

# Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz

herausgegeben von der

**Schweizerischen Geodätischen Kommission**

(Organ der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft)

Neunundzwanzigster Band

**Bestimmungen von astronomischen  
Längen, Azimuten und Breiten  
in den Jahren 1965 bis 1970**

bearbeitet von Helmut Müller



# Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz

herausgegeben von der

**Schweizerischen Geodätischen Kommission**

(Organ der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft)

Neunundzwanzigster Band

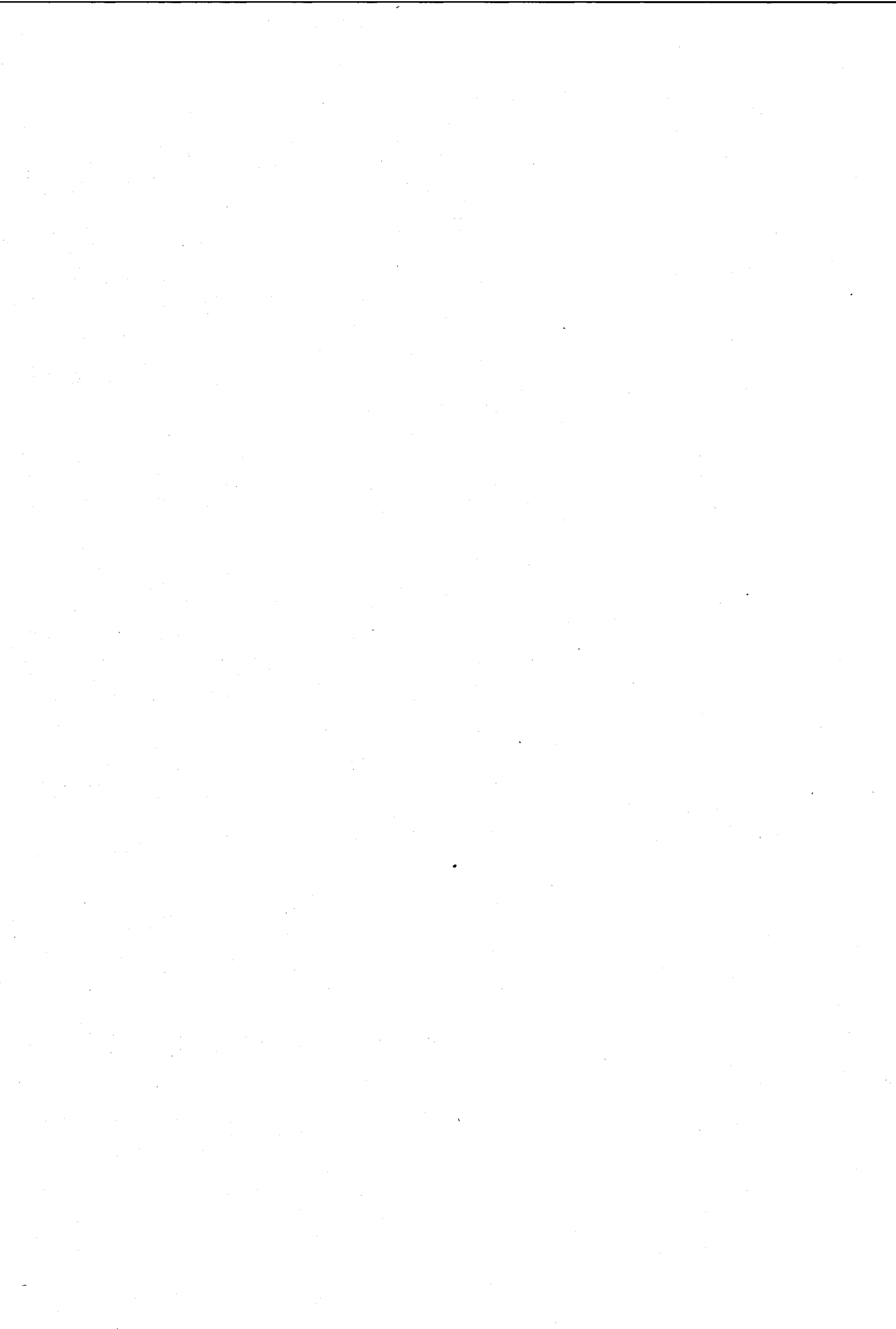
**Bestimmungen von astronomischen  
Längen, Azimuten und Breiten  
in den Jahren 1965 bis 1970**

bearbeitet von Helmut Müller



# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Allgemeines</b>	
1.1 Einleitung . . . . .	7
1.2 Die Stationen . . . . .	8
1.3 Instrumente . . . . .	17
1.3.1 Theodolite . . . . .	17
1.3.2 Hängelibellen . . . . .	18
1.3.3 Zeitregistriereinrichtungen . . . . .	22
1.3.4 Uhren . . . . .	24
1.3.5 Leucht- und Funkgeräte . . . . .	24
<b>2. Längenbestimmungen</b>	
2.1 Beobachtungsverfahren . . . . .	26
2.2 Die Auswertung . . . . .	27
2.3 Die Resultate . . . . .	28
2.3.1 Rochers-de-Naye und La Dôle . . . . .	28
2.3.2 Monte Generoso und Campo dei Fiori . . . . .	33
2.3.3 Weissfluhgipfel . . . . .	37
2.3.4 Rötiflüh und Wisenberg . . . . .	40
2.4 Einige Schlussbemerkungen zu den Längenbestimmungen . . . . .	45
<b>3. Azimutmessungen</b>	
3.1 Beobachtungsverfahren und Auswertung . . . . .	47
3.2 Die Resultate . . . . .	47
3.2.1 Rochers-de-Naye . . . . .	48
3.2.2 La Dôle . . . . .	53
3.2.3 Monte Generoso . . . . .	58
3.2.4 Campo dei Fiori . . . . .	62
3.2.5 Weissfluhgipfel . . . . .	68
3.2.6 Säntis . . . . .	68
3.2.7 Rötiflüh . . . . .	76
3.2.8 Wisenberg . . . . .	81
3.3 Einige Schlussbemerkungen zu den Azimutmessungen . . . . .	89
<b>4. Breitenbestimmungen</b>	
4.1 Beobachtungsverfahren und Auswertung . . . . .	90
4.2 Die Resultate . . . . .	91
4.2.1 Rochers-de-Naye . . . . .	91
4.2.2 La Dôle . . . . .	98
4.2.3 Monte Generoso . . . . .	98
4.2.4 Campo dei Fiori . . . . .	102
4.2.5 Sauverny . . . . .	102
4.2.6 Weissfluhgipfel . . . . .	102
4.2.7 Rötiflüh . . . . .	105
4.2.8 Wisenberg . . . . .	109
4.3 Einige Schlussbemerkungen zu den Breitenbestimmungen . . . . .	115
<b>5. Zusammenfassung der Resultate . . . . .</b>	<b>117</b>



## Vorwort

Die Schweizerische Geodätische Kommission hat in den letzten Jahren auf zahlreichen Punkten des Triangulationsnetzes erster Ordnung astronomische Beobachtungen hoher Präzision durchführen lassen. Es ging ihr darum, eine grössere Anzahl von guten Laplace-Punkten zu schaffen. Sie sollen Verbesserungen am Landesnetz bringen, da dieses wegen der grossen Lotabweichungen im Gebirge Zwänge aufweist, und sie sollen dazu dienen, das europäische Dreiecksnetz in Zentraleuropa, oder vielleicht richtiger in den Alpen, möglichst gut zu verankern. Damit wird einem Wunsch der Internationalen Kommission für die Ausgleichung der europäischen Hauptnetztriangulation entsprochen.

Über die Beobachtungen und Berechnungen wird in drei Bänden «Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz» der Publikationsreihe der Schweizerischen Geodätischen Kommission berichtet. In Band 27 wurden die Beobachtungen und Berechnungen der Punkte Gurten (erster Teil) und Rigi behandelt. Der Band 28 enthielt die Punkte Säntis, Hörnli, Rigi, Gurten (zweiter Teil) und Niesen.

In vorliegenden 29. Band berichtet Herr Prof. Dr. H. Müller über die Beobachtungen und Berechnungen für die Punkte Rochers-de-Naye, Dôle, Monte Generoso, Campo dei Fiori, Weissfluh, Rötiflüh und Wisenberg.

