Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières

Herausgeber: Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres

Band: 33 (1935)

Heft: 2

Artikel: Les déformations provenant du déréglage du pantographe

Autor: Bachmann, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-195299

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 04.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Für das ganze Landesgebiet ergeben sich also die mittleren Flächenfehler zu:

1. Maßstab 1 : 1000 $M_F = \pm 59 \text{ m}^2 \sqrt{147500} \sim 2\frac{1}{4}$ ha

2. Maßstab 1 : 2000 $M_F = \pm 519 \text{ m}^2 \sqrt{36875} \sim 10$ ha

Wir konstatieren also, daß der mittlere Flächenfehler einer durch Summation der Flächeninhalte der einzelnen Planblätter gewonnenen Landesfläche nur 1—2% der systematischen Flächenfehler ausmacht. Dieses der Größenordnung nach starke Ueberwiegen der systematischen gegenüber den zufälligen Fehlern kann aber nur bei der Ermittlung einer möglichst genauen Landesfläche Bedeutung erlangen. An Grundbuchflächen eine Korrektur einführen zu wollen, hat keinen Zweck, weil diese Korrekturen, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, wirtschaftlich belanglos sind.

Les déformations provenant du déréglage du pantographe.

Je ne crois pas qu'il existe une théorie d'erreur du pantographe, ce qui est facilement compréhensible puisque l'on n'en avait probablement jamais l'emploi. Les pantographes sont perfectionnés à un tel point que les erreurs provenant d'un réglage imparfait sont si petites qu'elles sont absolument négligeables.

Dans la pratique il existe pourtant des cas où l'on est forcé de dérégler le pantographe pour que la réduction puisse se faire. Si l'on emploie par exemple des anciens plans cadastraux comme base pour des levés topographiques on est généralement forcé de réduire par petites parties et en outre le pantographe doit généralement être dé-

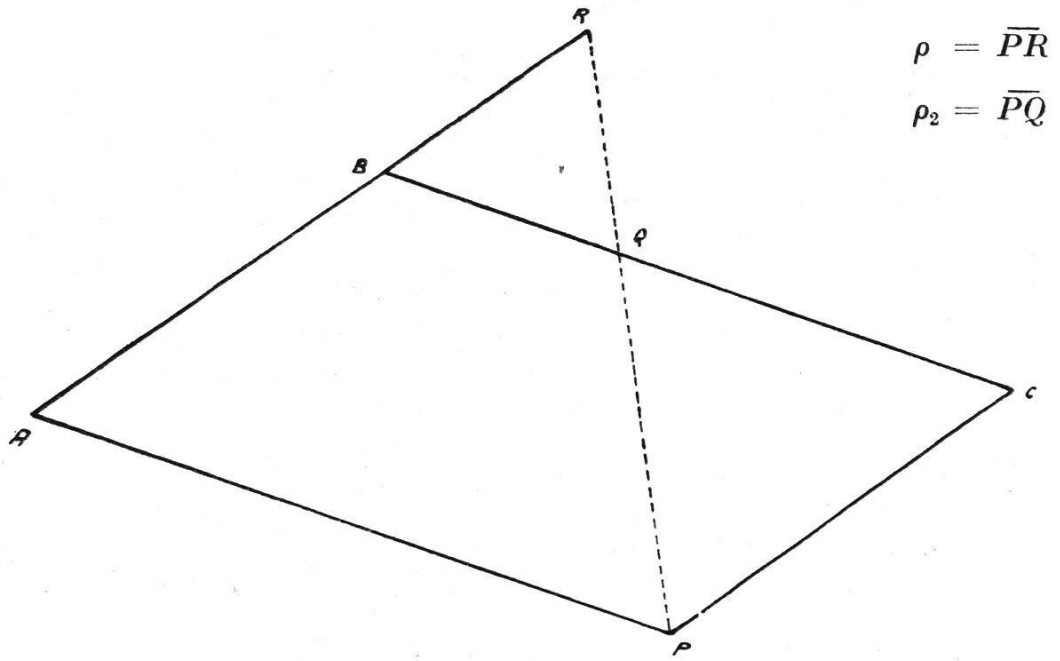

fig. 1.

réglé pour que la réduction puisse se faire. Ce déréglage donne lieu à certaines déformations de la figure réduite et c'est justement dans ce but-là qu'on le fait. Ce sont ces déformations-là que je veux étudier dans cet article.

Dans le cas normal (pantographe réglé) nous avons les relations suivantes, bien connues:

Le rapport ρ_2/ρ est toujours constant et porte le nom de « rapport de réduction », d'autre part les trois points P Q et R sont toujours en ligne droite, ce qui donne lieu à des figures semblables (voir fig. 1). Si le pantographe est déréglé, ce rapport n'est plus constant, il varie avec la distance $\overline{PR}$, en outre il résulte de ce déréglage encore une déformation angulaire de la figure réduite, les trois points P, Q et R ne sont généralement plus en ligne droite comme c'est le cas dans la position normale du pantographe. Je distingue donc entre déformation angulaire et déformation linéaire:

1) *Les déformations linéaires* (fig. 2).

