

# Erfahrungen mit Bussolentheodoliten [Fortsetzung]

Autor(en): **Schweizer, Heinrich**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **37 (1939)**

Heft 3

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-197916>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

SCHWEIZERISCHE  
**Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik**

ORGAN DES SCHWEIZ. GEOMETERVEREINS

Offiz. Organ der Schweiz. Gesellschaft für Kulturtechnik / Offiz. Organ der Schweiz. Gesellschaft für Photogrammetrie

**Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières**

ORGANE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES GÉOMÈTRES

Organe officiel de l'Association Suisse 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

Expediton, Inseraten- und Abonnements-Annahme:

BUCHDRUCKEREI WINTERTHUR A. G., WINTERTHUR

<p style="text-align: center;"><b>No. 3 • XXXVII. Jahrgang</b> der „Schweizerischen Geometer-Zeitung“ Erscheinend am zweiten Dienstag jeden Monats <b>14. März 1939</b> Inserate: 50 Cts. per einspaltige Nonp.-Zeile</p>	<p style="text-align: center;"><b>Abonnemente:</b> Schweiz Fr. 12. —, Ausland Fr. 15. — jährlich Für Mitglieder der Schweiz. Gesellschaften für Kulturtechnik u. Photogrammetrie Fr. 9. — jährl. Unentgeltlich für Mitglieder des Schweiz. Geometervereins</p>
---	--

## Erfahrungen mit Bussolentheodoliten.

Von *Heinrich Schweizer*, Grundbuchgeometer in Belp.

(Fortsetzung.)

### 5. Einfluß von Eisen und elektrischen Leitungen.

#### A. Eisen.

Das Messen in der Nähe von Gebäuden, Eisen- und Eisenbetonbrücken, sowie Straßen, in die Eisenrohrleitungen verlegt worden sind, ist immer gefährlich. Der Bussolentheodolit ist kein Instrument, das mit Vorteil in Städten und Dörfern Verwendung findet, oder es sei denn, daß man damit polygonometrisch mißt, d. h. auf jedem Polygonpunkt aufstellt.

Folgende Zusammenstellung zeigt, daß die Abweichungen groß sein können und vom Beobachter selten zum voraus wahrgenommen werden.

Stacheldraht, 30 cm vom Instrument entfernt	+ 500' Abweichung
Unter Hausgiebel, 40 cm vor Eisenbeschlag. Türe	— 75
Unter Hausgiebel 20 cm vor Holzwand	+ 33
Militärmesser 20 cm entfernt	+ 64
Blehbüchse 20 cm entfernt	+ 112
Auf Eisenbrücke	— 354

Auch kleine Eisenteile in unmittelbarer Nähe des Instrumentes werden dieses nachteilig beeinflussen. Deklinationskontrollen beobachtet unter photogrammetrischen Kontrollpunkten, die Hausgiebel sind, bleiben äußerst unzuverlässig.

## B. Elektrische Leitungen.

Hier muß unterschieden werden zwischen:

- a) Gleichstrom;
- b) Wechselstrom.

a) Der *Gleichstrom* hat auf das Bussoleninstrument einen sehr großen Einfluß. Da er aber praktisch fast überall durch den Wechselstrom verdrängt worden ist, soll er hier nur vom Standpunkte der Physik aus betrachtet werden. Die Beziehungen zwischen Gleichstrom und einer Magnetnadel sind in zwei Hauptgesetzen geregelt, die lauten:

Ampère'sche Schwimmregel: Denkt man sich im Strome schwimmend den Kopf voran und das Gesicht der Magnetnadel zugekehrt, so wird ihr Nordpol nach links abgelenkt.

