sin(\alpha' + \xi') - \sin \alpha] - \varrho [\cos(\alpha' + \xi') + \cos(\alpha' + \lambda) - \cos \alpha'] \right\} \quad (5)$$

erhalten.

Durch Projection desselben Linienzuges auf die Richtung von  $h$  erhalten wir:

$$o = (R + 3p) \sin(\alpha' + \xi' + \mu) - \varrho [\sin(\alpha' + \xi' + \mu) - \sin(\alpha' + \xi')] - (b_2' + f) \cos(\alpha' + \xi') - (a_2' + h + b_1') - (a_1' - a_2') \cos \xi' + (b_2' + f) \cos \alpha' + \varrho [\sin(\alpha' + \lambda) - \sin \alpha'] - (R + 2p) \sin(\alpha' + \lambda)$$

und hieraus:

$$h = (R + 3p) \sin (\alpha' + \xi' + \mu) + (b_2' + f) [\cos \alpha' - \cos (\alpha' + \xi')] - \{ q [\sin (\alpha' + \xi' + \mu) + \sin \alpha' - \sin (\alpha' + \xi') - \sin (\alpha' + \lambda)] + (a_1' - a_2') \cos \xi' + (R + 2p) \sin (\alpha' + \lambda) + a_2' + b_1' \} . \quad (6)$$

4. Zur Bestimmung von  $k$  und  $\nu$  projiciren wir den in sich geschlossenen Linienzug  $OQNP_4HLMO$  auf die zu  $k$  normale Axe  $Z_5$ , wodurch wir die Gleichung:

$$o = (R + 4p) \cos \nu + q (1 - \cos \nu) - (a_1' - a_2') \sin \xi' - (b_2' + f) \sin \alpha' - q [\cos \alpha' - \cos (\alpha' + \mu)] - (R + 3p) \cos (\alpha' + \mu)$$

beziehungsweise:

$$\cos \nu = \frac{1}{R + 4p - q} \left\{ (R + 3p) \cos (\alpha' + \mu) + (a_1' - a_2') \sin \xi' + (b_2' + f) \sin \alpha' - q [1 + \cos (\alpha' + \mu) - \cos \alpha'] \right\} . . . . . (7)$$

Wenn wir endlich denselben Linienzug auf die Richtung von  $k$  projiciren, gelangen wir zur Gleichung:

$$o = (R + 4p) \sin \nu - q \sin \nu - (k + b_1') - (a_1' - a_2') \cos \xi' + (b_2' + f) \cos \alpha' + q [\sin (\alpha' + \mu) - \sin \alpha'] - (R + 3p) \sin (\alpha' + \mu)$$

welche mit Bezug auf  $k$  aufgelöst, in:

$$k = (R + 4p) \sin \nu + (b_2' + f) \cos \alpha' - \{ q [\sin \alpha' + \sin \nu - \sin (\alpha' + \mu)] + (R + 3p) \sin (\alpha' + \mu) + (a_1' - a_2') \cos \xi' + b_1' \} . . . . . (8)$$

übergeht.

Bezüglich der Aussteckung dieser Geleisverbindung dürften unsere Bemerkungen über die Aussteckung von zur Verbindung von concentrisch gekrümmten Geleisen dienenden End- und Zwischenweichen genügende Aufklärung bieten.

**§. 22. Die Zusammenziehung paralleler Geleise.** Auf zweigeleisigen Bahnen hat der Bahnkörper an manchen Stellen nur die einem Geleise entsprechende Breite; anstatt in solchen Fällen das eine Geleise mittelst Endweichen in das andere

überzuführen, können an der betreffenden Stelle die Geleise auch auf die in Fig. 116 dargestellte Weise zusammengezogen werden.

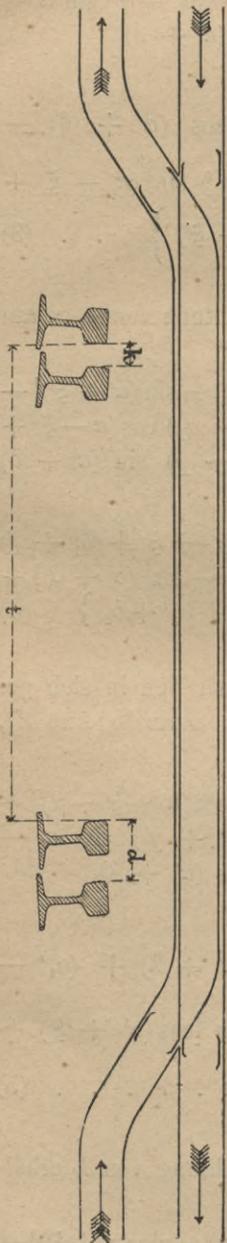
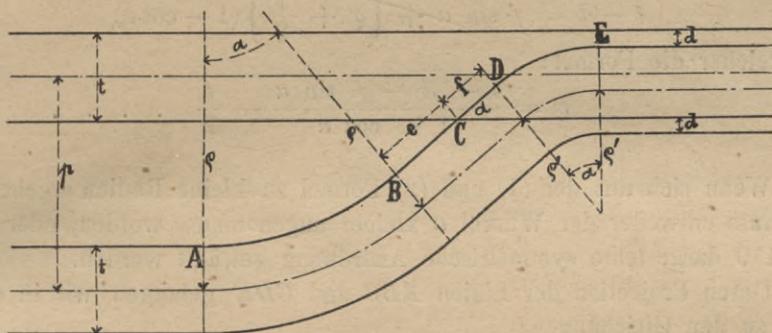