$a = \overline{AR} = \overline{BC} = \overline{AP}$

$b = \overline{AB}$ $\quad e = \overline{BQ}$ $\quad g = \overline{PC}$

$c = \overline{BR}$ $\quad f = \overline{CQ}$ $\quad \mu = \overline{QD}$

$\rho = \overline{PR}$ $\quad \rho_1 = \overline{PB}$ $\quad \rho_2 = \overline{PQ}$

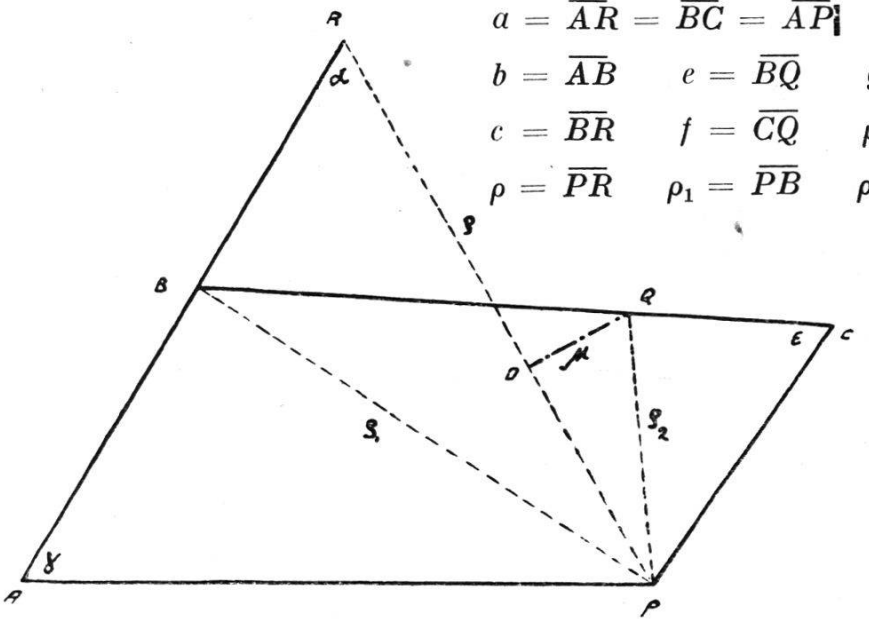

fig. 2.

$$\rho^2 = 2\,a^2\,(1 - \cos\gamma)$$

$$\therefore \cos\gamma = \frac{2\,a^2 - \rho^2}{2\,a^2}$$

$$\rho_1{}^2 = a^2 + b^2 - 2\,a\,b\cos\gamma$$

$$= a^2 + b^2 - \frac{b}{a}\,(2\,a^2 - \rho^2)$$

$$\rho_1{}^2 = (a - b)^2 + \frac{b}{a}\,\rho^2$$

Posons: $(a - b)^2 = A_1$

$\frac{b}{a} = B_1$

(1) $$\underline{\rho_1{}^2 = A_1 + B_1\,\rho^2}$$

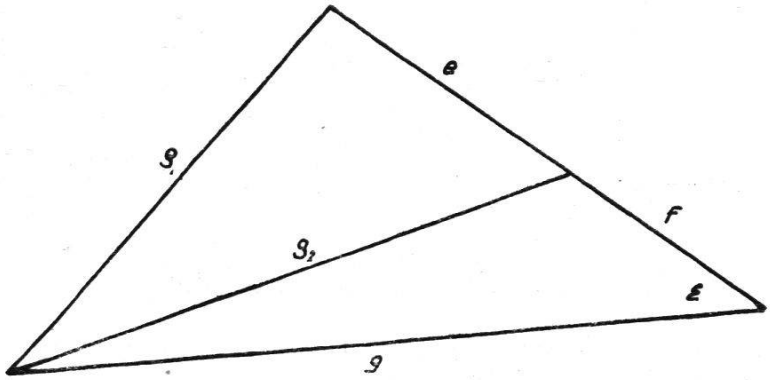

fig. 3.

$$\rho_1^2 = a^2 + g^2 - 2\,a\,g \cdot \cos \epsilon$$

$$\therefore \cos \epsilon = \frac{a^2 + g^2 - \rho_1^2}{2\,a\,g}$$

$$\rho_2^2 = g^2 + f^2 - 2\,g\,f \cdot \cos \epsilon$$

$$= g^2 + f^2 - \frac{f}{a}(a^2 + g^2) + \frac{f}{a}\rho_1^2$$

Posons: $g^2 + f^2 - \frac{f}{a}(a^2 + g^2) = A_2$

$$\frac{f}{a} = B_2$$

$$\rho_2^2 = A_2 + B_2\,(A_1 + B_1\,\rho^2)$$

(2) $$\underline{\rho_2^2 = A_1\,B_2 + A_2 + B_1\,B_2\,\rho^2}$$

Posons: $A_1\,B_2 + A_2 = C$

$$B_1\,B_2 = K^2$$

(3) $$\underline{\rho_2^2 = K^2\,\rho^2 + C}$$

Si nous représentons cette fonction graphiquement en portant sur l'axe des x les ρ et sur l'axe des y les ρ_2, nous obtenons des hyperboles. Les coéf. angul. des asymptotes seront $\pm K$ et les ségments découpés sur l'axe des y seront $\pm\sqrt{C}$.

