Das Prinzip der Isostasie und seine Verwendung in der Geodäsie [Fortsetzung]

Autor(en): **Baeschlin, C.F.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie**

Band (Jahr): **48 (1950)**

Heft 11

PDF erstellt am: **25.07.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-207457

SCHWEIZERISCHE ZEITSCHRIFT FÜR

VERMESSUNG UND KULTURTECHNIK

Revue technique Suisse des Mensurations et du Génie rural

Herausgeber: Schweiz. Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik. Offiz. Organ der Schweiz. Gesellschaft f. Photogrammetrie

Editeur: Société Suisse de Mensuration et du Génie rural. Organe officiel de la Société Suisse de Photogrammétrie

REDAKTION: Dr. h. c. C. F. BAESCHLIN, Professor, Zollikon (Zürich)

Redaktionsschluß: Am 1. jeden Monats

Expedition, Administration und Inseratenannahme: BUCHDRUCKEREI WINTERTHUR AG.
Schluß der Inseratenannahme am 6. jeden Monats

NR. 11 • XLVIII. JAHRGANG
der „Schweizerischen Geometer-Zeitung“
Erscheinend am 2. Dienstag jeden Monats
14. NOVEMBER 1950
INSERATE: 25 Rp. per einspalt. mm-Zeile.
Bei Wiederholungen Rabatt gemäß spez. Tarif

ABONNEMENTE:
Schweiz Fr. 15.—, Ausland Fr. 20.— jährlich
Für Mitglieder der Schweiz. Gesellschaft für Photogrammetrie Fr. 10.— jährlich
Unentgeltlich für Mitglieder des Schweiz. Vereins f. Vermessungswesen u. Kulturtechnik

Das Prinzip der Isostasie und seine Verwendung in der Geodäsie

Von C. F. Baeschlin, Zollikon

(Fortsetzung)

Hier ist nun der Ort, die physikalischen Konsequenzen dieser drei verschiedenen Annahmen einer näheren Prüfung zu unterziehen. Da der wirkliche Zustand der Dichteverteilung in der Erdrinde unter Voraussetzung isostatischer Verteilung der Massen aus der Zusammensetzung der angenommenen Dichte Θ_0 und der eventuell an derselben Stelle sich ergebenden Dichte der Kompensation hervorgeht, erkennen wir, daß für den Landfall die wirkliche, der Rechnung zugrunde gelegte Dichte der Topographie im Falle a1 und b gleich $\Theta_0 + \vartheta_K$ ist, wo ϑ_K negativ und eine Funktion von h ist. Es wird also bei diesen Annahmen festgelegt, daß die mittlere Dichte der Landtopographie um so kleiner werde, je höher das Gebirge sei. Verschiedene Geologen bestreiten, daß ein so einfacher Zusammenhang zwischen der Höhe und der Dichte dem mittleren Zustand auf der Erde entspreche. Für den Landfall führt die Annahme a2 und die Airy-Hypothese zu einer konstanten Dichte der Topographie, Θ_0, unabhängig von der Höhe der Gebirge. Dagegen tritt beim Falle a2 am Geoid eine Unstetigkeit der Dichte vom Betrage $\vartheta_K = - \Theta_0 \dfrac{h}{T}$ auf. Solch eine Unstetigkeit der Dichte tritt aber auch bei der Airyschen Hypothese auf, nur liegt diese Unstetigkeit vom Betrage 0.60 in beträchtlicher Tiefe unter dem Meeresniveau. Dagegen führt der Fall a2 für eine Ozeansäule zu einer unmöglichen Konsequenz. Die wirkliche Dichte des Meeres ist nämlich für diesen Fall

$$\Theta_w + \vartheta_K$$

wo ϑ_K positiv und Funktion der Meerestiefe t ist. Das widerspricht ersichtlich den Tatsachen, da die Dichte des Meeres konstant ist, unabhängig von der Meerestiefe. Der Ozeanfall a2 muß daher ausgeschaltet werden.

Der allerdings sehr seltene Fall einer Depression im kontinentalen Fall führt für die Fälle a1 und a2 zu dem Widerspruch, daß die Dichte der Luft, die wir gleich Null setzen, gleich ϑ_K sein müßte; in diesem Falle ist ϑ_K positiv. Die große Seltenheit solcher Depressionsgebiete kann mit dieser Inkonsequenz versöhnen; vom rein physikalischen Standpunkt aus werden sie aber dadurch für den Landfall a1 und a2 ausgeschaltet.