Die von Prof. Müller, einem Adjunkten des Instituts für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich und Privatdozenten an dieser Hochschule, verwendeten Berechnungsverfahren sind mit den in Band 27 erwähnten identisch. Auf eine nähere Beschreibung kann im vorliegenden Band daher verzichtet werden. Eine etwas andere Berechnungsmethode wurde von Herrn Wunderlin im Band 28 verwendet und dort beschrieben. Es besteht jedoch kein Zweifel, dass beide Berechnungsverfahren praktisch zu gleichen Ergebnissen führen.

Die Kommission ist Herrn Prof. Müller für die Durchführung der Beobachtungen und Berechnungen und für die Abfassung des Bandes zu grossem Dank verpflichtet. Es sei auch den Herren Schneibel und Wattenhofer vom Institut für Geodäsie und Photogrammetrie für ihre sehr wertvolle Mitarbeit gedankt.

Der Präsident der  
Schweizerischen Geodätischen Kommission

Prof. Dr. *F. Kobold*

Zürich, im Oktober 1972





# 1. Allgemeines

## 1.1 Einleitung

Im Anschluss an den von N. Wunderlin bearbeiteten Band 28 der «Astronomisch-geodätischen Arbeiten in der Schweiz» sollen im vorliegenden Band die von der Schweizerischen Geodätischen Kommission in den Jahren 1965 bis 1970 durchgeführten astronomischen Beobachtungen auf den 7 Laplace-Punkten Rochers-de-Naye, La Dôle, Monte Generoso, Campo dei Fiori, Weissfluhgipfel, Rötiflüh, Wisenberg und auf den Längenreferenzpunkten Genf und Zürich behandelt werden, wobei in Genf gleichzeitig auf der alten, nun abgebrochenen Sternwarte in der Stadt und auf der ausserhalb der Stadt bei Sauverny neu errichteten beobachtet wurde, um den neuen Punkt in Sauverny an den alten in Genf anzuschliessen.

Wir haben uns bemüht, diese Publikation möglichst kurz abzufassen. Methoden, Instrumente, Auswertungen sind im voraufgegangenen Band von N. Wunderlin eingehend und vollendet diskutiert worden oder finden sich auch zum Teil in früheren Bänden dieser Reihe, so dass es genügt, jeweils darauf hinzuweisen und nur anzuführen, welcher Weg diesmal eingeschlagen wurde. Wir haben es auch unterlassen, alle Ausgangsdaten zu publizieren, wie die benutzten Sterne, Kreisablesungen, Niveaulesungen, Zeiten usw., z. B. gerade bei den insgesamt 145 einzelnen Serien für die Längenbestimmungen wäre das ein allzu umfangreiches Zahlenmaterial geworden. Es erscheint uns ausreichend, bei den Längenbestimmungen die Resultate jeder einzelnen Serie zu liefern; eine andere Bearbeitung, bei der doch wohl höchstens die Gewichtsverteilung für die einzelnen Sterndurchgänge variiert werden könnte, wobei der Spielraum dafür sicherlich nicht gross ist, dürfte das Ergebnis der Serie höchstens unwesentlich ändern. Eine jede Serie ergibt jeweils nur in ihrer Gesamtheit ein einziges Messresultat. Bei den Breitenbestimmungen, wo die Beobachtung jedes Sternpaares eine abgeschlossene Polhöhenbestimmung darstellt, ist es entsprechend angezeigt, das Ergebnis für jedes einzelne Sternpaar zu geben, und das Analoge gilt bei den Azimutmessungen für jeden Anschluss des Zielpunktes an Polaris in beiden Fernrohrlagen.

Die angewandten Methoden sind auf allen Punkten die gleichen, die Meridianmethode bei den Längen, die Methode der Meridianzenitdistanzen oder Sterneckmethode bei den Breiten, die Polarismethode bei den Azimuten, und als ausreichendes Ziel hatte man 8 Serien für die Längen, ebensoviel für die Azimute und etwa 6 Serien für die Breiten möglichst in verschiedenen Nächten bzw. bei den Azimuten auch am Tage angesetzt. In den Jahren 1965, 1966 und 1970 waren für die drei Messungen zwei getrennte Beobachtergruppen eingesetzt worden zur gleichzeitigen Beobachtung auf den Punkten Rochers-de-Naye und La Dôle, Monte Generoso und Campo dei Fiori, Rötiflüh und Wisenberg, wobei die Beobachter etwa nach der Halbzeit ausgetauscht wurden, während die Instrumente auf den Stationen verblieben. Diese Anordnung erschien zweckmässig, weil jeweils wechselseitige Azimute zwischen den Laplace-Punkten gemessen werden sollten, und auf diese Weise war auf der Gegenstation stets jemand vorhanden, der für die Beleuchtung des Zielpunktes sorgte. Der Austausch der Beobachter gewährleistete andererseits möglichst unabhängige Messungen auf allen Punkten. Für die drei Messungen auf dem Weissfluhgipfel im Jahre 1968 war nur eine Gruppe mit stets dem gleichen Beobachter vorhanden, während das Gegenazimut vom Säntis zur Weissfluh von einer zweiten Gruppe auf dem Säntis etwa zur gleichen Zeit gemessen wurde. Diese wechselseitige Azimutbestimmung ist nützlich, da sie eine Kontrolle der Messungen liefert. Auf der Rötiflüh wurde ausserdem noch das Azimut zum Gurten, auf dem Wisenberg das zum Feldberg gemessen, um auf diese Weise die Satellitenbeobachtungsstation Zimmerwald nahe dem Gurten an das europäische Netz der Satellitenbeobachtungsstationen anzuschliessen. Abgesehen von den auch sonst oft nicht sehr günstigen Witterungsbedingungen erwiesen sich gerade die Azimutmessungen als besonders mühsam, weil bei grösseren Entfernungen der Zielpunkte bei sonst gutem Wetter die Fernsicht doch häufig sehr schlecht ist. So mussten auch 1966 noch einige Azimutbestimmungen zwischen Rochers-de-Naye und La Dôle nachgeholt werden, da 1965 wohl das Beobachtungsprogramm für Längen und Breiten geschaffen worden war, aber die Zahl der Azimutserien noch nicht ausreichend zu sein schien. Wenn es das Wetter zulies, wurden in der gleichen Nacht alle drei Messungen: Längen, Breiten, Azimute, absolviert, doch gelang dies nicht allzuoft, und häufig blieb es bei Versuchen. Dass im übrigen die klimatischen Bedingungen auf den Berggipfeln, niedrige Temperaturen, starker Wind, Feuchtigkeit durch Nebel- und Taubildung, Instrumente wie Teilnehmer

stark beanspruchten, sei nur am Rande erwähnt, doch hat es sicherlich auch einen Einfluss auf die Messergebnisse, den man nicht ganz übersehen darf. Die beteiligten Beobachter, Sekretäre und Gehilfen werden im übrigen nachher jeweils bei den einzelnen Beobachtungsreihen aufgeführt, so dass hier keine gesonderte Aufstellung gegeben werden soll, es handelt sich um Angehörige des Instituts für Geodäsie und Photogrammetrie der ETHZ, um Mitarbeiter der Schweizerischen Geodätischen Kommission und um Studenten der ETHZ.