2) *Les déformations angulaires* (voir fig. 2).

$$\cos \alpha = \frac{\rho}{2\,a} \qquad \sin \alpha = \frac{\sqrt{4\,a^2 - \rho^2}}{2\,a}$$

$$\frac{\rho_1}{\sin \alpha} = \frac{c}{\sin \beta}$$

(4) $$\sin \beta = \frac{c \sin \alpha}{\rho_1} = \frac{c\sqrt{4\,a^2 - \rho^2}}{2\,a\,\rho_1}$$

(5) $$\cos \beta = \frac{\rho - c \cos \alpha}{\rho_1} = \frac{\rho\,(2\,a - c)}{2\,a\,\rho_1}$$

$$x + y = \rho_1$$

$$x - y = \frac{e^2 - \rho_2^2}{\rho_1} \qquad (7) \quad x = \frac{\rho_1^2 + e^2 - \rho_2^2}{2\,\rho_1}$$

$$(6) \quad h = \sqrt{e^2 - x^2} \qquad (8) \quad y = \frac{\rho_1^2 - e^2 + \rho_2^2}{2\,\rho_1}$$

$$(9) \qquad \underline{\mu = -y \sin \beta + h \cdot \cos \beta}$$

Les formules 4—9 nous permettent de calculer la déformation angulaire pour tous les déréglages du pantographe.

A l'aide de ces données nous pouvons étudier la déformation d'une figure réduite $q\,c\,q$, ce que je montrerai dans la seconde partie. Je me bornerai pourtant à l'étude de figures uniquement rectilignes vu que ce sont pour ainsi dire les seules qui nous intéressent. Soit P un point de l'original et soit P' le point correspondant dans la réduction, dans le cas où le pantographe est réglé. Soit P_1 le « point réduit » après déréglage. A l'aide de nos formules 3 à 9 nous pouvons déterminer ρ_2, μ, λ, Δ ce qui nous permet de trouver la position du point P_1 (fig. 4).

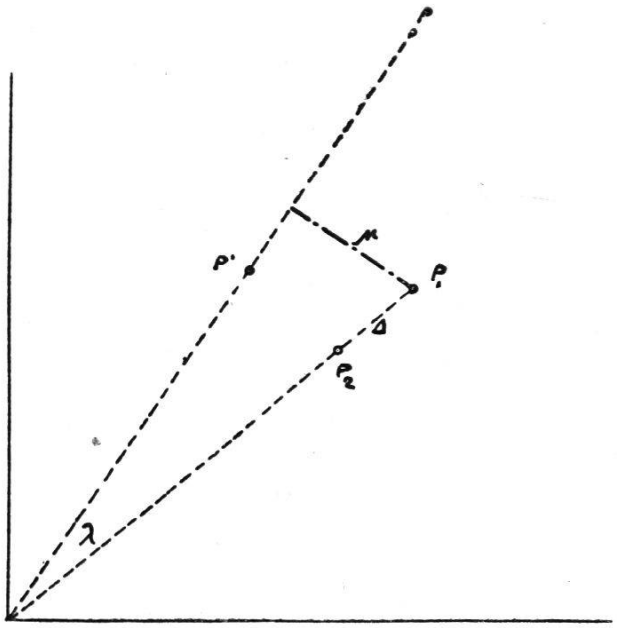

fig. 4.

Les différentes possibilités de déréglage.

1) Le déréglage se fait au point C. Je pars de la position normale du pantographe en prenant le cas de la réduction d'un plan qui est à l'échelle de 1:1000 pour le réduire à celle de 1:2500. En outre je donne à a la valeur de 96 cm. Pour le cas normal nous obtenons donc les données suivantes:

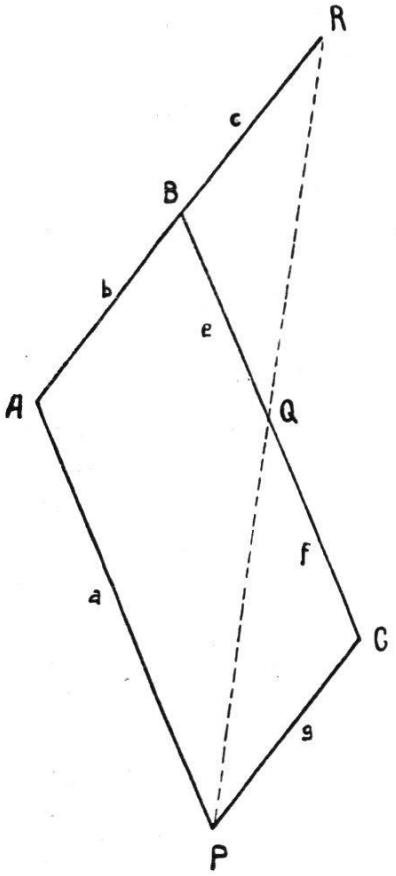

fig. 5.