Nach diesen Betrachtungen bleibt also nur der Fall a1 für Ozeanverhältnisse und der Fall b nach Hayford sowohl für Land- wie für Ozeansäulen übrig, sofern nicht der Einwand der Geologen, daß die Dichte der Gebirge nicht allgemein gleich

$$\Theta_0 \frac{T - h}{T}$$

gesetzt werden dürfe, zu einer Ausschließung jeder Hypothese führt, bei der Θ_T in Abhängigkeit von der Höhe gesetzt wird.

Dagegen besteht gegen die Annahme b) von Hayford der ernst zu nehmende Einwand, daß hier die Ausgleichsfläche keine Niveaufläche ist. Wenn allerdings das Sial bis zu Tiefen $T + t$ herabreicht, hat das gar keine weiteren Nachteile, da nach der Entfernung der Topographie und der Kompensation, die wir zur Erzielung des Normalzustandes später vornehmen werden, im Sial keine Unstetigkeitsfläche erzeugt wird. Die Unstetigkeitsfläche zwischen Sial und Sima, die tiefer als $T + t$ liegt, ist dann eine Niveaufläche. Wenn aber das Sima höher liegt als $T - t$, dann entsteht nach der Entfernung der Topographie und der Kompensation eine Unstetigkeitsfläche der Dichte, die keine Niveaufläche ist. Dies ist vom Standpunkt der Hydrostatik aus unmöglich. Aus diesem Grunde lehne ich die Hayfordsche Annahme über die Lage der Kompensation ab, denn die Erfahrungen mit der Airyschen Hypothese zeigen, daß die Größe T_0, die die Tiefe der Unstetigkeitsschicht nach der Entfernung der Topographie und der Kompensation definiert, kaum tiefer als allerhöchstens 50 km unter dem Meeresniveau liegt. Da aber bei der Anwendung der Hayfordschen Annahme b), z. B. von Hayford selber $T = 113.7$ km angenommen wird, kommen wir zu dem physikalisch unmöglichen Fall. Es bleibt daher unter gewissen Einschränkungen von den

3 Fällen der Prattschen Isostasie nur der Fall a1 übrig. Dieser Fall ist denn auch den neuen Tafeln von *P. Lejay*[1] zugrundegelegt.

Falls der Einwand der Geologen ernst genommen werden muß, daß es unangängig sei, die Dichte der Gebirge in Abhängigkeit von deren Höhe anzusetzen, bleibt für die Prattsche Isostasie nur der Fall a2 für den Landfall und a1 für den Ozeanfall übrig. Es ist aber stoßend für den Land- und den Ozeanfall, zwei verschiedene Grundlagen zu verwenden. Vorläufig bietet sich aber für die Prattsche Isostasie die Annahme a1; daneben bleibt die Airysche Hypothese, die vom hydrostatischen Standpunkt aus keine Angriffspunkte bietet; es bleibt für sie nur der wenig wichtige Einwand, daß auch sie im Falle einer Depression im Landfall statt der Dichte Null für die Luft ϑ_K zur Folge hat.

Bevor wir zur sphärischen Auffassung der Isostasie übergehen, wollen wir den Abstand der Schwerpunkte von Topographie und Kompensation für die ebene Auffassung untersuchen.

Annahme a1. Der Schwerpunkt der Topographie liegt um $T + \frac{h}{2}$, respektive $T - \frac{t}{2}$ über der Ausgleichsfläche, während der Schwerpunkt der Kompensation um $\frac{T+h}{2}$ respektive $\frac{T-t}{2}$ über dieser Fläche liegt. Der Abstand der Schwerpunkte, l, ist daher allgemein

$$l = \frac{T}{2} \tag{9a}$$

Wenn also die Tiefe der Ausgleichsfläche für die ganze Erde konstant gleich T unter der Meeresfläche angenommen wird, ist l für diesen Fall über die ganze Erde konstant.

