

Zeitschrift:	Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie
Herausgeber:	Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural
Band:	60 (1962)
Heft:	7
Artikel:	Über die Genauigkeit der Winkel- und Längenmessungen in Polygonzügen, die einen Knotenpunkt definieren
Autor:	Tschapanov, Christo
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-217690

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: 25.01.2026

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

Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie

Revue technique Suisse des Mensurations, du Génie rural et de Photogrammétrie

Herausgeber: Schweiz. Verein für Vermessungs-
wesen und Kulturtechnik; Schweiz. Kulturingenieurverein;
Schweiz. Gesellschaft für Photogrammetrie

Editeur: Société suisse des Mensurations et Amélio-
rations foncières; Société suisse des ingénieurs du
Génie rural; Société suisse de Photogrammétrie

Nr. 7 · LX. Jahrgang

Erscheint monatlich

15. Juli 1962

Über die Genauigkeit der Winkel- und Längenmessungen in Polygonzügen, die einen Knotenpunkt definieren

Von Dipl.-Ing. Christo Tschapanov, Haskovo (Bulgarien)

Es ist üblich, die Polygonzüge, die einen Knotenpunkt definieren, sowohl bezüglich der Genauigkeit der Messung als auch der Länge der Züge gleich zu betrachten wie die angeschlossenen Polygonzüge. Die Literatur empfiehlt, die Anzahl der Züge, K , die einen Knotenpunkt definieren, nicht über vier hinausgehen zu lassen. Da die Genauigkeit des Knotenpunktes um \sqrt{K} wächst, ist für drei Züge die Steigerung der Genauigkeit des Knotenpunktes $\sqrt{3} = 1,7$, für vier Züge $\sqrt{4} = 2$ und für fünf Züge $\sqrt{5} = 2,2$.

Bei allen geodätischen Messungen werden Kriterien eingeführt, die zu schätzen erlauben, ob die ausgeführten Messungen die erforderliche Genauigkeit garantieren. Für Polygonzüge, die einen Knotenpunkt definieren, gibt es jedoch derartige Kriterien nicht. Man bedient sich der gleichen wie bei den angeschlossenen Polygonzügen.

Zieht man in Betracht, daß:

1. die Polygonzüge, die einen Knotenpunkt definieren, einseitige Koordinaten- und Winkelzusammenhänge besitzen, das heißt schwebend sind, während die angeschlossenen Polygonzüge an beiden Enden Strecken- und Winkelbedingungen aufweisen;
2. ein beidseitig angeschlossener Polygonzug bezüglich seines Mittelpunktes wie zwei schwebende Polygonzüge aufgefaßt werden darf (das heißt, der Mittelpunkt eines angeschlossenen Polygonzuges kann als Knotenpunkt betrachtet werden, der durch zwei schwebende Polygonzüge definiert wird, deren Länge gleich der halben Länge des angeschlossenen Polygonzuges ist);
3. ein Knotenpunkt durch mindestens drei oder vier schwebende Polygonzüge definiert wird, deren Länge größer ist als die halbe Länge des angeschlossenen Polygonzuges,

so folgt, daß die Polygonzüge, die einen Knotenpunkt definieren, nicht den angeschlossenen Polygonzügen gleichgesetzt werden dürfen. Es gilt

dies sowohl für die Genauigkeit der Messung als auch für die Länge der Züge, und damit gelten hier auch die Kriterien, nach denen man abschätzt, ob die ausgeführten Messungen die erforderliche beziehungsweise zulässige Genauigkeit garantieren, nicht. Es stellt sich daher die Frage, mit welcher Genauigkeit Winkel und Strecken bei den Polygonzügen zu messen sind, die einen Knotenpunkt definieren, wenn Zahl und Länge der Züge bekannt sind. Welches sind die Kriterien, nach denen man schätzen kann, ob die ausgeführten Messungen die erforderliche Genauigkeit garantieren?

Zur Beantwortung dieser Fragen muß man vom Zweck der Polygonmessungen ausgehen, nämlich von der Lage des Knotenpunktes. Ihre Genauigkeit ist maßgebend für die Genauigkeit der Winkel- und Längenmessungen.

