des Widerstandes, den das mit dem Kegelrad verbundene Getriebe ausübt, wird aber das Rad *5* nicht mitgenommen, sondern bleibt stehen. Das Rad *3* nimmt also das Rad *6*, das fest auf der Achse *A* sitzt, mit, weil die Zahl der Zähne des Rades *3* nicht gleich der Zahl der Zähne des Rades *6* ist; hätten sie gleiche Zahnzahl, so würde sich *3* auf *6* abwickeln, wie sich *4* auf *5* abwickelt. Mit der Achse *A* wird die Achse *Mi* des Mikrometers gekoppelt; damit dabei kein Zwang ausgeübt wird, geschieht es mit Hilfe eines Kugelgelenkes.

Das Zahnrad *5*, auf das sich das Zahnrad *4* stützt, um die vom Motor gegebene Bewegung auf die Achse *A* zu übertragen, kann mit Hilfe der beiden Triebe *H* von Hand bewegt werden. Damit die beiden Triebe, die das Kegelrad antreiben, im gleichen Sinn bewegt werden müssen, ist auf der einen Seite ein weiteres Zahnrad zwischen das Rad des Handtriebes und das Kegelrad eingeschaltet.

Der Träger, von dem dieses Getriebe zusammen mit den beiden Synchronmotoren gehalten wird, ist an derjenigen Stelle des massiven Teiles der horizontalen Achse befestigt, wo bei der Verwendung des Instrumentes zur Polhöhenbestimmung nach der HORREBOW-TALCOTT-Methode die beiden Niveaus sitzen, welche die Zenitdistanz des Fernrohres kontrollieren.

Die beiden Motoren sind auf einem Schlitten montiert und werden von einer Feder gegeneinander gezogen; zwei Anschläge auf der Bahn des Schlittens sorgen dafür, daß der von den beiden Scheiben *S* auf die Scheibe *s* ausgeübte Druck in verschiedenen Zenitdistanzen ungefähr gleich groß ist.

e) Die mittleren Fehler der Durchgangszeiten

Der mittlere Fehler der Uhrzeit des einzelnen Fadendurchganges läßt sich aus den Abweichungen der auf den Mittelfaden reduzierten Einzelwerte vom arithmetischen Mittel berechnen; wird das unpersönliche Mikrometer benützt, so läßt sich der mittlere Fehler der einzelnen Kontaktzeit in einfacher Weise aus den Abweichungen der arithmetischen Mittel der vor und nach dem Umlegen am gleichen Kontakt beobachteten Uhrzeiten von deren Gesamtmittel ableiten. Der Fehler wird um so größer, je langsamer sich der Stern in der zum Faden senkrechten Richtung bewegt. Ist v die Komponente der scheinbaren Bewegung des Sternes in dieser Richtung und V die Vergrößerungszahl des Fernrohres, so ist in erster Annäherung der mittlere Fehler m_U der einzelnen Fadendurchgangszeit oder der einzelnen Kontaktzeit dem Produkt vV umgekehrt proportional. Nimmt man als Zeiteinheit die Sternzeitsekunde, der wir die Uhrsekunde gleichsetzen, und als Einheit des Winkelweges $15'' = 1$ sec, so ist im Parallel die Geschwindigkeit des Sternes in der Poldistanz p gleich $\sin p$, und somit, wenn (q) der Winkel ist, den die Bewegungsrichtung im

Parallel mit der Normalen zur Fadenrichtung bildet:

$$v = \cos(q)\sin p.$$

Bezeichnet b_0 den Proportionalitätsfaktor, so ist

$$m_U = \pm b_0 \frac{\operatorname{cosec} p}{V\cos(q)}$$

zu setzen. Der mittlere Fehler eines im Meridian beobachteten Durchganges wird, wenn er durch Multiplikation mit $\sin p$ auf den größten Kreis bezogen wird, da $\cos(q)$ gleich 1 zu setzen ist, gleich

$$m_U \sin p = \pm \frac{b_0}{V},$$

das heißt konstant. Nun werden die Durchgänge der rasch bewegten Sterne erfahrungsgemäß weniger sicher beobachtet als die Durchgänge der langsam bewegten. Diesem Umstande kann man Rechnung tragen dadurch, daß man den mittleren Fehler $m_U \sin p \cos(q)$ auffaßt als Resultante zweier Komponenten, nämlich der von der Poldistanz p unabhängigen Komponente b_0/V und einer zweiten von der Poldistanz und vom Winkel (q) abhängigen Komponente. Da diese mit der zur Fadenrichtung senkrechten Komponente der Geschwindigkeit des Sterns, das ist $\sin p \cos(q)$, verschwinden muß, macht man für m_U unter Einführung einer zweiten Konstanten a_0 den Ansatz:

$$m_U^2 = a_0^2 + b_0^2 \frac{\operatorname{cosec}^2 p}{V^2\cos^2(q)}. \tag{10}$$