Ohne Ableitung geben wir l für die Annahmen a2 und b)

$$\text{Fall a2} \qquad l = \frac{T+h}{2}, \text{ respektive } \frac{T-t}{2} \tag{9a2}$$

$$\text{Fall b)} \qquad l = \frac{T-h}{2}, \text{ respektive } \frac{T+t}{2} \tag{9b}$$

Da im allgemeinen h und t beträchtlich kleiner als T sind, ist auch hier l nur wenig von $\frac{T}{2}$ verschieden, aber eben doch nicht konstant, wie im Falle a1.

Etwas komplizierter wird die Formel für l für die Airysche Hypothese. Der Abstand des Schwerpunktes über der Meeresfläche ist $\frac{h}{2}$, respektive $t/2$ unter ihr. Der Abstand des Schwerpunktes der Kompen-

[1] *R. P. Pierre Lejay*, Tables pour le calcul des corrections isostatiques compte tenu de l'effet indirect. Publication No. 4 de l'Association Internationale de Géodésie, Paris 1950.

sation unter der Airyschen Ausgleichsfläche von der Tiefe T_0 ist $\frac{T_h - T_o}{2}$, respektive $\frac{T_o - T_t}{2}$ über ihr. Da die Fläche T_0 einen Abstand T_0 von der Meeresfläche hat, ist

$$l = T_0 + \frac{h + (T_h - T_o)}{2}, \text{ respektive } T_o - \frac{t + (T_o - T_t)}{2} \tag{10}$$

Setzen wir hier den Wert $(T_h - T_o)$ nach (6), respektive $T_o - T_t$ nach (7) ein, so erhalten wir für die *Airy-Hypothese*

$$\textit{Landfall} \quad l = T_o + \frac{h + \frac{\Theta_{\text{Sial}}}{\Theta_{\text{Sima}} - \Theta_{\text{Sial}}} h}{2}$$

oder zahlenmäßig mit $\Theta_{\text{Sial}} = 2.67$, $\Theta_{\text{Sima}} = 3.27$

$$l = T_o + 2.725\, h \tag{10 Land}$$

$$\textit{Ozeanfall} \quad l = T_o - \frac{t + \frac{\Theta_{\text{Sial}} - \Theta_W}{\Theta_{\text{Sima}} - \Theta_{\text{Sial}}} t}{2}$$

oder numerisch mit $\Theta_W \doteq 1{,}027$

$$l = T_o - 1.869\, t \tag{10 Ozean}$$

Die Variation von l ist also bei der Airy-Hypothese recht beträchtlich. Sie beträgt gegenüber T_o, $2.725\, h$, respektive $-1.869\, t$. Das macht mit $h = 8$ km; $t = 10$ km 21.8 km, respektive 18.69 km aus. Mit $T_o = 40$ km macht das maximal zirka 50% von T_o aus.

Übergang zu sphärischen Verhältnissen

Da die Annahmen über die Isostasie, selbst wenn diese im Grundprinzip wirklich besteht, Vereinfachungen darstellen, um nicht zu sehr komplizierten Formeln zu gelangen, besteht keine Veranlassung, mit den strengen geoidischen oder auch nur mit den Rotationsellipsoidischen Verhältnissen zu rechnen. Da für die Anziehungsberechnungen aber die Topographie und die dazu gehörigen Kompensationen über die ganze Erde berücksichtigt werden müssen, ist es klar, daß man mit den bisher betrachteten ebenen Verhältnissen nicht auskommen kann. Man ersetzt daher das Geoid durch eine Kugel, deren Radius R_0 so gewählt wird, daß das Volumen dieser Kugel gleich dem Volumen des Erdellipsoides ist. Dies ist der Fall, wenn

$$R^3_o = a^2 b$$

ist, wo a die große, b die kleine Halbachse des Erdellipsoides darstellt. Unter Voraussetzung des Internationalen Erdellipsoides wird so

$$R_0 = 6371.2 \text{ km}$$

Mit diesem Wert werden wir in Zukunft rechnen. Die Niveauflächen werden dann konzentrische Kugeln zu dieser Meereskugel. Die Lotlinien fallen unter diesen vereinfachenden Annahmen mit den Radien der Kugeln zusammen. Die Lotlinien haben als gemeinsamen Konvergenzpunkt den Mittelpunkt aller dieser konzentrischen Kugeln.