$a = 96 \text{ cm} = \overline{AP} = \overline{AR} = \overline{BC}$
$b = 38{,}4$
$c = 57{,}6$
$e = 57{,}6$
$f = 38{,}4$
$g = 38{,}4$

Nous déréglons le pantographe au point C en donnant à g un accroissement Δb. Nous posons donc: $g = b + \Delta b$

$$\rho^2{}_2 = K^2 \rho^2 + C$$
$$K^2 = B_1 B_2$$
$$C = A_1 B_2 + A_2$$

En introduisant les valeurs numériques dans ces formules nous obtenons:

$$K^2 = 0{,}16$$

Il est intéressant de remarquer que K est égal au rapport de réduction. Ceci nous simplifie considérablement les calculs, étant donné que nous devons avoir $C = 0$ pour $\Delta b = 0$

Il s'en suit que dans la formule pour ρ_2 la somme de tous les termes qui ne contiennent pas Δb ou une de ses puissances, est égal à zéro.

$$C = A_1 B_2 + A_2$$

$$= (a-b)^2 \frac{f}{a} + g^2 + f^2 - \frac{f}{a}(a^2 + g^2)$$

$$g = b + \overline{\Delta b}$$

$$C = 2\,b \cdot \overline{\Delta b} + \overline{\Delta b}^2 - \frac{f}{a}(2\,b \cdot \overline{\Delta b} + \overline{\Delta b}^2)$$

$$= 2\,b\left(1 - \frac{f}{a}\right)\overline{\Delta b} + \left(1 - \frac{f}{a}\right)\overline{\Delta b}^2$$

$$\rho_2{}^2 = 0{,}16\,\rho^2 + 2\,b\left(1 - \frac{f}{a}\right)\overline{\Delta b} + \left(1 - \frac{f}{a}\right)\overline{\Delta b}^2$$

$$\underline{\rho_2{}^2 = 0{,}16\,\rho^2 + 46{,}08\,\overline{\Delta b} + 0{,}6\,\overline{\Delta b}^2}$$

Avant de passer aux déformations angulaires je veux étudier cette formule en donnant des valeurs numériques à $\overline{\Delta b}$. Pour un premier calcul j'ai choisi $\Delta b = +10$, $+20$, $+30$ et -10 cm. Bien entendu, ces déréglages de 10, 20 et de 30 cm n'ont aucun sens pratique. Je les ai uniquement choisis si grands pour mieux faire voir les déformations

qui en résultent. Dans la pratique Δb ne doit guère dépasser quelques mm, sinon on ne peut plus parler d'une réduction, ce sera plutôt une transformation du plan original.

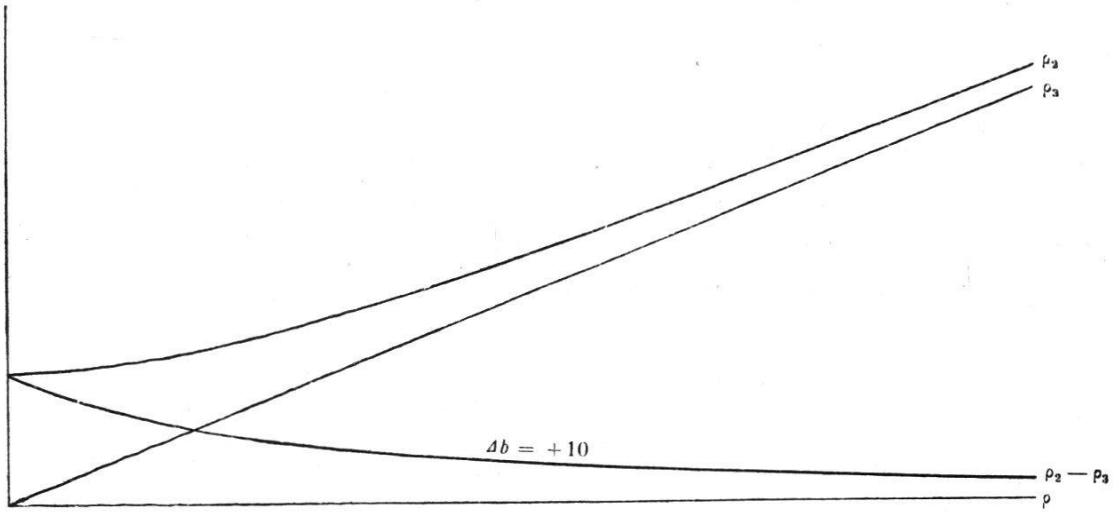

fig. 6.