## 1.2 Die Stationen

Bevor auf die verschiedenen Stationen im einzelnen eingegangen wird, sollen noch ein paar kurze Bemerkungen über die Beobachtungspfeiler vorausgeschickt werden. Auf den meisten Stationen waren Pfeiler vorhanden oder sind errichtet worden. Gegenüber einem Stativ, das vor jeder Beobachtung neu aufgestellt wird, hat das zunächst den Vorteil, dass der Standpunkt der Beobachtung stets eindeutig und mit völlig ausreichender Sicherheit festliegt. Das Beobachten ist zudem bequemer und angenehmer, was sich auf die Qualität der Beobachtungen auswirkt; es entfällt auch die Gefahr, dass durch unbeabsichtigtes Anstossen an die Stativbeine die Instrumentposition geändert wird. Die neu errichteten Pfeiler bestehen aus übereinandergesetzten Zementrohren von etwa 50 cm Durchmesser, die ein Stück in den Boden versenkt und mit Beton ausgefüllt sind, so dass eine sehr gute Stabilität gewährleistet ist; ältere Pfeiler waren meist gemauert. Als einziger Nachteil derartiger Pfeiler ist wohl anzusehen, dass sie, wenn sie ungeschützt im Freien stehen, bei tagsüber schönem Wetter einseitig von der Sonne beschienen werden, was zu einer Ausdehnung der sonnenbeschienenen Seite führt. Die Abkühlung und Rückbildung vollzieht sich im Laufe des Abends ziemlich langsam, was nun zur Folge hat, dass sich die Neigung der Pfeileroberfläche und damit auch die Stehachsenschiefe des Theodoliten in den ersten Nachtstunden stetig ändert. Ist das Auftreten eines solchen Effektes bei einem Pfeiler bekannt und nach der Wetterlage zu erwarten, so wird man beim Horizontieren am Anfang dafür sorgen, dass die Stehachse sich ein wenig nach Osten neigt, damit sich im Verlauf einer Serie von Meridiandurchgangsbeobachtungen die Blase der Hängelibelle nicht zu einseitig von der Mitte nach einem Ende hin verschiebt. Ein Neuhorizontieren während einer Beobachtungsreihe vermeidet man möglichst bei der Meridianmethode, da damit auch eine Azimutänderung bewirkt werden kann, so dass man die Ausgleichung dann mit 2 verschiedenen Azimutwerten durchführen müsste. Der beschriebene Effekt zeigte sich je nach Wetter und lokaler Situation mehr oder weniger stark, praktisch nicht auf der alten Sternwarte in Genf, wo eine feste Hütte mit aufziehbarem Spalt vorhanden war, wohl aber in Zürich, wo Pfeiler und Instrument in einer schmalen Blechhütte standen, die beim Beobachten weggeschoben wurde. In der neuen Genfer Sternwarte in Sauverny war der Pfeiler auf dem Dach des Gebäudes über den festen Trägern errichtet worden, hier verstärkte die Ausdehnung des ganzen Gebäudes offensichtlich noch diese Wirkung. Auf den Rochers-de-Naye erwies sich eine Schutzmauer im Westen als sehr günstig und ähnlich erging es mit einer Zeltplanabschirmung auf dem Weissfluhgipfel. Auf dem Campo dei Fiori befand sich ein Pfeiler aus Eisenträgern, der sich den Temperaturänderungen sehr rasch anpasste, so dass keine merklichen systematischen Neigungsänderungen auftraten. Auch der alte aus Natursteinen gemauerte Pfeiler auf dem Monte Generoso bewährte sich in dieser Hinsicht sehr gut. Die auch erwogene Möglichkeit, doppelwandige Pfeiler mit isolierendem Luftzwischenraum zu bauen, hätte zu einer Verteuerung und je nachdem auch zu einer Verzögerung geführt. Auf der Rötiflüh und auf dem Wisenberg wurde auf den Bau eines Pfeilers verzichtet und das Stativ benutzt.

Diese eben beschriebenen systematischen Neigungsänderungen der Pfeiler verringerten sich und verschwanden im Laufe der Nacht, wenn der Temperatenausgleich hergestellt war. Da sie aus dem oben erwähnten Grunde eigentlich nur bei der Meridianmethode störten, wäre es naheliegend gewesen, diese stets auf die späteren Nachtstunden zu verschieben und mit Breitenbestimmungen oder Azimutmessungen zu beginnen. Andererseits brauchte man für die Meridianmethode etwa  $1\frac{1}{2}$ –2 Stunden klaren Himmel, so dass man in Anbetracht des oft sehr rasch wechselnden Wetters gern damit begann, um eine abgeschlossene Serie sicher zu erhalten. Dazu kommt, dass diese Methode für das regelmässige Nachfahren und rasche Umlegen des Instrumentes wohl die grösste Konzentration des Beobachters erfordert, so dass man sie gern am Beginn einer Beobachtungsnacht durchführt.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen über die Pfeiler folgen nun die speziellen Angaben für die einzelnen Stationen; Wahl und Ort vom Beobachtungsstandpunkt und vom Leuchtgerät.

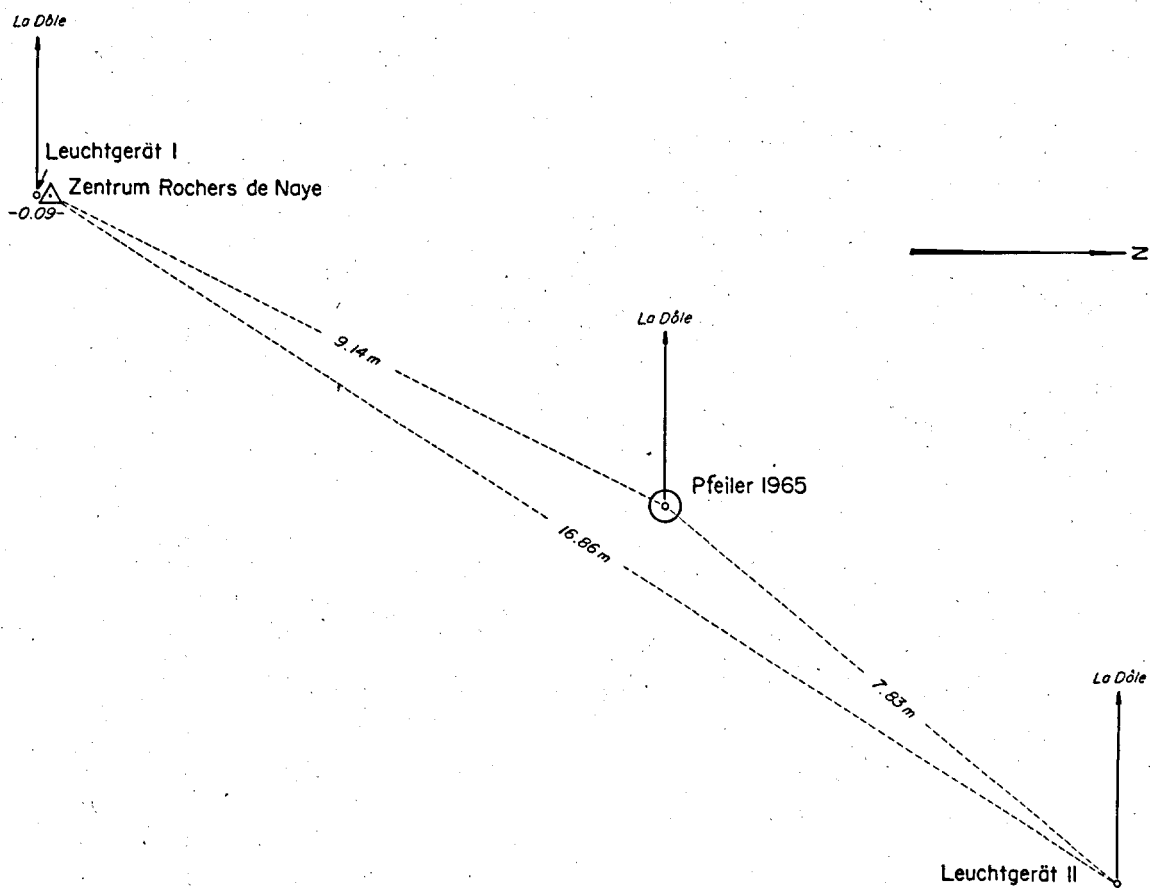
### *Rochers-de-Naye*

Der trigonometrische Punkt 1. Ordnung befindet sich auf dem Gipfel der Rochers-de-Naye, der nach Westen und Süden sehr schroff abfällt, nach Osten und vor allem nach Norden wesentlich flacher ausläuft. Der Gipfel trägt

eine massive Betonplattform, die mit einer kleinen Umrandungsmauer versehen als Aussichtsterrasse dient. Die Pyramide über dem trigonometrischen Punkt steht am südlichen Zugang zur Plattform. Die Beobachtung direkt auf diesem Punkt kam wegen der Sichtbehinderung durch die Pyramide und auch wegen seiner Lage im Touristenstrom am Tage nicht in Frage; das gleiche gilt für den alten, in seiner Form jetzt auch nicht mehr gebrauchsfähigen Pfeiler etwa 1 m südlich davon. Der günstigste Platz für den Beobachtungsstandpunkt schien ein Ort etwa 9 m nord-nordöstlich vom trigonometrischen Punkt im Abstand von etwa 1 m von der Umfassungsmauer zu sein. Von hier ist die Sicht zur La Dôle und auch zu anderen trigonometrischen Punkten völlig frei und Beobachtungen im Meridian sind weder durch die Pyramide noch durch den nordöstlich davon gelegenen benachbarten Sendeturm der Kantons-Polizei Lausanne behindert. Der hier errichtete Pfeiler steht auf dem Teil der Betonterrasse, der direkt auf dem Felsuntergrund ruht. Der Abstand von der Umfassungsmauer ist so gross, dass man bequem um den Pfeiler zirkulieren kann, andererseits hält diese Mauer am Nachmittag weitgehend die Sonnenstrahlung vom Pfeiler ab, was nach dem vorher Gesagten sehr erwünscht ist.