Da bei angeschlossenen Polygonzügen die schwächste Stelle deren Mitte ist und bei Polygonzügen, die einen Knotenpunkt definieren, die schwächste Stelle der Knotenpunkt selbst, so folgt, daß die Genauigkeit des Knotenpunktes dem Wert nach gleich der Genauigkeit des Mittelpunktes des angeschlossenen Polygonzuges ist. Nur unter dieser Voraussetzung kann man einen Knotenpunkt anwenden. Als mathematische Ausdrücke für die Genauigkeiten des Knotenpunktes gelten

$$m_{KnP} = m_{Mitte}, \quad (1)$$

$$m_{qKnP} = m_{qMitte}, \quad (2)$$

$$m_{lKnP} = m_{lMitte}, \quad (3)$$

wobei (1) mittlerer Lagefehler,

(2) mittlerer Querfehler, und

(3) mittlerer Längsfehler eines Knotenpunktes beziehungsweise eines Punktes in der Mitte des beidseitig angeschlossenen Polygonzuges sind.

Wie bekannt, ist m_{Mitte} nach der folgenden Formel zu berechnen:

$$m_{Mitte}^2 = \frac{1}{\rho^2} S^2 m_{\beta Mitte}^2 N_{Mitte} + v_{Mitte} S^2 \left(\frac{m_s}{S} \right)_{Mitte}^2. \quad (4)$$

Dabei ist

$$m_{qMitte} = \frac{1}{\rho} S m_{\beta Mitte} \sqrt{N_{Mitte}}, \quad (5)$$

$$m_{lMitte} = \sqrt{v_{Mitte}} S \left(\frac{m_s}{S} \right)_{Mitte}, \quad (6)$$

Anmerkung der Redaktion:

Die Herleitung dieser Formeln, die leicht aus den allgemeinen bekannten Formeln für Polygonzüge erfolgen kann, wird in der am Schluß des Artikels angeführten Literatur gezeigt.

Da innere Zusammenhänge zwischen den Beobachtungen in diesem Aufsatz nicht berücksichtigt werden, können die Ergebnisse nur als Näherungen gelten.

wobei S die Längen der Polygonseiten,
 m_S und m_β mittlere Fehler der Längen- und Winkelmessungen, und
 $\frac{m_S}{S}$ relative Fehler sind.

Bezeichnet man mit n die Zahl der Brechungspunkte, so gilt

$$\sqrt{N_{\text{Mitte}}} = \frac{1}{2} (1 + 0,45) \sqrt{\left(\frac{n}{2}\right)^3} = \sqrt{\frac{(n+2)^3}{192}}, \quad (7)$$

$$\sqrt{\nu_{\text{Mitte}}} = \sqrt{\frac{n+1}{4}}. \quad (8)$$

Der mittlere Fehler $m_{K_{nP}}$ eines Knotenpunktes ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$m_{K_{nP}}^2 = \frac{1}{\rho^2} S^2 m_{\beta_{K_{nP}}}^2 N_{K_{nP}} + \nu_{K_{nP}} S^2 \left(\frac{m_S}{S} \right)_{K_{nP}}; \quad (9)$$

dabei ist

$$m_{q_{K_{nP}}} = \frac{1}{\rho} S m_{\beta_{K_{nP}}} \sqrt{N_{K_{nP}}}, \quad (10)$$

$$m_{l_{K_{nP}}} = \sqrt{\nu_{K_{nP}}} S \left(\frac{m_S}{S} \right)_{K_{nP}}, \quad (11)$$

wo $N_{K_{nP}} = \frac{1}{K} N'_{K_{nP}} = \frac{1}{K} \frac{(n' + 1,5)^3}{12}, \quad (12)$

$$\nu_{K_{nP}} = \frac{1}{K} \nu'_{K_{nP}} = \frac{1}{K} (n' + 1). \quad (13)$$

K ist die Zahl der Polygonzüge, die einen Knotenpunkt definieren, wobei jeder Zug n' Brechungspunkte besitzt. Der Einfachheit halber wird angenommen, daß die Länge der einzelnen Polygonzüge gleich ist.

Wie aus den Formeln (9), (12) und (13) hervorgeht, hängt die Genauigkeit eines Knotenpunktes, bei gegebener Länge der Züge, von folgenden Faktoren ab:

- von der Genauigkeit der Strecken- und Winkelmessung;
- von der Zahl der Polygonzüge.