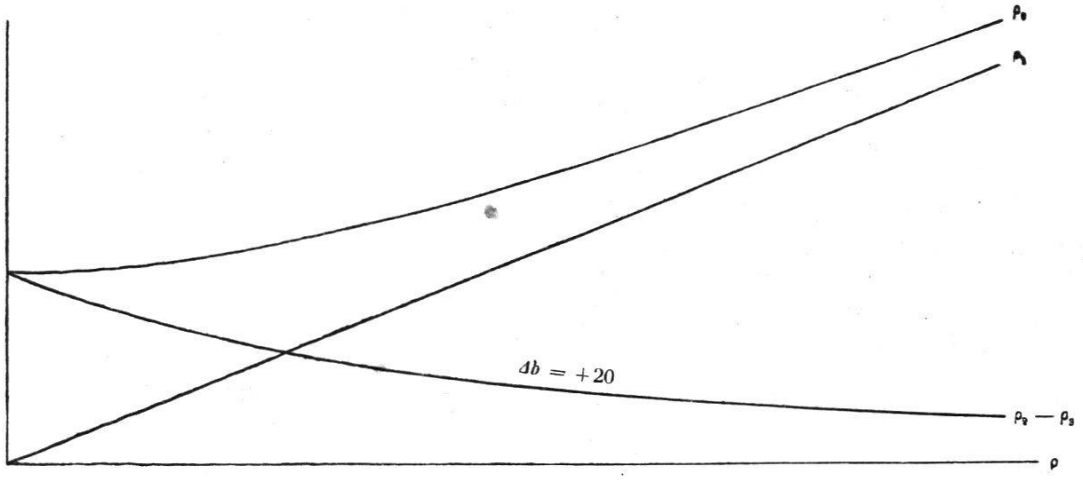

fig. 7.

Si le pantographe était réglé, c'est-à-dire si Δb était égal à zéro, nous aurions $\rho_3 = 0{,}4\ \rho$. En donnant des valeurs numériques à ρ je calcule successivement les valeurs correspondantes de ρ_2. Je représente les deux fonctions $\rho_2{}^2 = 0{,}16\ \rho^2 + 520{,}8$ et $\rho_3 = 0{,}4\ \rho$ sur un graphique en portant sur l'axe des x les ρ et sur l'axe des y les ρ_2 (ρ_3). La différence des ordonnées me donne la déformation linéaire pour chaque valeur de ρ. Pour $\Delta b = +20, +30, -10$ cm je procède de la même façon. Les formules y relatives sont pour:

$$\Delta b = +20 \text{ cm} \qquad \rho_2{}^2 = 0{,}16\ \rho^2 + 1161{,}6$$
$$\Delta b = +30 \qquad \rho_2{}^2 = 0{,}16\ \rho^2 + 1922{,}4$$
$$\Delta b = -10 \qquad \rho_2{}^2 = 0{,}16\ \rho^2 - 400{,}8$$

Toutes ces courbes représentent des hyperboles, ce que j'ai déjà montré dans la première partie.

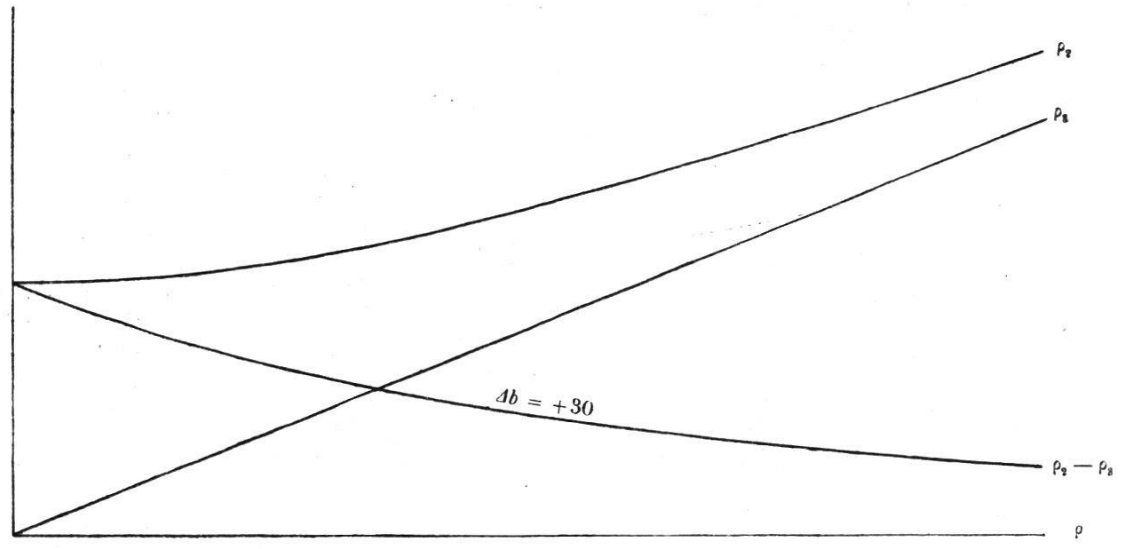

fig. 8.