Gesetz von Biot-Savart: Die Kraft, die ein Stromelement auf einen Magnetpol ausübt, ist senkrecht gerichtet zur Ebene, die durch das Leiterelement und durch den Pol gelegt werden kann. Ihre Größe ist:

$$\kappa = \frac{m \cdot i \cdot \lambda}{r^2} \sin \varphi$$

darin bedeuten:  $m$  = Polstärke

$i$  = Stromintensität

$\lambda$  = Länge des Leiterstückes

$r$  = Abstand Leiterelement-Pol

$\varphi$  = Winkel, den das Leiterelement mit der Richtung von diesen nach dem Pole bildet

b) Der *Wechselstrom* selbst wird in seiner Einwirkung auf den Busolentheodoliten gewaltig überschätzt. Da seine Ladung im Vorzeichen regelmäßig positiv und negativ wechselt, sind die Antriebsrichtungen der Magnetnadel laut Ampère'scher Schwimmregel immer entgegengesetzt und deshalb kann sie keine große Ablenkung erfahren. Daraus folgt ebenfalls, daß je höher frequentiert ein Wechselstrom ist, desto kleiner seine Ablenkungskraft sein muß.

Meine Beobachtungen sind nachstehend:

- $b_1$  Beim Ein- und Ausschalten des elektrischen Stromes von 220 Volt Spannung und einer Frequenz von 40/sek. ist auf das 10 cm entfernte Instrument kein Einfluß feststellbar.
- $b_2$  Genau in Mitte einer Eisenbahnschiene mit 15 000 Volt Fahrleitung, darüber ist die Deklination normal.
- $b_3$  30 m von der Starkstromleitung entfernt mit 3 Drähten à 45 000 Volt Spannung zeigt sich + 409' Ablenkung, was ich hauptsächlich auf den ca. 40 m entfernten Eisenmast zurückführe.
- $b_4$  Messungen an einer Hochspannungsleitung mit 3 Drähten à 15 000 und 3 à 45 000 Volt Spannung: Rechtwinklig auf die Leitung gemessen genau zwischen 2 Masten:

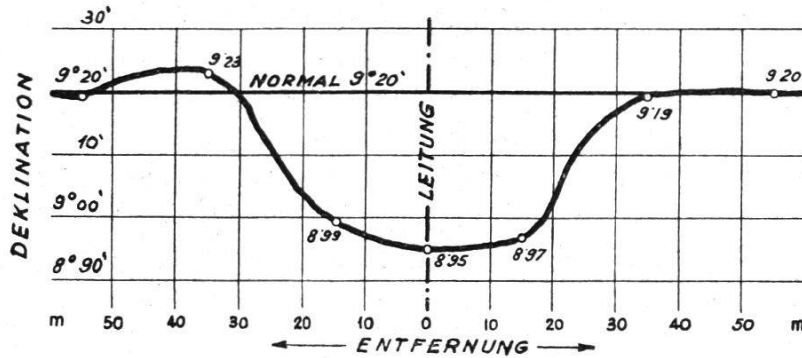


Fig. 2. Diagramm der Deklinationsveränderung in normaler Richtung zur Starkstromleitung.

Eine längs der Hochspannungsleitung gemessene Deklinationsreihe zwischen zwei Eisenmasten ergibt folgendes Bild:

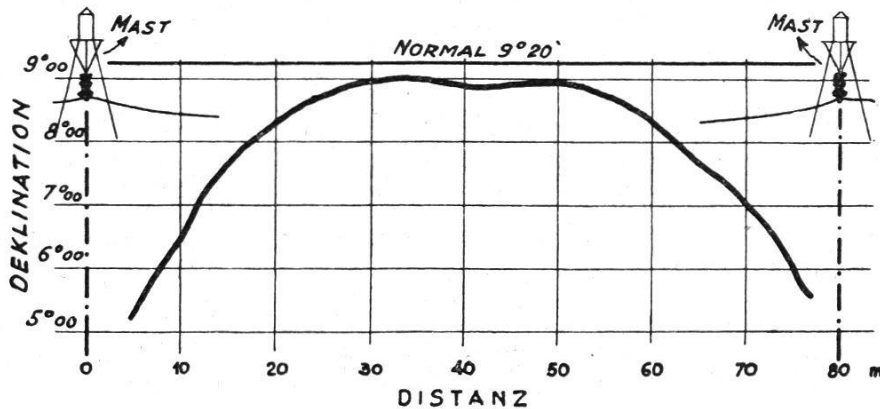


Fig. 3. Diagramm der Deklinationsveränderung in Richtung der Starkstromleitung.