Der Scheinwerfer für die Azimutmessung von La Dôle war zuerst auf einem Stativ direkt über dem trigonometrischen Punkt (Position I) aufgestellt worden. Wegen des sehr lebhaften Touristenverkehrs bei schönem Wetter war das aber speziell bei Tagesbeobachtungen wenig zweckmässig. Aus diesem Grunde wurde er für die weiteren Messungen auf dem vorher erwähnten Sendeturm in einiger Höhe über dem Boden fest montiert (Position II) und verblieb dort ständig. Da die Stellung der Grundplatte auf dem Gestänge des Turmes gut markiert war, konnte der Scheinwerfer auch nach dem Unterbruch der Azimutmessungen im Herbst 1965 im Sommer 1966 für die weiteren Messungen mit Sicherheit wieder in die gleiche Position gebracht werden. Das Einmessen von Pfeiler und Scheinwerfer wurde in der üblichen Weise durchgeführt.

Mit Nord ist in allen diesen Skizzen Karten-Nord gemeint.



Die Koordinaten der 4 Punkte im schweizerischen Projektionssystem sind:

Zentrum:

$Y = -35555,87$                        $X = -57620,71$                        $H = 2041,91$  m (Bolzen)

Pfeiler SGK 1965:

$Y = -35551,79$                        $X = -57612,53$

Scheinwerfer Position I 1965:

$Y = -35555,87$                        $X = -57620,81$

Scheinwerfer Position II 1965, 1966:

$Y = -35546,85$                        $X = -57606,46$

Die ellipsoidischen und die astronomischen Längen und Breiten des Zentrums sind:

Ellipsoidische Länge  $-27^{\circ} 54', 460$

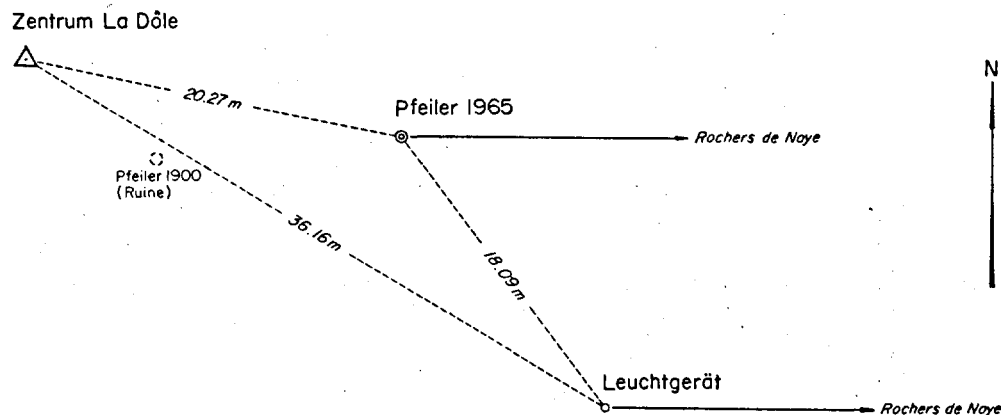
Ellipsoidische Breite  $46^{\circ} 25' 59,07''$

Astronomische Länge  $-27^{\circ} 52', 530$  [S. 33]

Astronomische Breite  $46^{\circ} 25' 58,77''$  [S. 94]

### La Dôle

Der trigonometrische Punkt 1. Ordnung befindet sich auf einem schmalen Felsgrat, der nach Nordwesten ziemlich steil vielleicht 100 m abfällt; auf der andern Seite beträgt der Abfall nur wenige Meter, um dann in einen breiten abgeflachten Rücken überzugehen, der erst nach 40–50 m nach Südosten etwa 200 m steil abfällt. Es erschien nicht ratsam, die Beobachtungen nahe dem trigonometrischen Punkt auf dem schmalen Grat durchzuführen. Abgesehen davon, dass man dort nur wenig Platz für das Instrumentarium hat und auch die Bewegungsfreiheit durch das Gelände behindert ist, wird die Sicht nach verschiedenen trigonometrischen Punkten, z. B. Suchet, Mont Tendre, durch Kuppeln der Radarstation des Flughafens Genf-Cointrin versperrt, ferner herrschen auf dem Grat naturgemäss stets ziemlich starke Winde, was für die Beobachtung sicher nicht von Vorteil ist. Alle diese Bedingungen sind günstiger auf dem flachen Bergrücken, der mit Gras bewachsen ist, und hier wurde der Beobachtungspfeiler etwa 20 m vom trigonometrischen Punkt entfernt auf dem Gelände, das rund 5 m tiefer als der Grat liegt, errichtet. Ein alter, im Jahre 1900 benutzter, jetzt nicht mehr vorhandener Pfeiler stand 13 m westlich davon. Der neue Pfeiler wurde auf dem festen Untergrund aufgesetzt und erwies sich auch dementsprechend als recht stabil. Der Scheinwerfer als Zielpunkt für die Azimutmessungen von den Rochers-de-Naye konnte vorteilhaft auf einem nahe dem südöstlichen Absturz befindlichen Betonklotz montiert werden, rund 36 m vom trigonometrischen Punkt und 18 m vom Pfeiler entfernt. Zu erwähnen wäre noch, dass auf der La Dôle die Wetterbedingungen günstiger waren als auf den Rochers-de-Naye, wo man sehr oft durch Nebel behindert wurde.



Die Koordinaten der 3 Punkte im schweizerischen Projektionssystem sind:

Zentrum:

$Y = -102926,14$                        $X = -57560,00$                        $H = 1677,24$  m (Bolzen)

Pfeiler SGK 1965:

$Y = -102906,33$                        $X = -57564,31$

Scheinwerfer 1965, 1966:

$Y = -102895,04$                        $X = -57578,45$

Die ellipsoidischen und die astronomischen Längen und Breiten des Zentrums sind:

Ellipsoidische Länge  $-24^m 24^s,090$

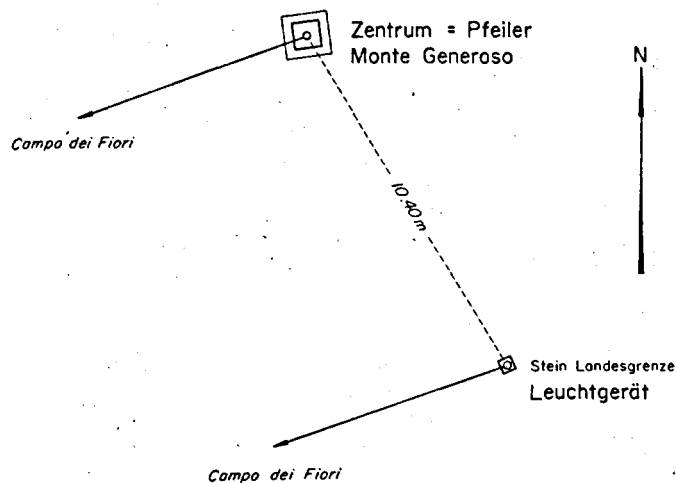
Ellipsoidische Breite  $46^\circ 25' 35,96''$

Astronomische Länge  $-24^m 24^s,566$  [S. 33]

Astronomische Breite  $46^\circ 25' 25,02''$  [S. 97]