Demnach sind bei Polygonzügen, die einen Knotenpunkt definieren, sowohl die Genauigkeit der Beobachtungen als auch die Zahl der Züge Unbekannte. Um den Wert der einen Unbekannten zu berechnen, ist es notwendig, der andern Unbekannten vorläufig passende Werte zu geben. Nachfolgend sollen beide Möglichkeiten betrachtet werden:

1. Fall

Gesucht ist die erforderliche Genauigkeit der Strecken- und Winkelmessungen, wenn eine bestimmte Genauigkeit für den Knotenpunkt verlangt ist. Wir gehen aus:

1. von Formel (1), aus der wir gemäß (4) und (9) erhalten:

$$\frac{1}{\rho^2} S^2 m_{\beta_{KnP}}^2 N_{KnP} + \nu_{KnP} S^2 \left(\frac{m_S}{S} \right)_{KnP}^2 = m_{\beta_{Mitte}}^2; \quad (14)$$

2. von den Formeln (2) und (3), aus denen wir gemäß (5), (6), (10) und (11) nach Überarbeitung erhalten:

$$m_{\beta_{KnP}} = \sqrt{\frac{N_{Mitte}}{N_{KnP}}} m_{\beta_{Mitte}}, \quad (15)$$

$$\left(\frac{m_S}{S} \right)_{KnP} = \sqrt{\frac{\nu_{Mitte}}{\nu_{KnP}}} \left(\frac{m_S}{S} \right)_{Mitte} \quad (16)$$

Nach den Formeln (14) beziehungsweise (15) und (16) kann man die erforderlichen Genauigkeiten beziehungsweise die mittleren Fehler der Strecken- und Winkelmessungen bei Polygonzügen, die einen Knotenpunkt definieren, berechnen. Jedoch ist (14) eine Gleichung mit zwei Unbekannten $m_{\beta_{KnP}}$ und $\left(\frac{m_S}{S} \right)_{KnP}$.

Man wird daher für die eine Unbekannte einen passenden Wert annehmen und die zweite daraus rechnen.

Aus (15) und (16) folgt:

1. Bei $N_{Mitte} \geq N_{KnP}$ und $\nu_{Mitte} \geq \nu_{KnP}$ muß $m_{\beta_{KnP}} \geq m_{\beta_{Mitte}}$

$$\text{und } \left(\frac{m_S}{S} \right)_{KnP} \geq \left(\frac{m_S}{S} \right)_{Mitte};$$

2. bei $N_{Mitte} = N_{KnP}$ (17)

$$\text{und } \nu_{Mitte} = \nu_{KnP} \quad (18)$$

$$\text{muß } m_{\beta_{KnP}} = m_{\beta_{Mitte}} \quad (19)$$

$$\text{und } \left(\frac{m_S}{S} \right)_{KnP} = \left(\frac{m_S}{S} \right)_{Mitte} \quad (20)$$

sein.

Die Strecken- und Winkelmessungen bei Polygonzügen zur Bestimmung von Knotenpunkten müssen demnach mit einer Genauigkeit erfolgen, die kleiner, größer und gleich der Genauigkeit der Beobachtungen ist, die bei angeschlossenen Polygonzügen notwendig sind. Besonders der dritte

Fall hat in der Praxis Bedeutung, da aus Zweckmäßigkeitssgründen alle Messungen mit der gleichen Genauigkeit durchgeführt werden. Außer bei

$$N_{KnP} = N_{Mitte} \quad \text{und} \quad \nu_{KnP} = \nu_{Mitte}$$

$$\text{kann } m_{\beta_{KnP}} = m_{\beta_{Mitte}} \quad \text{und} \quad \left(\frac{m_S}{S} \right)_{KnP} = \left(\frac{m_S}{S} \right)_{Mitte}$$

erreicht werden, wenn

$$\frac{N_{KnP} - N_{Mitte}}{\nu_{Mitte} - \nu_{KnP}} = \left(\frac{\rho}{m_{\beta}} \right)^2 \left(\frac{m_S}{S} \right)^2. \quad (21)$$

Die Formel (21) kann man aus (14) gemäß (19) und (20) erhalten. Aber sowohl bei (17) und (18) als auch bei (21) muß man durch Schätzung finden, für welche Werte von n' und K

$$m_{\beta_{KnP}} = m_{\beta_{Mitte}} \quad \text{und} \quad \left(\frac{m_S}{S} \right)_{KnP} = \left(\frac{m_S}{S} \right)_{Mitte}$$

zutreffen. Diese Methode ist jedoch sehr zeitraubend. Deshalb ist es zweckmäßig, Formel (21) als Kriterium anzuwenden, indem man schätzt, ob

$$m_{\beta_{KnP}} = m_{\beta_{Mitte}} \quad \text{und} \quad \left(\frac{m_S}{S} \right)_{KnP} = \left(\frac{m_S}{S} \right)_{Mitte} \quad (22)$$

möglich ist, wenn Zahl und Länge der Polygonzüge, die einen Knotenpunkt definieren, gegeben sind.