Das erste Kurvenbild zeigt, daß die Deklination 35 m von der Starkstromleitung entfernt wieder ihre normale Größe angenommen hat. Die Abweichung direkt unter der Leitung ist klein. Ganz im Gegensatz dazu verläuft das zweite Kurvenbild, welches gegen die Eisenmaste hin gewaltige Beeinflussung der Magnetnadel erkennen läßt, während die Werte in der Mitte eher konstant werden und sich dem Normalwerte von  $9^{\circ} 20'$  nähern. Daraus ist wieder ersichtlich, daß die Einwirkung des Eisens eine viel größere ist als diejenige des Wechselstromes. Sind keine großen Eisenmasten vorhanden, so messe ich ohne Bedenken bis 100 m an die Leitung heran; bei großen Überlandleitungen aber ist ein Messen näher wie 250 m nicht ratsam.

#### 6. Deklinationsänderungen bei verschiedenem geographischem Ort.

Da die magnetischen Pole der Erde nicht mit den geographischen zusammenfallen, zeigt die Magnetnadel nicht genau nord-süd, sondern, ideale Verhältnisse vorausgesetzt, vom magnetischen Nordpol nach dem magnetischen Südpol. Die Abweichung dieser zwei Richtungen ist

null im Meridiane, der durch alle vier Pole geht und wird ein Maximum im Meridiane, der zum ersten um 100<sup>g</sup> verschieden ist. Dazwischen kommen alle Übergänge vor, je nach der geographischen Lage des Ortes. Dazu kommen allerdings nun noch lokale Einflüsse, so daß die Linien gleicher Deklination keine mathematischen Kurven mehr sind, sondern erst durch eine erdmagnetische Vermessung ermittelt werden müssen. Diese ist in der Schweiz durch Herrn Dr. W. Brückmann vor ungefähr zehn Jahren begonnen und durchgeführt worden (siehe Deklinationkarte der Schweiz sowie Titelblatt zur neuen Landeskarte 1 : 50 000). Von Westen nach Osten nimmt die Deklination ab, und zwar über die ganze Schweiz gemessen, in einem Betrage von zirka 2<sup>g</sup>.

Für uns hat diese Tatsache nur Wert bei Vergleich von Deklinationen, die an verschiedenen Orten gemessen worden sind. Hierbei ist aber auch noch die Meridiankonvergenz zu berücksichtigen, denn für alle Orte der Schweiz, die nicht im Meridiane von Bern liegen, fällt die Nordrichtung des rechtwinkligen Koordinatensystems nicht mit der astronomischen zusammen. Die Meridiankonvergenz  $\mu$  beträgt für die Westgrenze zirka + 1<sup>g</sup> und für die Ostgrenze zirka — 2<sup>g</sup>. Eine Vernachlässigung dieses Betrages führt, weil die Deklination immer auf trigonometrischen Punkten bestimmt wird, zu einem Zerrbilde, da wir unter magnetischer Deklination nur die Abweichung von der astronomischen Nordrichtung verstehen und nicht von unserer  $x$ -Richtung.

Die Meridiankonvergenz  $\mu$  beträgt:

$$\mu = \frac{\rho''}{R} t \cdot y' + \frac{\rho''}{R^2} t^2 \cdot y' \cdot x' - \frac{\rho''}{R^3} \cdot \frac{t}{6} y'^3 + \frac{\rho''}{R^3} \cdot \frac{t}{2} (1 + 2t^2) y' x'^2 - + \dots$$

darin bedeuten:  $y', x'$  = rechtwinkl. Koord. der Zylinder-Projektion

$$\rho'' = \frac{1}{\sin 1''}$$

$$R = \text{Erdkugelradius}$$

$$t = \text{tg } b_0$$

$$b_0 = \text{geographische Breite des Kartenmittelpunktes auf der Erdkugel}$$

Um mit dem Bussolentheodoliten genaue Resultate zu erhalten, wären die Angaben des von der Schweizerischen meteorologischen Zentralanstalt aufgestellten Variometers zu verwenden. Dieses selbsttätige Meßinstrument registriert alle magnetischen Veränderungen, und es können die Korrekturbeträge für alle Tageszeiten direkt aus dem Diagramm abgelesen werden.