### Monte Generoso

Der trigonometrische Punkt 2. Ordnung Monte Generoso befindet sich auf dem Gipfel dieses Berges, der nach drei Seiten ziemlich schroff abfällt, einzig nach Süd-Südwest läuft er in einen sich mässig senkenden Bergrücken aus. Dass man bei dieser Lage stets mit heftigen lokalen Luftströmungen rechnen muss, ist selbstverständlich, aber nicht allzusehr von Vorteil für astronomische Beobachtungen. Auf dem trigonometrischen Punkt ist unter der Pyramide des Signals ein noch durchaus brauchbarer, 1914 erstellter Pfeiler vorhanden, der einen quadratischen Querschnitt von 40 cm Kantenlänge hat. Da die Pyramide indes astronomische Beobachtungen verunmöglicht, war mit der Eidg. Landestopographie vereinbart worden, dass die Pyramide während der Beobachtungsperiode beseitigt werden durfte, es musste nur gewährleistet sein, dass sie nachher wieder in der exakt gleichen Position errichtet wird. Der Pfeiler erwies sich als zu hoch für einigermassen bequeme astronomische Beobachtungen. Das hat seinen Grund darin, dass in der Zwischenzeit offensichtlich der Boden um ihn herum abgegraben wurde, um eine grössere ebene Fläche für die Aussichtsterrasse zu gewinnen. Das 80 cm tiefe Pfeilerfundament vom Querschnitt  $60 \times 60$  cm ragt heute 20-30 cm aus dem Boden heraus. Die Stabilität des Pfeilers wurde dadurch nicht beeinträchtigt, Neigungsänderungen durch den Einfluss der Sonnenbestrahlung waren vorhanden, aber in geringerem Masse als auf La Dôle und in Sauvigny. Zum Beobachten mit dem T4 wurde um den Pfeiler ein allerdings ziemlich schmales hölzernes Podest gebaut. Dadurch war das Beobachten möglich, wenn auch nicht allzu bequem für rasches Zirkulieren um den Pfeiler herum beim Umlegen und wegen der sehr verschiedenen Höhe der drei Einblicke beim T4, des Okulars für die Grobeinstellung des Höhenkreises, des Okulars für die Sternbeobachtung, des Okulars zum Ablesen des Horizontalkreises. Ein geeigneter Platz für den Scheinwerfer als Zielpunkt für die Azimutmessungen vom Campo dei Fiori fand sich auf einem gut 10 m entfernten Grenzstein. Die Position des Scheinwerfers auf diesem Stein konnte stets sehr genau verifiziert werden, was wesentlich war, da er wegen des lebhaften Touristenstroms nach jeder Beobachtung abgebaut werden musste. Durch den Pfeiler und diesen Grenzstein verläuft übrigens die Landesgrenze.



Die Koordinaten von Pfeiler und Scheinwerfer im schweizerischen Projektionssystem sind:

Zentrum = Pfeiler:

$Y = 122656,14$

$X = -112130,77$

$H = 1701,32$  m (Pfeileroberfläche)

Scheinwerfer 1966:

$Y = 122661,66$

$X = -112139,58$

Die ellipsoidischen und die astronomischen Längen und Breiten des Zentrums sind:

Ellipsoidische Länge  $-36^{\circ}05',069$

Ellipsoidische Breite  $45^{\circ}55'56,93''$

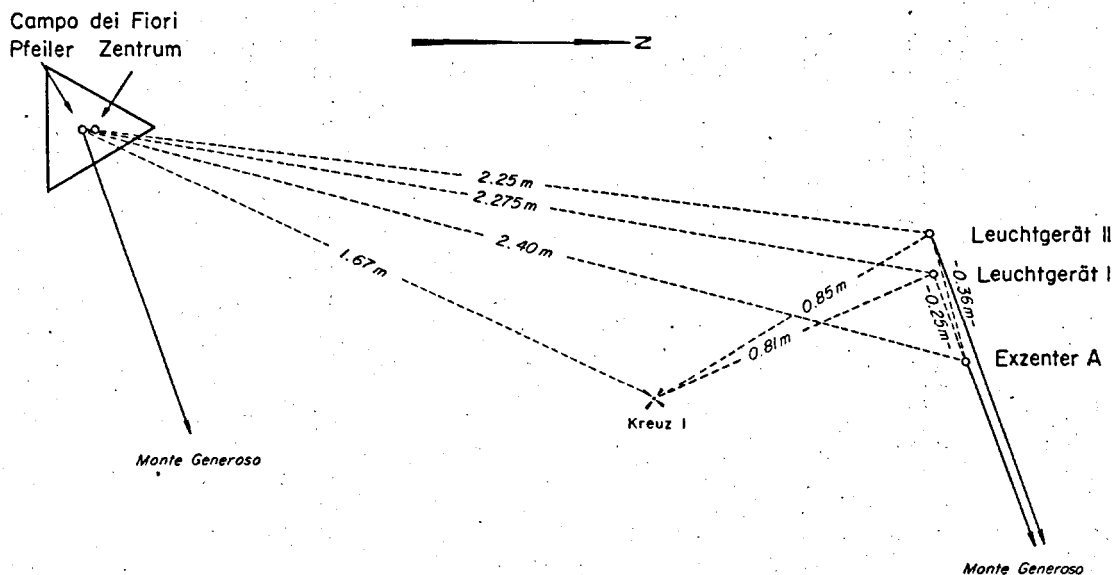
Astronomische Länge  $-36^{\circ}04',501$  [S. 37]

Astronomische Breite  $45^{\circ}55'36,21''$  [S. 101]

### Campo dei Fiori

Campo dei Fiori ist ein teils bewaldeter, teils mit Gras bewachsener Bergrücken, der von Süden her mässig ansteigt, nach Norden sehr schroff abfällt; er gehört zu Italien. Der trigonometrische Punkt 1. Ordnung befindet sich dicht am nördlichen Absturz; auf ihm steht ein prismatischer eiserner Pfeiler, der 115 cm hoch, 33 cm breit ist und sich gut für die Aufstellung des T4 eignete. Ein Vorteil dieses Eisenpfeilers ist zweifellos, dass er sich Temperaturänderungen rasch anpasst, so dass systematische Neigungsänderungen in den frühen Abendstunden nach intensiver Sonnenbestrahlung am Nachmittag nicht festgestellt wurden, andererseits erschien seine Stabilität geringer zu sein als die der Betonpfeiler. Beim Zirkulieren des Beobachters war bei einigen Stellungen ein geringes Wandern der Libellenblase zu bemerken, einer Neigungsänderung von grössenordnungsmässig 1" entsprechend. Knapp  $2\frac{1}{2}$  m nördlich vom Zentrum befindet sich in einem Fels ein exzentrischer Bolzen A, dessen Position nach italienischen Messungen durch Anschluss an Gridone bestimmt war. Auf diesem Fels wurde der Scheinwerfer als Zielpunkt für die Beobachtungen vom Monte Generoso montiert. Da einmal tagsüber von Touristen an der dort belassenen Grundplatte zum Scheinwerfer manipuliert worden war, sind zwei etwas verschiedene Positionen des Scheinwerfers benutzt worden, die eine bis zum 31. August einschliesslich, die andere vom Abend des 1. September an.

Bei der späteren Bearbeitung der Messungen zur Positionsbestimmung des Scheinwerfers, die durch Richtungsmessungen mit einem T2 auf dem Pfeiler nach dem Monte Generoso, nach dem Scheinwerfer in beiden Stellungen (die ganze Messung wurde entsprechend der geänderten Scheinwerferposition an zwei verschiedenen Tagen vollständig durchgeführt), nach dem erwähnten Exzenter A, nach dem Versicherungskreuz I in einem Fels und durch Abstandsmessungen Pfeiler-Scheinwerfer, Pfeiler-Exzenter A, Pfeiler-Kreuz I, Scheinwerfer-Exzenter A, Scheinwerfer-Kreuz I vollzogen worden waren, ergab sich unter der Annahme, dass die Positionen von Exzenter A und Kreuz I unverändert geblieben sind und den italienischen Angaben entsprechen, dass der Pfeiler 3 cm südlich vom trigonometrischen Zentrum liegt. Diese geringe exzentrische Lage des Pfeilers spielt bei den Längen- und Breitenbestimmungen selbstverständlich gar keine Rolle, muss aber bei den Azimutmessungen berücksichtigt werden, da es bei der Richtung zum nur 21 km entfernten Monte Generoso knapp 0,3" ausmacht.