Bei gegebener Zahl und Länge der Polygonzüge, die einen Knotenpunkt definieren, wird man dabei mit Hilfe der Formel (21) nachprüfen, ob es möglich ist, Strecken- und Winkelmessungen mit der gleichen Genauigkeit wie bei geschlossenen Polygonzügen durchzuführen. Nach den Formeln (15) und (16) lassen sich die erforderliche Genauigkeit beziehungsweise die mittleren Fehler der Strecken- und Winkelmessungen bei Polygonzügen, die einen Knotenpunkt definieren, berechnen.

2. Fall

Die Genauigkeit der Polygonmessung ist gegeben, und es soll die erforderliche Zahl der Polygonzüge, die einen Knotenpunkt definieren, berechnet werden. Dieser Fall ist in der Praxis von großer Bedeutung. Nehmen wir vorläufig an, daß

$$m_{\beta_{KnP}} = m_{\beta_{Mitte}} \quad \text{und} \quad \left(\frac{m_S}{S} \right)_{KnP} = \left(\frac{m_S}{S} \right)_{Mitte}$$

ist. Um die erforderliche Zahl der Züge zu finden, die einen Knotenpunkt definieren, gehen wir unter Berücksichtigung der Bedingung (22) von der Formel (21) aus und erhalten gemäß (12) und (13) nach kleiner Umformung

$$K = \frac{N'_{KnP} + \nu'_{KnP} \left(\frac{m_S}{S} \right)^2 \left(\frac{\rho}{m_\beta} \right)^2}{N_{Mitte} + \nu_{KnP} \left(\frac{m_S}{S} \right)^2 \left(\frac{\rho}{m_\beta} \right)^2}. \quad (23)$$

Für

$$c = \left(\frac{m_S}{S} \right) \left(\frac{\rho}{m_\beta} \right), \quad (24)$$

$$C_{Mitte} = N_{Mitte} + \nu_{Mitte} c^2, \quad (25)$$

$$C_{KnP} = N'_{KnP} + \nu'_{KnP} c^2 \quad (26)$$

nimmt Formel (23) folgendes Aussehen an:

$$K = \frac{C_{KnP}}{C_{Mitte}} \quad (27)$$

Man kann also nach Formel (27) bei gegebener Länge der Polygonzüge mit Rücksicht auf Bedingung (22) K , das heißt die erforderliche Zahl der Züge, die einen Knotenpunkt definieren, rechnen.

Um abzuschätzen, ob die ausgeführte Vermessung die erforderliche Genauigkeit aufweist, wird man wie bei den normalen Polygonzügen, auch bei Polygonzügen, die einen Knotenpunkt definieren, den Winkelabschluß f_β , die Längenabweichungen ΔL und die Querfehler ΔW bestimmen. Die Werte von f_β , ΔL und ΔW werden nach folgenden Formeln berechnet:

$$f_\beta = \sqrt{n + 2} m_\beta \geq \alpha - \alpha_i, \quad (28)$$

$$\Delta W = \frac{1}{\rho} S m_\beta \sqrt{N'_{KnP}} \geq \frac{fy[\Delta y] - fx[\Delta x]}{\sqrt{[\Delta x]^2 + [\Delta y]^2}}, \quad (29)$$

$$\Delta L = \sqrt{\nu'_{KnP}} S \left(\frac{m_S}{S} \right) \geq \frac{fy[\Delta x] + fx[\Delta y]}{\sqrt{[\Delta x]^2 + [\Delta y]^2}}. \quad (30)$$