## 2. Teil: Verschiedene Verwendungsmöglichkeiten des Bussolentheodolites.

Ein gutes Bussoleninstrument kann für folgende Messungen Verwendung finden:

- I. Polygonzüge;
- II. Trigonometrische Messungen.

### I. Polygonzüge.

Das ist die Hauptverwendungsmöglichkeit und sie können, was die Genauigkeit anbelangt, ohne irgendwelche Bedenken den Ansprüchen der Instruktion III der Schweiz. Grundbuchvermessung genügen. Dorfgebiete bleiben aber dabei ausgeschlossen.

#### 1. Vergleich zwischen Theodolit- und Bussolentheodolit-Polygonzügen.

Bei Ausschluß von Längenfehlern lauten die mittleren Fehler der Querabweichungen infolge Winkelfehler für die gestreckten Polygonzüge wie folgt:

Theodolit:

Bussolentheodolit:

$$M_{QT} = \frac{\mu'}{\rho' \sqrt{3}} \sqrt{\frac{L^3}{S}}$$

$$M_{QB} = \frac{\mu'}{\rho'} \sqrt{L \cdot S}$$

darin bedeuten:  $M_Q$  = mittl. Fehler der Querabweichung  
 $\mu'$  = mittl. Fehler einer Seitenneigung in '  
 $\rho'$  = 6366  
 $L$  = Gesamtlänge des Polygonzuges  
 $S$  = durchschnittliche Länge einer Polygonseite

Der Vergleich dieser beiden Formeln gestattet nachstehende Folgerungen zu ziehen:

A. Der Polygonzug, gemessen mit dem Bussolentheodolit, zeigt eine günstigere Fehlerfortpflanzung bei langen Zügen, da die Gesamtlänge  $L$  des Bussolenzuges nur mit  $\sqrt{L}$  in der Formel vorkommt, während sie beim gewöhnlichen Polygonzuge den Wert  $\sqrt{L^3}$  annimmt.

B. Wenn man die durchschnittliche Seitenlänge  $S$  einer Polygonseite betrachtet, so lassen die Formeln leicht erkennen, daß kurze Polygonseiten beim Bussolentheodolitzug den mittlern Fehler nur um  $\sqrt{S}$  vergrößern, im Gegensatz zu  $\sqrt{\frac{1}{S}}$  beim gewöhnlichen Theodoliten, dessen Wert bei kleiner werdender Seitenlänge immer größer wird.

Zudem ist der Zentrierungsfehler beim Aufstellen des Bussolensinstrumentes nicht so einflußreich wie beim gewöhnlichen Theodoliten und steht weit innerhalb der sonst erreichbaren Genauigkeit.

Folgende Tabelle zeigt an einem Beispiel eine Gegenüberstellung der beiden Querabweichungen und illustriert deutlich die Überlegenheit des Bussolenzuges mit zunehmender Zugslänge.

Daten		$L$	920m	1000	2000	3000	4000
Theod.	$\mu = 1'; S = 100\text{m}$	$M_{QT}$	0.26m	0.29	0.81	1.49	2.29
Buss. theod.	$\mu = 10'; S = 30\text{m}$	$M_{QB}$	0.26	0.27	0.39	0.47	0.63



2. Einige Resultate aus der Praxis.

Untenstehende Zusammenstellung von Abschlußfehlern der Bussolenzüge ist der photogrammetrischen Vermessung Flühli (Luzern) entnommen. Sie stellen keine Auswahl dar, hingegen setzt die Größe des Abschlußfehlers schon einige Erfahrung voraus.