Die Koordinaten all dieser erwähnten Punkte im schweizerischen Projektionssystem sind:

Zentrum:	$Y = 102790,98$	$X = -119438,57$	Höhe ungefähr 1226 m
Pfeiler:	$Y = 102790,98$	$X = -119438,60$	
Exzenter A:	$Y = 102791,61$	$X = -119436,28$	
Versicherungskreuz I:	$Y = 102791,71$	$X = -119437,10$	
Scheinwerfer Position I 1966:	$Y = 102791,37$	$X = -119436,36$	
Scheinwerfer Position II 1966:	$Y = 102791,26$	$X = -119436,37$	

Die ellipsoidischen und die astronomischen Längen und Breiten des Zentrums sind:

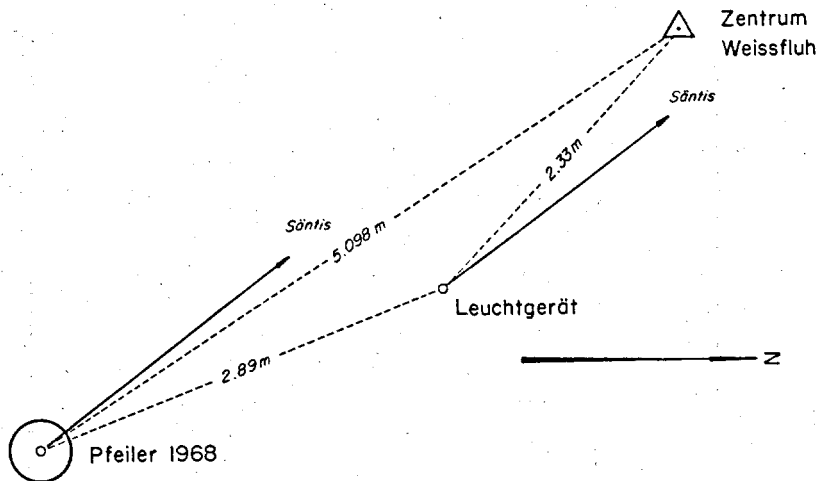
Ellipsoidische Länge	$-35^{\text{m}}03^{\text{s}},226$	Ellipsoidische Breite	$45^{\circ}52'12,22''$
Astronomische Länge	$-35^{\text{m}}03^{\text{s}},858$ [S. 37]	Astronomische Breite	$45^{\circ}51'50,62''$ [S. 105]

### Weissfluhgipfel

Auf dem Weissfluhgipfel, der nach Westen sehr steil abfällt, ist eine zum Teil durch eine Mauer geschützte Aussichtsterrasse erstellt. Der trigonometrische Punkt nahe dem südlichen Zugang zu dieser Terrasse ist durch einen Bolzen im Fels markiert. Für den Pfeiler erschien ein Platz etwa 5 m süd-südöstlich davon entfernt günstig. Zwischen dem Pfeiler und dem trigonometrischen Punkt war 1968 von der Eidg. Landestopographie ein Signal errichtet worden, und auf dem Gerüst dieses Signals wurde der Scheinwerfer als Zielpunkt für die Azimutmessung vom Säntis montiert. Westlich vom Pfeiler waren einige Geländerstangen angebracht worden, die mit Zeltplanen bespannt gegen den Abgrund, ein wenig gegen Wind und nachmittags den Pfeiler gegen die Sonnenbestrahlung schützten. Der Höhe und Lage entsprechend war es bei den Beobachtungen stets sehr kalt und fast immer sehr windig. Die Sicht zum Säntis hingegen war meist gut, da sich beide Punkte im allgemeinen über der Dunstschicht befanden.

Die Koordinaten der fraglichen Punkte im schweizerischen Projektionssystem sind:

Zentrum:	$Y = 179672,18$	$X = -10176,85$	$H = 2843,27$ m (Bolzen)
Pfeiler SGK 1968:	$Y = 179675,01$	$X = -10181,09$	
Scheinwerfer 1968:	$Y = 179673,91$	$X = -10178,41$	



Die ellipsoidischen und die astronomischen Längen und Breiten des Pfeilers sind:

Ellipsoidische Länge  $-39^{\circ} 10', 908$

Ellipsoidische Breite  $46^{\circ} 50' 11,50''$

Astronomische Länge  $-39^{\circ} 09', 656$  [S. 40]

Astronomische Breite  $46^{\circ} 50' 17,33''$  [S. 110]

### Säntis

Der Zielpunkt für die Azimutmessungen vom Weissfluhgipfel war der Säntis, und andererseits wurde vom Säntis das Azimut zum Weissfluhgipfel gemessen. Koordinaten und Lageplan vom Säntis sind im Band 28, S. 17, enthalten. Unglücklicherweise befindet sich nun das Anemometerhäuschen zwischen dem Pfeiler und der Weissfluh; es konnte also nicht vom Pfeiler aus beobachtet werden, sondern der T4 wurde exzentrisch im Abstand von 8,4 m vom Pfeiler auf dem Stativ aufgestellt. Der Scheinwerfer als Zielpunkt für die Azimutmessung vom Weissfluhgipfel war auf einen Ansatz des Anemometerhäuschens montiert worden, 1,6 m hinter dem T4 und etwa 2 m über dem Boden. Der Scheinwerferstrahl zur Weissfluh ging zwischen dem Beobachter und dem mehr als 4 m hohen Anemometerhäuschen hindurch, wohl in etwas grösserer Höhe als der Beobachter, aber ungefähr in der halben Höhe der sehr nahen Hütte. Es fragt sich, ob diese Anordnung sehr zweckmässig war. Unstimmigkeiten der Azimutmessungen vom Weissfluhgipfel lassen den Verdacht aufkommen, dass hierdurch ein Effekt ähnlich der bekannten Saalrefraktion entstand.

Die Koordinaten der 3 Punkte im schweizerischen Projektionssystem sind:

Pfeiler SGK 1959:

$Y = 144169,15$

$X = 34918,52$

$H = 2503,07$  m (Pfeileroberfläche)

Exzenter 1968:

$Y = 144177,14$

$X = 34915,96$

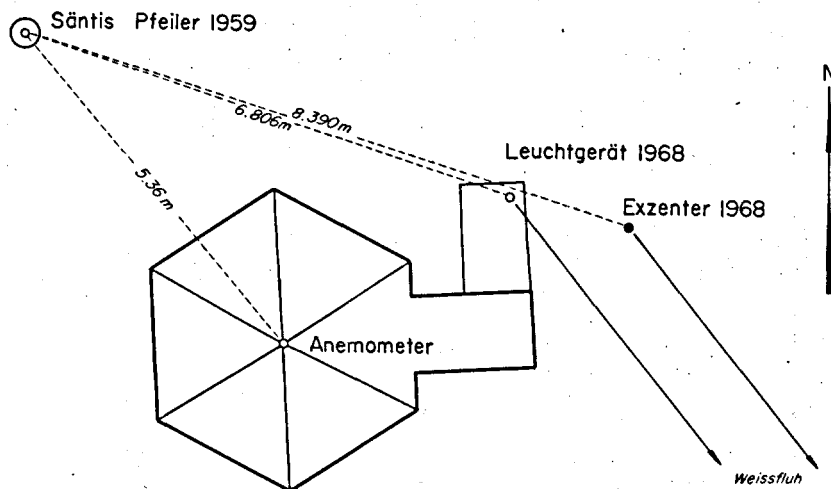
$H = 2501,54$  m (Bodenpunkt)

Scheinwerfer 1968:

$Y = 144175,60$

$X = 34916,35$

$H = 2503,77$  m



### Rötiflüh

Der Gipfel der Rötiflüh befindet sich am Ende eines von Südwest nach Nordost sanft ansteigenden Bergrückens, der dann hier nach Nordost sehr steil, nach Nordwest etwas weniger steil abfällt, nach Südost zunächst ein Stück flach verläuft, um dann auch stärker abzusinken. Unter der dreiseitigen Pyramide ist über dem trigonometrischen Punkt ein Pfeiler vorhanden, dessen Oberfläche für die Aufstellung des T4 nicht sehr geeignet erschien, hingegen konnte der Scheinwerfer als Zielpunkt für die Azimutmessung vom Wisenberg hier zentrisch montiert werden. Der T4 wurde 2 m südöstlich vom Zentrum auf dem Stativ aufgestellt. Die Sicht ist im Meridian sowie zum Gurten und zum Wisenberg frei, der mit Gestein durchsetzte Wiesenboden ist ziemlich fest, es wurden Pfähle eingerammt, so erwies sich die Aufstellung als recht stabil und konnte auch jederzeit verifiziert werden.