Für Züge mit gleichen Längen ist

$$\alpha_{KnP} = \frac{1}{K} \sum_1^K \alpha'_{KnP} \quad (31)$$

der wahrscheinlichste Wert der Richtung vom Knotenpunkt zu einem andern Punkt, und

$$X_{KnP} = \frac{1}{K} \sum_1^K x'_{KnP} \quad \text{sowie} \quad Y_{KnP} = \frac{1}{K} \sum_1^K y'_{KnP} \quad (32)$$

sind die wahrscheinlichsten Koordinaten des Knotenpunktes, während

$$fx = X_{KnP} - X'_{KnP} \quad \text{sowie} \quad fy = Y_{KnP} - Y'_{KnP} \quad (33)$$

die Koordinatenfehler und

$$[\Delta X] = X_{KnP} - X_{Anf} \quad [\Delta Y] = Y_{KnP} - Y_{Anf} \quad (34)$$

die Koordinatenunterschiede zwischen dem Anfangs- und Endpunkt beziehungsweise Knotenpunkt sind.

Für N'_{KnP} und ν'_{KnP} sind einzuführen:

$$N'_{KnP} = \sqrt{\frac{(n' + 1,5)^3}{12}} \quad (35)$$

$$\nu'_{KnP} = n' + 1 \quad (36)$$

Zahlenbeispiel: Wenn für einen angeschlossenen Polygonzug $n = 8$ und $S = 200$ m ist, muß $m_\beta = 150$ cm und $\frac{m_S}{S} = \frac{1}{4000}$ sein. Dann werden für Polygonzüge, die einen Knotenpunkt definieren, folgende Werte berechnet:

a) $m_{\beta_{Kn}}$ und $m_{S_{Kn}}$ für $K = 3, 4, 5$

$$n = 5, 6, 7, 8;$$

b) K bei $m_{\beta_{Kn}} = 150$ cm und $m_{S_{Kn}} = 5$ cm für $n = 5, 6, 7, 8$,

c) die entsprechenden Werte von f_β , ΔW und ΔL .

Wir erhalten:

$$\sqrt{N_{\text{Mitte}}} = \frac{1}{2} (1 + 0,45) \sqrt{\left(\frac{n}{2}\right)^3} = \sqrt{\frac{(n + 2)^3}{192}} = 2,3$$

$$\sqrt{\nu_{\text{Mitte}}} = \sqrt{\frac{n + 1}{4}} = 1,5$$

$$c = \left(\frac{m_S}{S}\right) \left(\frac{\rho}{m_\beta}\right) = 1,06$$

$$C_{\text{Mitte}} = N_{\text{Mitte}} + c^2 \nu_{\text{Mitte}} = 7,8$$

$$m_{\text{Mitte}} = \sqrt{\frac{1}{\rho^2} S^2 m_\beta^2 N_{\text{Mitte}} + \nu_{\text{Mitte}} S^2 \left(\frac{m_S}{S}\right)^2} = 13,3 \text{ cm}$$

Die Tabellen 1 und 2 geben die praktisch vorkommenden Werte. So sind nach den Formeln (12) und (13) für entsprechende K und n in Tabelle 1 die $\sqrt{N_{KnP}}$ und $\sqrt{\nu_{KnP}}$ und nach den Formeln (15) und (16) in Tabelle 2 die $m_{\beta_{KnP}}$ und $m_{S_{KnP}}$ berechnet.

Endlich sind die Werte von K für entsprechende n nach Formel (27) in Tabelle 3 zusammengestellt. Und abschließend werden m_q , m_l und $\sqrt{m_q^2 + m_l^2}$ gemäß Tabelle 3 nach den Formeln (10) und (11) für entsprechende n' und K , außerdem die Werte von f_β , ΔW und ΔL auch nach Tabelle 3, nach den Formeln (28), (29) und (30), bestimmt.

Tabelle 1

K	3		4		5	
	$\sqrt{N_{KnP}}$	$\sqrt{\nu_{KnP}}$	$\sqrt{N_{KnP}}$	$\sqrt{\nu_{KnP}}$	$\sqrt{N_{KnP}}$	$\sqrt{\nu_{KnP}}$
5	2,8	1,4	2,4	1,2	2,1	1,1
6	3,4	1,5	3,0	1,3	2,6	1,2
7	4,1	1,6	3,6	1,4	3,2	1,3
8	4,9	1,7	4,2	1,5	3,8	1,3