Fig. 116-117.

Der Spielraum zwischen den benachbarten Schienen beider Geleise ( $k$  in Fig. 117) muss dabei, um die Spurkränze der Räder anstandslos durchzulassen, mindestens so gross genommen werden, wie an der Wechselwurzel üblich, jedoch ist es gerathener, denselben grösser, etwa so gross, wie bei Wegetübergängen zu nehmen, damit die Spurkränze auch dann Platz finden, wenn der Raum zwischen den Schienen durch Schotter etc. etwas verengt wäre.

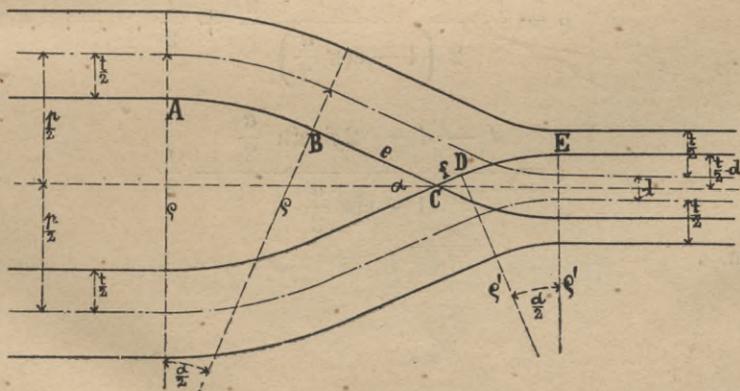
Fig. 118.



Wenn  $k$  festgesetzt ist, erhalten wir durch einfache Addition der Schienenkopfbreite auch die Dimension  $d$ .

In Fig. 118 ist der äussere Theil der Geleiszusammenziehung in grösserem Massstabe dargestellt.

Fig. 119.



Um die vorhandenen Herzstücke benutzen zu können, erscheint es zweckmässig, den Winkel  $\alpha$  dem Kreuzungswinkel der normalen Weiche gleichzusetzen;  $e$  und  $f$  müssen womöglich mit minimalem Werthe festgesetzt werden. Es bleiben also als Unbekannte bloss  $e$  und  $e'$ .

Bei Projection der Linie  $ABC$  auf die zu den Geleisen normale Richtung, ist:

$$p - t = \left( e - \frac{t}{2} \right) (1 - \cos \alpha) + e \sin \alpha,$$

woraus sich:

$$e = \frac{p - t - e \sin \alpha}{1 - \cos \alpha} + \frac{t}{2} \dots \dots \dots (1)$$

Durch Projection der Linie  $CDE$  auf dieselbe Richtung gelangen wir ferner zur Gleichung:

$$t - d = f \sin \alpha + \left( e' + \frac{t}{2} \right) (1 - \cos \alpha)$$

aus welcher die Formel:

$$e' = \frac{t - d - f \sin \alpha}{1 - \cos \alpha} - \frac{t}{2} \dots \dots \dots (2)$$

folgt.

Wenn sich aus der (1) und (2) Formel zu kleine Radien ergeben sollten, muss entweder der Winkel  $\alpha$  kleiner angenommen werden, oder die in Fig. 119 dargestellte symmetrische Anordnung gewählt werden.

Durch Projection der Linien  $ABC$  und  $CDE$  gelangen wir in diesem Falle zu den Gleichungen:

$$\frac{p - t}{2} = \left( e - \frac{t}{2} \right) \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) + e \sin \frac{\alpha}{2}$$

und:

$$\frac{t - d}{2} = f \sin \frac{\alpha}{2} + \left( e' + \frac{t}{2} \right) \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)$$

aus welchen sich die Formeln:

$$e = \frac{p - t - 2e \sin \frac{\alpha}{2}}{2 \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)} + \frac{t}{2} \dots \dots \dots (3)$$

$$e' = \frac{t - d - 2f \sin \frac{\alpha}{2}}{1 - \cos \frac{\alpha}{2}} - \frac{t}{2} \dots \dots \dots (4)$$

ergeben.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW







Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-15363

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000300152