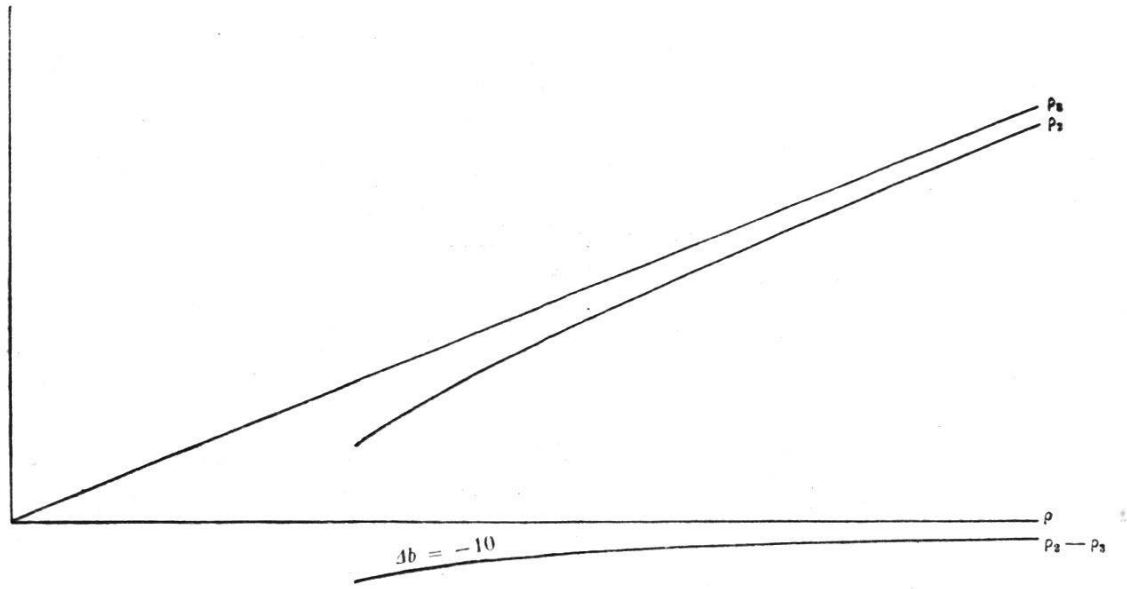

fig. 9.

Il est intéressant de remarquer que dans la formule pour $\Delta b = -10$ cm le terme constant est négatif, donc ρ_2 existe seulement si $0{,}16\,\rho^2 - 400{,}8 > 0$. Ceci s'explique facilement, si nous faisons une figure, nous verrons aussitôt que si ρ ne remplit pas cette condition, la construction est impossible ce qui veut dire que le cas est pratiquement irréalisable.

Les résultats de ces calculs sont reproduits sur les graphiques 6 à 10 (échelle 1/20). Figure 10 nous donne seulement les déformations ce qui facilitera la comparaison entre les différentes valeurs. Nous voyons que les différences $\rho_2 - \rho_3$ portent le même signe que Δb. En outre elles augmentent si ρ décroit. La variation de ρ_2 est particulièrement grande si ρ est petit. Si nous voulons calculer les déformations linéaires pour des cas qui arrivent dans la pratique, nous procédons absolument de la même façon; il en résulte toutefois que celles-ci sont

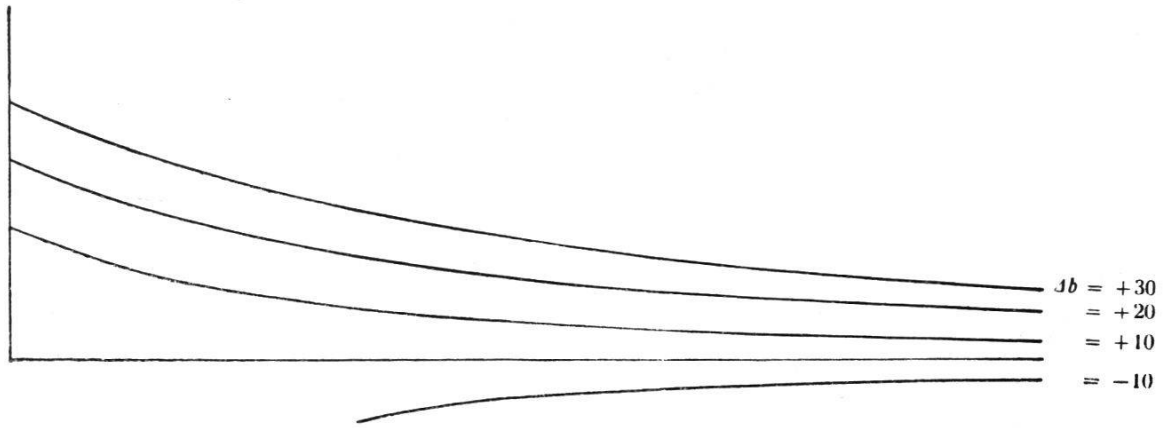

fig. 10.

beaucoup plus petites. J'ai choisi ces « chiffres immenses » uniquement pour mieux faire ressortir les résultats.