Während bei der bisherigen ebenen Betrachtungsweise entgegengesetzte *Gleichheit der Massen* von Topographie und Kompensation und entgegengesetzt *gleicher spezifischer Druck* von Topographie und Kompensation auf die Ausgleichsfläche zu denselben Konsequenzen geführt hat, wird dies bei sphärischer Auffassung anders.

Entgegengesetzt gleiche Masse von Topographie und Kompensation

Wir wollen untersuchen, wie sich dieses Prinzip bei sphärischer Auffassung auswirkt. Der Einfachheit halber unterdrücken wir in Zukunft meistens den Ausdruck „entgegengesetzt" und sprechen vom *Prinzip der Massengleichheit.* An die Stelle der Prismen treten Kegel, deren Spitze im Kugelmittelpunkt liegt. Um die Öffnung eines solchen Kegels in einfacher Weise festzulegen, wenden wir den Begriff des räumlichen Sehwinkels vom Kugelmittelpunkt aus an. Es ist das die Fläche, den ein solcher Kegel aus der Kugel vom Radius eins ausschneidet; wir bezeichnen sie mit Ω. Somit ist die Fläche, die ein Kegel mit dem räumlichen Sehwinkel Ω aus einer Kugel vom Radius R herausschneidet

$$F_{R\,\cdot\,\Omega} = \Omega \cdot R^2 \tag{11}$$

Wir betrachten zwei Kugeln mit den Radien R und $R + h$. Das Volumen, das der Kegel mit dem räumlichen Sehwinkel Ω aus der Kugelschale R, $R + h$ herausschneidet, ist

$$V_{R,\,h,\,\Omega} = \frac{\Omega}{3}\,[(R + h)^3 - R^3]$$

Rechnen wir $(R + h)^3$ aus und nehmen $3\,R^2$ vor die Klammer, so wird

$$V_{R,\,h,\,\Omega} = \Omega R^2 h \left[1 + \frac{h}{R} + \frac{h^2}{3\,R^2}\right]$$

Setzen wir zur Abkürzung

$$h\left[1 + \frac{h}{R} + \frac{h^2}{3\,R^2}\right] = h_R' \tag{12}$$

so wird

$$V_{R,\,h,\,\Omega} = \Omega\,R^2\,h_R' \tag{13}$$

Wählen wir zwei konzentrische Kugeln mit den Radien R und $R - t$, so wird

$$V_{R,\,t,\,\Omega} = \frac{\Omega}{3}\,[R^3 - (R - t)^3]$$

Indem wir die Abkürzung einführen

$$t\left[1 - \frac{t}{R} + \frac{t^2}{3\,R^2}\right] = t_R' \tag{12a}$$

wird

$$V_{R,\,t,\,\Omega} = \Omega\,R^2\,t_R' \tag{13a}$$

h ist von der Grundkugel R nach außen, t nach innen gerechnet.

Das Volumen eines Kugelschalenausschnittes mit dem äußeren Radius $R + h$, dem inneren Radius $R - t$ wird ersichtlich

$$V_{R,\,h,\,t,\,\Omega} = \frac{\Omega}{3}\,[(R + h)^3 - (R - t)^3]$$

und das gibt, wie leicht zu erkennen ist

$$V_{R,\,h,\,t,\,\Omega} = \Omega\,R^2\,(h_R' + t_R') \tag{13b}$$

Macht man in (13b)

$$\frac{t}{2} = \frac{h}{2}$$

so wird

$$\begin{aligned} V_{R,\,\frac{h}{2},\,-\frac{h}{2},\,\Omega} &= \Omega\,R^2 \left\{\frac{h}{2} + \frac{h^2}{4\,R} + \frac{h^3}{24\,R^2} + \right. \\ &\quad \left. + \frac{h}{2} - \frac{h^2}{4\,R} + \frac{h^3}{24\,R^2}\right\} = \Omega\,R^2\,h\left(1 + \frac{h^2}{12\,R^2}\right). \end{aligned} \tag{13c}$$