Tabelle 2

K	3			4			5		
	$m_{\beta}KnP$	m_{SKnP}	$\left(\frac{m_S}{S}\right)_{KnP}$	$m_{\beta}KnP$	m_{SKnP}	$\left(\frac{m_S}{S}\right)_{KnP}$	$m_{\beta}KnP$	m_{SKnP}	$\left(\frac{m_S}{S}\right)_{KnP}$
5	123	5,4	1 : 3 750	144	6,2	1 : 3 200	165	6,8	1 : 3 000
6	100	5,0	1 : 4 000	115	5,7	1 : 3 500	133	6,2	1 : 3 200
7	85	4,7	1 : 4 250	96	5,4	1 : 3 700	108	5,8	1 : 3 500
8	70	4,4	1 : 4 500	82	5,0	1 : 4 000	91	5,3	1 : 3 500

Tabelle 3

n'	m_{β}	m_S	c	N'_{KnP}	ν'_{KnP}	C_{KnP}	C_{Mitte}	K
.	.	.	/ 24 /	/ 12 /	/ 13 /	/ 26 /	/ 25 /	/ 27 /
.	cc	cm
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	150	5	1,06	23	1,50	25	7,8	3
6	150	5	1,06	35	1,75	37	7,8	5
7	150	5	1,06	51	2,00	53	7,8	7
8	150	5	1,06	71	2,25	73	7,8	9

N_{KnP}	ν_{KnP}	m_q	m_l	m	f_{β}	ΔW	ΔL
/ 12 /	/ 13 /	/ 10 /	/ 11 /	/ 9 /	/ 28 /	/ 29 /	/ 30 /
.	.	cm	cm	cm	cc	cm	cm
10	11	12	13	14	15	16	17
7,7	0,50	13	3,5	13,5	400	22	6
7,0	0,35	12	3,0	12,5	425	27	7
7,3	0,30	13	2,5	13,2	450	35	7
7,9	0,25	13	2,5	13,2	475	39	8

Auf Grund der vorangegangenen Ausführungen kann man zusammenfassend folgende Schlußfolgerungen ziehen:

1. Die Genauigkeit der Messungen bei Polygonzügen, die einen Knotenpunkt definieren, soll verschieden von der Genauigkeit normaler Polygonzüge sein.
2. Nur unter speziellen Bedingungen – bei einem genau bestimmten Verhältnis zwischen Zahl und Länge der Polygonzüge, die einen Knotenpunkt definieren – kann die Genauigkeit gleich sein.

Literatur:

- [1] «Vermessungswesen in der Praxis», Bd. I, 2., verbesserte Ausgabe, Berlin 1955.
- [2] *Chr. Tschapanov*, «Über die Formeln zur Berechnung der mittleren Querverschiebung in beiderseitig angeschlossenen Polygonzügen». Zeitschrift für Vermessungswesen, Heft 12, 1959.

Hydrologische Interpretation von Temperaturbeobachtungen in Grundwasserströmen*

Von Dipl.-Ing. E. Trüeb, Winterthur

1. Die zunehmende Bedeutung der Grundwassergewinnung in der Schweiz

Nachdem in der Schweiz die Quellwasserreserven weitgehendst ausgenützt sind, hat sich die Deckung des steil ansteigenden Wasserbedarfes zwangsläufig in vermehrtem Maße auf die ausgiebigen Grundwasserschätze zu stützen. Im Gegensatz zur Wassergewinnung aus Seen, die ebenfalls an Bedeutung gewinnt, sind die Grundwasservorkommen der fluvioglazialen Schotterebenen des schweizerischen Mittellandes in der Regel von einer derart hervorragenden Güte, daß sie – abgesehen von wenigen Ausnahmen – ohne Aufbereitung dem Verbrauch zugeführt werden können. Die zunehmende Verlagerung vom Quellwasser zum Grund- und in abgeschwächtem Maße auch zum Seewasser dürfte mit genügender Deutlichkeit aus der Tabelle 1 hervorgehen.

Nun zeigt sich aber immer mehr, daß es sich bei den ausgedehnten und ergiebigen Grundwasservorkommen der fluvioglazialen Schotterebenen des schweizerischen Mittellandes selten ausschließlich um echtes Grundwasser handelt, das heißt um solches, das allein durch Niederschlagsversickerung gespeist wird. In der Regel ist im unbeeinflußten Zustand bereits ein beträchtlicher Infiltrationseinfluß festzustellen. Dies wird offensichtlich, wenn man bedenkt, daß bei einer mittleren Jahres-

* Mitteilung Nr. 3 der Technischen Kommission der Sektion Zürich-Schaffhausen des SVVK.