Calculons à présent les déformations angulaires.

(4) $$\sin \beta = \frac{c\sqrt{4\,a^2 - \rho^2}}{2\,a\,\rho_1}$$

(6) $$h = \sqrt{\rho_2{}^2 - y^2}$$

(5) $$\cos \beta = \frac{\rho\,(2\,a - c)}{2\,a\,\rho_1}$$

(8) $$y = \frac{\rho_1{}^2 + \rho_2{}^2 - e^2}{2\,\rho_1}$$

(9) $$\mu = -\,y \sin \beta + h \cdot \cos \beta$$

En introduisant les valeurs numériques nous obtenons:

$$y = \frac{0{,}56\,\rho^2 + 46{,}08\,\overline{\Delta b} + 0{,}6\,\overline{\Delta b}^2}{2\sqrt{3317{,}76 + 0{,}4\,\rho^2}}$$

$$\sin \beta = \frac{57{,}6\,\sqrt{36864 - \rho^2}}{192\sqrt{3317{,}76 + 0{,}4\,\rho^2}}$$

$$\cos \beta = \frac{134{,}4\,\rho}{192\sqrt{3317{,}76 + 0{,}4\,\rho^2}}$$

Nous voyons donc que les formules qui nous donnent sin β et cos β ne contiennent pas $\overline{\Delta b}$. Il nous faut donc calculer sin β et cos β qu'une seule fois en fonction de ρ et elles peuvent être employées pour n'importe quel $\overline{\Delta b}$, ce qui nous facilite considérablement les calculs. Les résultats de ces calculs pour $\Delta b = +10$, $+20$, -10 cm sont représentés sur la figure 11. Les déformations angulaires étant relativement petites par rapport aux valeurs correspondantes de ρ, j'ai choisi l'échelle des μ dix fois plus grande que celle des ρ.

Il faut remarquer que la déformation angulaire pour $\Delta b = -10$ est négative, c'est-à-dire, elle se produit dans le sens inverse par rapport aux valeurs obtenues pour $\Delta b > 0$. Les calculs sont faciles à faire

si nous commençons par les déformations linéaires. Nous obtenons alors pour chaque valeur de ρ les valeurs de ρ_1 et de ρ_2 que nous pouvons employer pour le calcul des déformations angulaires en appliquant la formule 8.

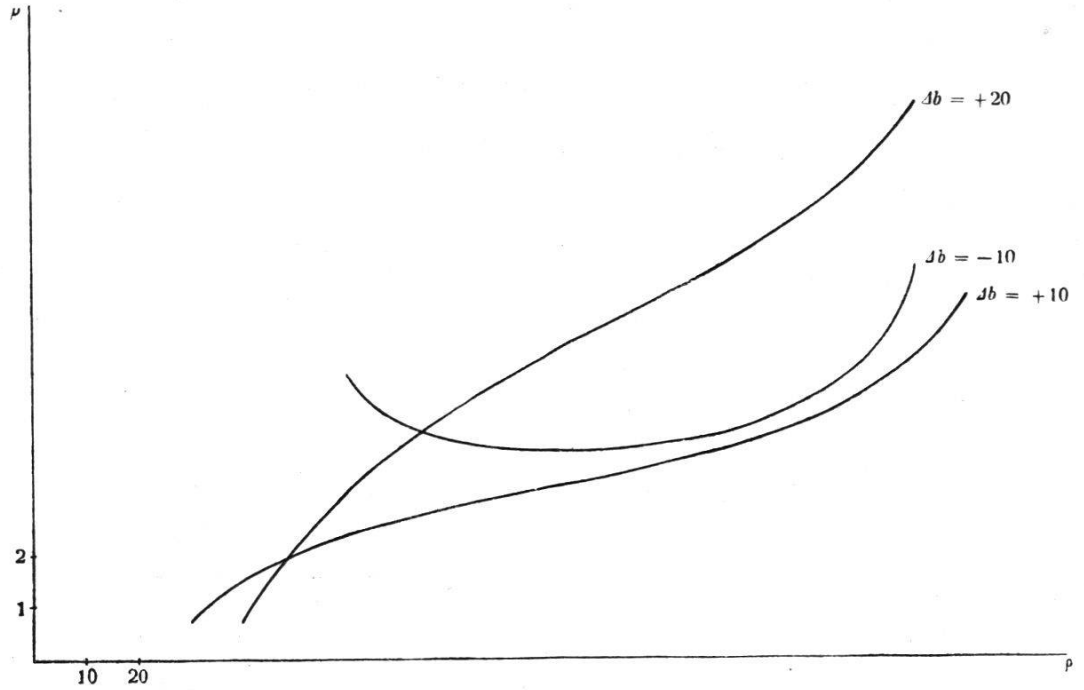

fig. 11.