Wenn man also die Bezugskugel in der Mitte zwischen den die Schale begrenzenden Kugeln durchlegt (sie geht dann nahezu durch das Wirkungszentrum der Schwerkraft), dann fallen die Glieder erster Ordnung $\frac{h}{R}$ weg; vernachlässigt man Glieder zweiter Ordnung und setzt noch die Dichte der in der Schale vorhandenen homogenen Masse Θ, dann wird die Masse der Schale von der Dicke h

$$M_{h,\,\Omega} = \Omega\,R^2\,h\,\Theta \tag{13d}$$

Die Masse des Kugelschalenausschnittes, welcher der auf der Meereskugel R_0 aufsitzenden Topographie von der Höhe h entspricht, ist daher, wenn wir die Dichte der Topographie mit Θ_0 bezeichnen

$$M_{\text{Top}} = \Theta_0 \, \Omega \, R_0^2 \, h_{R_0}'$$

Nehmen wir zunächst den Fall a2), bei dem die Kompensation zwischen Meeres- und Ausgleichsfläche liegt, so wird ihre Masse

$$M_{\text{Komp}} = \vartheta_K' \, \Omega \, R_0^2 \, T_{R_0}'$$

Sollen die beiden Massen entgegengesetzt gleich sein, so muß

$$M_{\text{Top}} + M_{\text{Komp}} = 0 \text{ sein. Daher wird}$$

$$\Omega \, R_0^2 \, \Theta_0 \, h_{R_0}' + \Omega \, R_0^2 \, \vartheta_K' \, T_{R_0}' = 0$$

Nach Division durch $\Omega \, R^2_0$ erhalten wir als Bedingung der Massengleichheit von Topographie und Kompensation für unseren Fall a2

$$\Theta_0 \, h_{R_0}' + \vartheta_K' \, T_{R_0}' = 0$$

Damit wird für sphärische Verhältnisse

$$\vartheta_K' = -\Theta_0 \frac{h_{R_0}'}{T_{R_0}'} \tag{14}$$

Unter Annahme ebener Verhältnisse hatten wir erhalten

$$\vartheta_K = -\Theta_0 \frac{h}{T}$$

Wir setzen in (14) die Ausdrücke (12) für h_{R_0}' und (12a) für t_{R_0}' ein, bringen den Nenner mit Hilfe der binomischen Reihe in den Zähler und multiplizieren dann aus, so erhalten wir, wenn wir Glieder von der dritten und höherer Ordnung weglassen $\left(\frac{h}{R_0} \text{ und } \frac{T}{R_0} \text{ sind erster Ordnung}\right)$ nach einfacher Rechnung

Fall a2 Land:

$$\vartheta_K' = -\Theta_0 \frac{h}{T} \left\{ 1 + \frac{T+h}{R_0} \left[1 + \frac{2\,T+h}{3\,R_0} \right] \right\} \tag{15 a2}$$

Ganz analog finden wir

$$\left.\begin{aligned} \text{Fall a2 Ozean: } \vartheta_K' &= +(\Theta_0 - \Theta_W) \frac{t_{R_0}'}{T_{R_0}'} = \\ &= +(\Theta_0 - \Theta_W) \frac{t}{T} \left\{ 1 + \frac{T-t}{R_0} \left[1 + \frac{2\,T-t}{3\,R_0} \right] \right\} \end{aligned}\right\} \tag{16 a2}$$

$$\left.\begin{aligned}&\text{Fall a1 Land:}\quad \vartheta_K' = -\Theta_o \frac{h_{Ro}'}{T_{Ro}' + h_{Ro}'} = \\ &\quad = -\Theta_o \frac{h}{T+h}\left\{1 + \frac{T}{R_o}\left[1 + \frac{2\,(T-h)}{3\,R_o}\right]\right\}\end{aligned}\right\} \qquad (15\ \text{a1})$$

$$\left.\begin{aligned}&\text{Fall a1 Ozean:}\quad \vartheta_K' = +\,(\Theta_o - \Theta_W) \frac{t_{Ro}'}{T_{Ro}' - t_{Ro}'} = \\ &\quad = +\,(\Theta_o - \Theta_W) \frac{t}{T-t}\left\{1 + \frac{T}{R_o}\left[1 + \frac{2\,(T+t)}{3\,R_o}\right]\right\}\end{aligned}\right\} \qquad (16\ \text{a1})$$