Die Koordinaten der zwei Punkte im schweizerischen Projektionssystem sind:

Zentrum = Scheinwerferposition:

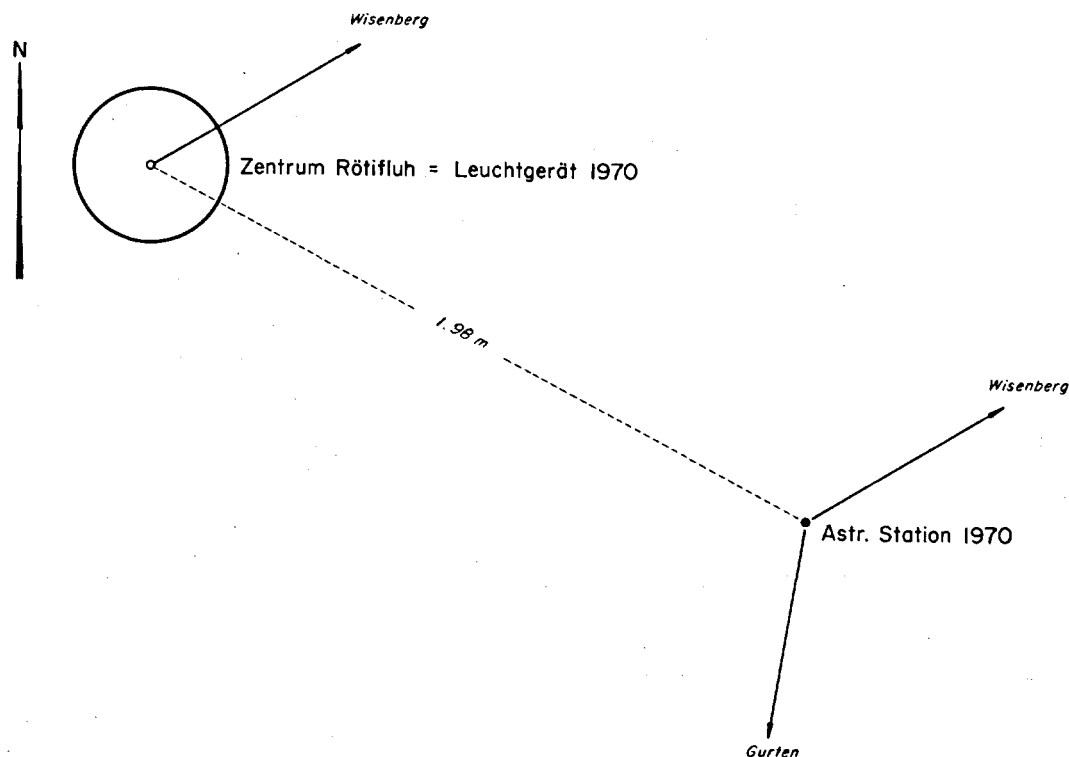
$Y = +6757,26$                        $X = +34121,83$                        $H = 1396,51$  m (Pfeileroberfläche,  
Scheinwerfer 17,5 cm darüber)

Beobachtungsstandpunkt 1970:

$Y = +6759,01$                        $X = +34120,90$

Die ellipsoidischen und die astronomischen Längen und Breiten des Zentrums sind:

Ellipsoidische Länge  $-30^m 06^s,929$                       Ellipsoidische Breite  $47^{\circ} 15' 33,59''$   
Astronomische Länge  $-30^m 07^s,415$  [S. 45]                      Astronomische Breite  $47^{\circ} 15' 24,27''$  [S. 112]



#### *Gurten*

Der eine Zielpunkt für die Azimutmessungen von der Rötifluh war der Gurten, und zwar Gurten-Ost. Der Scheinwerfer wurde auf einem Stativ unter der Pyramide in einer Höhe von 1,39 m direkt über dem Bodenpunkt aufgestellt.

Die Koordinaten vom Punkt Gurten-Ost im schweizerischen Projektionssystem sind:

$Y = +392,94$                        $X = -3756,57$                        $H = 858,09$  m (Steinoberfläche)

Die ellipsoidischen und die astronomischen Längen und Breiten des Punktes sind:

Ellipsoidische Länge  $-29^m 46^s,738$                       Ellipsoidische Breite  $46^{\circ} 55' 07,00''$   
Astronomische Länge  $-29^m 46^s,698$                       Astronomische Breite  $46^{\circ} 55' 09,91''$

#### *Wisenberg*

Der Wisenberg ist eine nach allen Seiten mässig abfallende, bewaldete Kuppe. Zentrum und Signal sind von so hohen Bäumen umgeben, dass hier astronomische Beobachtungen undurchführbar sind. Ein Aussichtsturm aus Beton etwa 15 m westlich vom Zentrum gewährt von der obersten Plattform nach allen Richtungen gute Sicht und

macht einen stabilen Eindruck, er ist auch durch die Bäume bis zu den obersten Partien gegen direkte Sonnenbestrahlung geschützt. Die Erstellung eines Pfeilers auf der Plattform erschien wegen des beschränkten Platzes nicht ratsam, die Benutzung eines Stativs sollte hier zweckmässiger und ausreichend sein. Der Standort konnte leicht markiert und jederzeit verifiziert werden; auf dem Turm selber waren mehrere Punkte versichert. Der Scheinwerfer als Zielpunkt von der Rötifluch wurde direkt über einem dieser Punkte angebracht.

Die Koordinaten aller interessierenden Punkte im schweizerischen Projektionssystem sind:

Zentrum Wisenberg:

$Y = +33458,49$                        $X = +50274,45$                        $H = 1005,54$  m (Pyramidenspitze)

Beobachtungsstandpunkt 1970:

$Y = +33443,95$                        $X = +50273,26$                        $H = 1015,32$  m (Boden der Plattform, Okularhöhe 1,603 darüber)

Scheinwerfer 1970 = Turm-Bolzen B:

$Y = +33441,93$                        $X = +50275,31$                        $H = 1016,35$  m (Bolzen, Scheinwerfer 0,18 darüber)

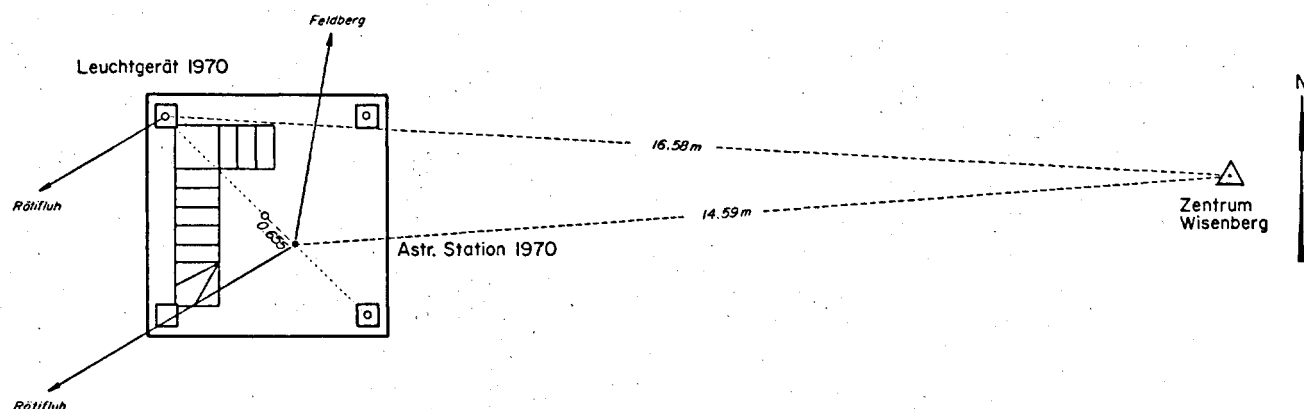
Die ellipsoidischen und die astronomischen Längen des Zentrums sind:

Ellipsoidische Länge  $-31^{\circ}31',895$

Ellipsoidische Breite  $47^{\circ}24'13,73''$

Astronomische Länge  $-31^{\circ}32',136$  [S. 45]

Astronomische Breite  $47^{\circ}24'07,00''$  [S. 115]



### Feldberg

Neben der Rötifluch war ein weiterer Zielpunkt für die Azimutmessung vom Wisenberg der Feldberg. Aufgrund einer lokalen Besichtigung war vom Landesvermessungsamt Baden-Württemberg für diesen Zweck ein Aluminiumgerüst von 8 m Höhe errichtet worden, auf dem der Scheinwerfer montiert wurde. Die Koordinaten dieses temporären Turms im System des baden-württembergischen Netzes sowie die Scheinwerferposition relativ dazu waren uns vom Landesvermessungsamt zur Verfügung gestellt worden; letztere wurden noch durch eigene Messungen zu zwei späteren Zeitpunkten kontrolliert.