Zu den Messungen wurde der Wild'sche Bussolentheodolit To mit 10-facher Fernrohrvergrößerung und einer Multiplikationskonstante 50 verwendet. Siehe Fig. 4 und 5. Dieses sehr handliche Instrument er-

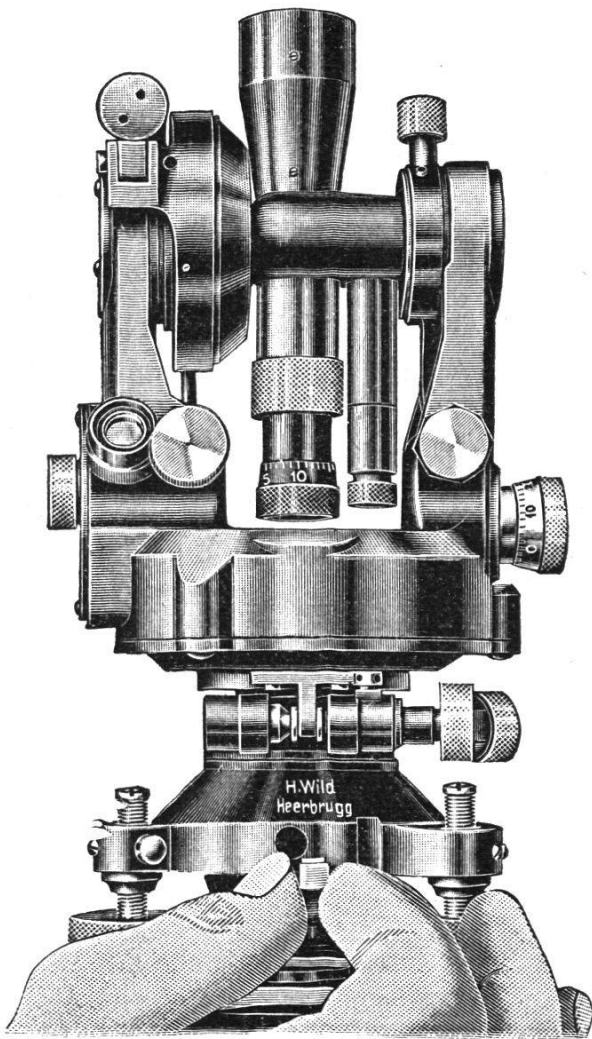


Fig. 4.

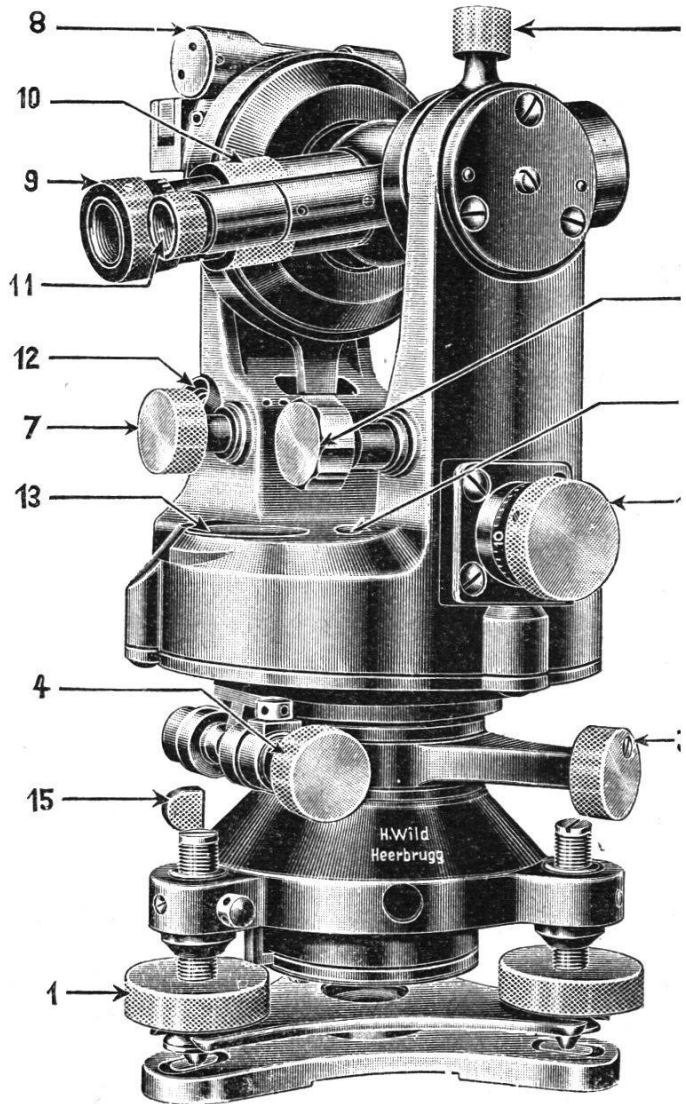


Fig. 5.