$$\left.\begin{aligned}&\text{Fall b Land:}\quad \vartheta_K' = -\Theta_o \frac{h_{Ro}'}{(T-h)_{Ro}' + h_{Ro}'} = \\ &\text{Hayford} \\ &\quad = -\Theta_o \frac{h}{T}\left\{1 + \frac{T-h}{R_o}\left[1 + \frac{2\,(T-2\,h)}{3\,R_o}\right]\right\}\end{aligned}\right\} \qquad (15\,\text{b})$$

$$\left.\begin{aligned}&\text{Fall b Ozean:}\quad \vartheta_K' = +\,(\Theta_o - \Theta_W) \frac{t_R'}{(T+t)_{Ro}' - t_{Ro}'} = \\ &\text{Hayford} \\ &\quad = +\,(\Theta_o - \Theta_W) \frac{t}{T}\left\{1 + \frac{T+t}{R_o}\left[1 + \frac{2\,(T+2\,t)}{3\,R_o}\right]\right\}\end{aligned}\right\} \qquad (16\,\text{b})$$

Dabei bedeutet

$$\left.\begin{aligned}(T-h)_{Ro}' &= (T-h)\left[1 - \frac{T-h}{R_o} + \frac{(T-h)^2}{3\,R_o^2}\right] \\ (T+t)_{Ro}' &= (T+t)\left[1 - \frac{T+t}{R_o} + \frac{(T+t)^2}{3\,R_o^2}\right]\end{aligned}\right\} \qquad (16\,\text{c})$$

Beachten wir (9 a2), (9 a1) und (9 b), so können wir diese Formeln, unter Weglassung der Glieder zweiter Ordnung, in der einfachen Form schreiben

$$\text{Fall a2 Land}\quad \vartheta_K' = -\Theta_o \frac{h}{T}\left(1 + \frac{2\,l}{R_o}\right) \qquad (17\,\text{a2})$$

$$\text{Fall a2 Ozean}\quad \vartheta'_K = +\,(\Theta_o - \Theta_W) \frac{t}{T}\left(1 + \frac{2\,l}{R_o}\right) \qquad (18\,\text{a2})$$

$$\text{Fall a1 Land}\quad \vartheta_K' = -\Theta_o \frac{h}{T+h}\left(1 + \frac{2\,l}{R_o}\right) \qquad (17\,\text{a1})$$

$$\text{Fall a1 Ozean}\quad \vartheta_K' = +\,(\Theta_o - \Theta_W) \frac{t}{T-t}\left(1 + \frac{2\,l}{R_o}\right) \qquad (18\,\text{a1})$$

Fall b Land $\vartheta_K' = -\Theta_o \frac{h}{T}\left(1 + \frac{2\,l}{R_o}\right)$ (17 b)

Fall b Ozean $\vartheta_K' = +(\Theta_o - \Theta_W)\frac{t}{T}\left(1 + \frac{2\,l}{R_o}\right)$ (18 b)

Für die Airysche Methode, bei der die Dichte der Kompensation gegeben ist (— 0.60, respektive + 0.60), müssen wir die neuen Werte für die Dicke der Kompensation, die bei ebener Rechnung $T_h - T_o$, respektive $T_o - T_t$ war, bestimmen.

Wir setzen diese Dicken zur Abkürzung $T_h - T_o = t_L$, $T_o - T_t = t_{Oz}$, ihre Werte für Massengleichheit auf sphärischer Basis t_L', respektive t'_{Oz}.

Für eine Landsäule führt die Massengleichheit von Topographie und Kompensation zu der Beziehung

$$\frac{\Omega}{3}\left[(R_o + h)^3 - R_o^3\right]\Theta_{\text{Sial}} =$$

$$= \frac{\Omega}{3}\left\{(R_o - T_o)^3 - \left[R_o - (T_o + t_L')\right]^3\right\}(\Theta_{\text{Sima}} - \Theta_{\text{Sial}}).$$

Entwickeln wir die dritten Potenzen, ziehen in bekannter Weise $3\,R_o^2$ vor die Klammern und dividieren dann durch $\Omega \cdot R_o^2$, so erhalten wir

$$t_L' = \frac{\dfrac{\Theta_{\text{Sial}}}{\Theta_{\text{Sima}} - \Theta_{\text{Sial}}}\,h\left(1 + \dfrac{h}{R_o} + \dfrac{h^2}{3\,R_o^2}\right)}{1 - \dfrac{2\,T_o + t_L'}{R_o} + \dfrac{T_o^2 + T_o\,t_L' + \dfrac{t_L'^2}{3}}{R_o^2}}$$