Tous ces éléments peuvent naturellement se déterminer graphiquement à l'aide du pantographe. Le calcul a cependant l'avantage qu'i nous donne les résultats justes pour n'importe quelle grandeur de déréglage, ce qui n'est pas le cas avec le procédé graphique si le déréglage est petit.

2) Le déréglage se fait au point B. Ici je me bornerai d'établir les formules y relatives sans représenter le résultat graphiquement comme je l'ai fait dans 1).

Je pose: $b = g + \overline{\Delta g}$ $\quad c = a - (g + \overline{\Delta g})$

$$\rho_2^2 = -46{,}08\,\overline{\Delta g} + 0{,}4\,\overline{\Delta g}^2 + 0{,}4\left(0{,}4 + \frac{\overline{\Delta g}}{96}\right)\rho^2$$

La différence essentielle de cette formule avec celle trouver sous 1) est, que le coefficient de ρ varie avec la grandeur du déréglage, ce qui précédemment n'était pas le cas en déréglant au point C; en outre l'angle β est fonction de $\overline{\Delta g}$. Pour déterminer μ nous emploirons à nouveau les formules 4, 5, 6 et 8 qui s'applique de la même façon.

3) Le déréglage se fait au point Q. Les formules y affairantes sont, en donnant à f la valeur $f' = f + \Delta f$

$$\rho_1^2 = 3317{,}76 + 0{,}4\,\rho^2$$

$$\rho_2^2 = \overline{\Delta f}^2 + 0{,}4\left(0{,}4 + \frac{\Delta f}{96}\right)\rho^2$$

A l'aide de ces données nous pouvons étudier n'importe quelle déformation. Les possibilités de déformer se multiplient encore si l'on combine les cas 1) 2) et 3) entre eux.

Genève, le 30 novembre 1934. *W. Bachmann.*

Die Bewirtschaftung entwässerten Landes.

Nach einem Vortrag von *H. Keller.*

(Vortrag mit Vorführung des S.G.G.-Filmes, gehalten von Hans Keller, Geschäftsleiter der Schweiz. Genossenschaft für Gemüsebau, S.G.G., Kerzers, anläßlich der Jahresversammlung der Schweiz. Gesellschaft für Kulturtechnik am 11. November 1934 in der Aula der Universität Neuenburg.)

Die Entwässerung des Landes kostet Geld. Dieses Geld muß durch die nachfolgende zweckmäßige Bebauung wieder heraus gebracht werden.

Sie, die Herren der Technik und Unternehmung, haben Ihr Geld für die Entwässerung schon bekommen. Und nun sagen Sie zu uns Landwirten: So, da ist das entwässerte Land und nun schaut zu, wie Ihr Euch da tummelt und wirtschaftet und den Zins und Euren Verdienst herausbringt.

Viele Techniker und Unternehmer sind auch den Bebauern geschätzte Berater.

Die Bearbeitung beginnt. Vorab gehen die „Landhungrigen" mit viel Mut und Zuversicht sofort an die Arbeit. Da muß aber von Jahr zu Jahr klug berechnet werden, sonst erfolgt unfehlbar das „Verbluten" nach zwei bis drei Jahren. Andere sind zurückhaltender, vorsichtiger. Und wieder andere sind Zauderer und lassen das entwässerte Land jahrelang ohne Bebauung liegen, bis eventuell die Behörden wegen der bezahlten Subvention einschreiten. Es fehlt vielleicht an genügenden Gespannen oder sie fürchten die zu erwartenden Verluste.

Wie erfolgt die Bewirtschaftung?

Wir sehen vor uns die Flächen. Die zugedeckten Drainstränge sind deutlich sichtbar; sie führen über Ebenen, durch alte Gräben, über Unebenheiten und Bodenwellen, durch Gestrüppe und Farne etc. Der alte Bestand zeigt wechselnd Besenried, Rüsterstaude, Platterbse, Wicke, zähe Bösche von Sauergräsern, spärliche Seggen, Heidekraut, Gebüsch usf. Von diesem Bestand kann auf die Qualität des Bodens geschlossen werden. Es entsteht die Frage: *Umbruch oder Berasung?*

Nur in seltenen Fällen kommt das letztere in Betracht: z. B. auf gut klee- und grasfähigem Boden, in Voralpenlagen, auf kleineren Stücken etc. Es gibt auch Wiesenritzersämaschinen zum Eindrillen der Klee- und Grassaat in die alten Bestände. Diese Maschinen sind nur in einigen Exemplaren in der Schweiz verbreitet. Sie sind bald defekt, denn sie halten dem zähen Rasen nicht Stand.