**Bussolen-Theodolit**

$\frac{1}{2}$  nat. Größe

- |                            |                                     |
|----------------------------|-------------------------------------|
| 1. Fußschrauben            | 9. Fernrohrökular                   |
| 2. Dosenlibelle            | 10. Fokussiering                    |
| 3. Horizontalklemme        | 11. Höhenkreismikroskop             |
| 4. Horizontal-Feinschraube | 12. Bussolenkreis-Okular            |
| 5. Höhenklemme             | 13. Beleuchtungsfenster             |
| 6. Höhenfeinschraube       | 14. Koinzidenzknopf                 |
| 7. Libellenschraube        | 15. Arretierhebel für Bussolenkreis |
| 8. Höhenkreislibelle       |                                     |

möglichst ein äußerst rasches Arbeiten und liefert sehr gute Resultate, wie die nachstehende Aufstellung zeigt. Die neuern Modelle der Bussolentheodolite genannter Firma weisen diverse, sehr zweckmäßige Abänderungen auf, so 16-fache Vergrößerung, Multiplikationskonstante 100, Ablesemikroskope und anderes mehr.

Zugslänge m	Seitenzahl	Mittl. Seitenlänge m	Abschlußfehler m	Tol. m
140	5	28	0,5	1,1
360	11	33	0,8	1,7
*440	8	55	1,3	1,9
490	8	61	0,1	2,0
570	8	71	0,4	2,1
720	16	45	1,0	2,3
780	20	39	0,5	2,4
880	12	73	0,4	2,6
980	30	33	0,9	2,7
1108	27	42	1,5	2,9
1200	31	39	2,0	3,0
1640	37	45	1,9	3,4

\* Der dritte Polygonzug mit dem Abschlußfehler von 1,3 m ist an einem Ende an einen Vorwärtsschnitt angeschlossen, der ebenfalls rückwärts mit dem Bussolentheodoliten gemessen worden ist (siehe Fig. 8), was zufolge der längern Distanzen eine gewisse Unsicherheit in sich birgt. (Schluß folgt.)

## Beurteilung der Arrondierung bei Güterzusammenlegungen.

Von *Rud. Werffeli*.

Es ist das Verdienst von Herrn Hans Fluck, Kulturingenieur, Bellinzona, im Jahre 1921 erstmals darauf aufmerksam gemacht zu haben, daß der Grad der Arrondierung nach der Formel von Prof. Rebstein mit aller Vorsicht zu verwenden sei. Herr A. Strüby, eidg. Kulturingenieur, Bern, hat in seinem Referat anlässlich des Vortragskurses des S. G. V. im Jahre 1929 bestätigt, daß die bisher angewandte Formel für die Berechnung des Arrondierungsgrades zur allfälligen Verwendung bei der Subventionspraxis absolut unzuverlässig sei und schlägt eine modifizierte Formel vor, welche aber nur in dem Falle eine verbesserte Beurteilung der Arrondierung verursachen kann, wenn es sich um sektionsweise durchgeführte Zusammenlegungen handelt. Da wir aber heute bei der Abgrenzung einer Güterzusammenlegung in erster Linie darnach trachten müssen, sämtliche Grundstücke der Grundeigentümer eines Wirtschaftszentrums (Dorf, Gemeinde usw.) zu erfassen, so ist die sektionsweise Durchführung einer Güterzusammenlegung schon aus diesem Grunde erledigt. Damit sollen Unternehmen mit kleiner Flächenausdehnung nicht ohne weiteres ausgeschlossen sein (Maiensäße, Monti, Rebgebiete).