Wir setzen zur Abkürzung

$$\frac{\Theta_{\text{Sial}}}{\Theta_{\text{Sima}} - \Theta_{\text{Sial}}} = \lambda = \frac{2.67}{0.60} = 4.4500$$

und bringen den Nenner mit Hilfe der binomischen Reihe in den Zähler. Dann wird unter Vernachlässigung von Gliedern dritter Ordnung

$$t_L' = \lambda\,h\left(1 + \frac{h}{R_o} + \frac{h^2}{3R_o^2}\right)\left[1 + \frac{2\,T_o + t_L'}{R_o} - \frac{T_o^2 + T_o\,t_L' + \dfrac{t_L'^2}{3}}{R_o^2} + \left(\frac{2\,T_o + t_L'}{R_o}\right)^2\right]$$

Da t_L' auch auf der rechten Seite auftritt, ersetzen wir es in den Gliedern zweiter Ordnung durch den genügenden Näherungswert

$$t_L' = \lambda\,h.$$

Im Glied erster Ordnung $\dfrac{2\,T_o + t_L'}{R_o}$ genügt dieser Näherungswert aber nicht, wenn wir t_L' bis und mit Gliedern zweiter Ordnung richtig erhalten wollen. Hier setzen wir

$$t_L' = \lambda h \left(1 + \frac{2 T_0 + (1 + \lambda) h}{R_0}\right)$$

Diesen Wert erhalten wir leicht durch eine provisorische Rechnung, bei der die Glieder zweiter Ordnung vernachlässigt werden. So erhalten wir

$$t_L' = \lambda h \left\{1 + \frac{2 T_0 + (1 + \lambda) h}{R_0} + \frac{2 (T_0 + \lambda h) [2 T_0 + (1 + \lambda) h]}{R_0^2} - \frac{T_0 (T_0 + \lambda h)}{R_0^2} - \frac{(\lambda^2 - 1) h^2}{3 R_0^2}\right\} \quad (19\ L)$$

W. Heiskanen[1] gibt diese Formel in der in der Fußnote genannten Veröffentlichung als Formel (1), Seite 6. Dabei ist bei ihm der erste Faktor des dritten Gliedes in der geschweiften Klammer $(2 T_0 + \lambda h)$. Diese Differenz rührt davon her, daß er auch im Gliede erster Ordnung den Näherungswert $t_L' = \lambda h$ verwendet, womit er Glieder zweiter Ordnung vernachlässigt hat.

(Fortsetzung folgt)

Die Entwicklung des Meliorationswesens in der Nachkriegszeit

Kurzreferat anläßlich der Hauptversammlung des S.V.V.K. vom 2. September 1950 in Schaffhausen

Da die Meliorationen für die meisten unter Ihnen einen nicht unwesentlichen Teil Ihrer Beschäftigung darstellen, wird es Sie interessieren, etwas über den Stand und die Entwicklungstendenz der gesamtschweizerischen Meliorationstätigkeit zu erfahren.

Nach den recht beachtlichen Anstrengungen während der Kriegsjahre ist es in letzter Zeit um das Meliorationswesen ziemlich still geworden. Weite Kreise wurden dadurch in ihrer Ansicht bestärkt, die Meliorationstätigkeit sei rein kriegsbedingt und müsse spätestens nach der Wiederherstellung einer normalen Lebensmittelversorgung wieder eingestellt werden. Die Auswirkung dieser Auffassung zeichnet sich bereits in den zunehmenden Schwierigkeiten ab, die sich der Bewilligung der für die Finanzierung neuer Unternehmen notwendigen Kredite entgegenstellen.

Die Tätigkeit im Bodenverbesserungswesen hat, wie nicht anders zu erwarten war, einen beträchtlichen Rückgang, daneben aber auch eine

[1] *W. Heiskanen*, New Isostatic Tables for the reduction of Gravity values calculated on the basis of Airy's hypothesis. Publications of the Isostatic Institute of the International Association of Geodesy, Nr. 2, Helsinki 1938.