Aus Durchgangsbeobachtungen im Meridian hat man die folgenden Werte der Konstanten a_0 und b_0 abgeleitet:

Methode	a_0	b_0
1. Aug- und Ohrmethode	$\pm 0^s{,}10$	$\pm 4^s{,}7$
2. Registriermethode	,07	4,7
3. Unpersönliches Mikrometer unter Handantrieb:		
a) Längenbestimmungen des geodätischen Institutes in Potsdam	,057	3,0
b) Längenbestimmungen der Schweizerischen geodätischen Kommission	,031	2,6
4. Unpersönliches Mikrometer unter mechanischem Antrieb bei Koinzidenzbeobachtungen	,020	2,4
5. Unpersönliches Mikrometer unter mechanischem Antrieb mit Korrekturmöglichkeit . .	,022	2,5

Die unter 1, 2 und 3a gegebenen Zahlen sind in der 4. Auflage von TH. ALBRECHTS «Formeln und Hilfstafeln für geographische Ortsbestimmungen» angegeben.

Die unter 3b angegebenen Werte sind Band 21, Seite 25, der *Astronomisch-geodätischen Arbeiten in der Schweiz* entnommen; die dort angeführten Zahlen sind mit $\sqrt{2}$ multipliziert, um sie auf die einzelne Kontaktbeobachtung zu beziehen.

Die Konstanten der Methode 4, des Koinzidenzverfahrens von COURVOISIER, sind aus seinen Angaben in A. N. 167, 211 abgeleitet. Die zur Methode 5 angegebenen Werte sind vorläufiger Natur; sie beruhen auf Durchgangsbeobachtungen, die im Sommer 1945 an einigen Abenden von Dr. J. O. FLECKENSTEIN angestellt worden sind. Ihre Konstanten liegen zwischen den Werten der Methoden 3b und 4; diese Methode liefert die Durchgangszeit ebenso genau wie das Koinzidenzverfahren, weil viel mehr Einzelbeobachtungen während des Durchganges möglich sind; es können vor und nach dem Umlegen ebensoviele Kontakte beobachtet werden wie bei der Handnachführung.

In der folgenden Tabelle sind die auf den größten Kreis bezogenen mittleren Fehler $m_U \sin p$ einer Einzelbeobachtung im Meridian, die in verschiedenen Poldistanzen bei den einzelnen Verfahren zu erwarten sind, zusammengestellt, wenn bei 80facher Vergrößerung beobachtet wird. Unter «N» ist das Verhältnis von $a_0^2 + \left(\frac{b_0}{V}\right)^2$ zu $\left(\frac{b_0}{V}\right)^2$ angegeben; wird ein Äquatorstern an N-mal so viel Fäden oder Kontakten beobachtet als ein polnaher Stern, so wird der mittlere Fehler seiner Durchgangszeit, bezogen auf den größten Kreis senkrecht zum Meridian, gleich groß wie der mittlere Fehler der Durchgangszeit des Polsternes. Von der Möglichkeit, verschiedene Sterne gleich genau zu beobachten durch geeignete Wahl der Zahl der Einzelbeobachtungen, werden wir bei fehlertheoretischen Untersuchungen Gebrauch machen.

p / Methode	$m_U \sin p$					N
	90°	45°	30°	10°	0°	
1	$\pm 0^s\!,116$	$\pm 0^s\!,092$	$\pm 0^s\!,077$	$\pm 0^s\!,061$	$\pm 0^s\!,59$	3,9
2	,091	,077	,068	,060	,059	2,4
3a	,068	,055	,047	,039	,038	3,3
3b	,045	,039	,036	,033	,033	1,9
4	,027	,024	,022	,020	,022	1,5
5	,038	,035	,033	,031	,031	1,5

f) Differentialausdrücke

Ändert man die drei gegebenen Stücke eines Dreiecks, so kann die Änderung, die irgendeines der übrigen Stücke erleidet, mit Hilfe des funktionalen Zusammenhanges berechnet werden. Wir leiten die Beziehung, welche die Änderung der drei gegebenen Stücke mit der Änderung eines vierten Stückes verbindet, ab, unter der Voraussetzung, es seien die Änderungen kleine Größen erster Ordnung, deren Quadrate und Produkte vernachlässigt werden dürfen. Diese Beziehung verwenden wir auch zur Berechnung des Fehlers, der von den Fehlern der drei gegebenen Stücke auf das berechnete Stück übergeht.