Die Koordinaten vom Gradmesspfeiler Feldberg und vom Scheinwerfer 1970 im schweizerischen Projektionssystem sind:

Gradmesspfeiler Feldberg:

$Y = +42313,74$                        $X = +102718,36$                        $H = 1493$  m

Scheinwerfer 1970:

$Y = +42252,352$                        $X = +102759,255$

Die ellipsoidischen Längen und Breiten vom Gradmesspfeiler Feldberg sind:

Ellipsoidische Länge  $-32^{\circ}01',256$

Ellipsoidische Breite  $47^{\circ}52'29,99''$

### Genf, Alte Sternwarte

Der Backsteinpfeiler, auf dem die Referenzbeobachtungen durchgeführt wurden, war im Jahre 1913 gebaut worden und diente in der Folgezeit mehrfach als Bezugspunkt für Längenbestimmungen. Einzelheiten und der Situationsplan finden sich im Band 14, S. 77-78, dieser Publikationsreihe. Der Pfeiler hat sich stets als sehr stabil erwiesen und ist von einer Schutzhütte mit aufziehbarem Spalt umgeben.

Seine Koordinaten im schweizerischen Projektionssystem sind gemäss Band 14, S. 77, und Band 21, S. 244:

$$Y = -99268,71 \quad X = -82694,28$$

Seine astronomische Länge  $-24^{\text{m}} 36^{\text{s}},567 \pm 0^{\text{s}},007$

### Genf-Sauverny, Neue Sternwarte

Die neue Sternwarte liegt rund 13 km nördlich und ein wenig westlich der alten, unweit vom Ort Sauverny nahe der französischen Grenze. Der Beobachtungspfeiler wurde auf dem stabilen flachen Dach des grossen Gebäudes errichtet. Er steht völlig frei, so dass sich nach einseitiger Erwärmung durch Sonnenbestrahlung im Laufe des Nachmittags in den frühen Abendstunden Neigungsänderungen ziemlich stark bemerkbar machten, bis der Temperaturausgleich wieder hergestellt war. Wie weit das ganze Gebäude an solchen Neigungsänderungen mitbeteiligt ist, lässt sich schwer entscheiden. Für die astronomische Länge und Breite dieses Pfeilers ergaben sich folgende Werte: Astronomische Länge  $-24^{\text{m}} 32^{\text{s}},711$  [S. 37]      Astronomische Breite  $46^{\circ} 18' 24,21''$  [S. 106]

### Zürich

In den Jahren 1968 und 1970 erfolgten die Referenzbeobachtungen auf dem sogenannten T4-Pfeiler der Eidgenössischen Sternwarte, im Jahre 1970 mit dem zweiten Universalinstrument auch noch auf dem benachbarten östlichen der drei nach Westen anschliessenden Pfeiler. Der Lageplan dieser Pfeiler und weitere Einzelheiten sind im Band 28, S. 18, ausführlich gegeben, so dass es genügt, hier nur die Daten für die Koordinaten nochmals anzuführen.

Die Koordinaten im schweizerischen Projektionssystem sowie die Längen und Breiten sind:

#### T4-Pfeiler:

$$Y = 83992,03 \quad X = 48044,71$$

Astronomische Länge  $-34^{\text{m}} 12^{\text{s}},313$

Astronomische Breite  $47^{\circ} 22' 38,0''$

#### Ost-Pfeiler:

$$Y = 83983,62 \quad X = 48044,7$$

Astronomische Länge  $-34^{\text{m}} 12^{\text{s}},287$

Astronomische Breite  $47^{\circ} 22' 38,0''$

## 1.3 Instrumente

### 1.3.1 Theodolite

Mit Ausnahme einer einzigen Azimutmessung auf dem Säntis im Jahre 1968, die mit einem DKM3A der Firma Kern, Aarau, durchgeführt wurde, sind bei sämtlichen Beobachtungen astronomische Theodolite Wild T4 benutzt worden. Zum Einsatz kamen die beiden Instrumente T4 Nr. 33112 und T4 Nr. 86968, ersterer auf den Rochers-de-Naye, auf dem Campo dei Fiori, auf dem Säntis, auf dem Wisenberg, auf der alten Sternwarte in Genf, auf der neuen in Sauverny, auf der Eidg. Sternwarte Zürich, letzterer auf der La Dôle, auf dem Monte Generoso, auf dem Weissfluhgipfel, auf der Rötiflüh sowie in Genf, in Sauverny und in Zürich.

Beide Theodolite sind mit ihren Eigenarten im vorausgegangenen Band ausführlich diskutiert worden, sodass dem nichts Wesentliches hinzuzufügen ist. Da auch die Instrumentenkonstanten mehrfach bestimmt worden waren, wurde im allgemeinen auf weitere derartige Untersuchungen verzichtet, abgesehen von regelmässigen Prüfungen der Parswerte der Hängelibellen, worauf in 1.3.2 noch ausführlich eingegangen wird. Kontaktbreite und toter Gang sind bei beiden Theodoliten am 27. September 1966 von N. Danial neu bestimmt worden, der Revolutionswert der Mikrometertrommel anlässlich von Übungen mit Studenten.

T4	Kontaktbreite	Toter Gang	Revolutionswert	Kontaktbreite und toter Gang
	Trommelteile		sec/Rev	sec
Nr. 33112	1,258	-0,007	10,23	0,128
Nr. 86968	0,805	+0,022	10,22	0,085

Die Übereinstimmung mit den früheren Werten ist befriedigend, es war dort  $0^{\circ},128$  bzw.  $0^{\circ},089$  benutzt worden.

Da die Kreisteilungsfehler bei beiden Theodoliten sorgfältig untersucht worden sind, wurden sie auch bei den Azimutmessungen stets berücksichtigt, und zwar sind von den im Band 28, S. 21 und S. 24, publizierten Kurven jeweils die dick ausgezogenen benutzt worden. Beim T4 Nr.33112 schien dies wegen des grösseren Betrages der Fehler an einzelnen Stellen des Kreises ratsam, zumal auch die Werte durch verschiedene Messungen und Auswertungen verbürgt sind, beim T4 Nr.86968 hätte man eher darauf verzichten können. Wenn man, wie es stets geschah, bei den Azimutmessungen den Kreis jeweils regelmässig verstellte und so immer wieder verschiedene Stellen des Horizontalkreises benutzte, die gleichmässig über den ganzen Kreis verteilt waren, änderte sich auch der endgültige Mittelwert praktisch meist nur ganz unwesentlich, höchstens beim T4 Nr.33112 gelegentlich etwas mehr, so um  $0,19''$  beim Azimut vom Wisenberg zum Feldberg, wo gerade zufällig die besonders grossen Kreisteilungsfehler bei  $135^{\circ}$  wirksam wurden. Hingegen ist es bei unvollständigen Azimutserien, bei denen infolge ungünstigen Wetters die Beobachtung abgebrochen werden musste, bevor die Messungen an den 6 gleichmässig über den Kreis verteilten Stellen durchgeführt werden konnten, von Bedeutung, die Kreisteilungsfehler zu berücksichtigen.

Nicht bestätigt wurde hingegen in den Jahren 1965, 1966, 1968 und 1970 der im Band 28, S. 20, zitierte und nicht aufgeklärte Befund, dass sich beim T4 Nr.33112 bei den Kreisständen  $60^{\circ}/240^{\circ}$  und  $150^{\circ}/330^{\circ}$  für die gemessenen Azimute stets wesentlich grössere Werte ergeben als an den andern Kreisstellen. Die 9 mit diesem Instrument auf den Rochers-de-Naye, die 10 auf dem Campo dei Fiori, die 8 auf dem Säntis und die 10 auf dem Wisenberg durchgeführten Azimutserien wurden daraufhin geprüft. Die Abweichungen gegen den jeweiligen Mittelwert der Serie sind bei diesen 37 Serien im Mittel klein und ziemlich regellos über die 6 Kreisstände verteilt, wenn man die Kreisteilungsfehler berücksichtigt, und auch bei Nichtberücksichtigung der Kreisteilungsfehler könnte man höchstens einen schwach sinusförmigen Gang herauslesen, der an den erwähnten Stellen im Durchschnitt keine Besonderheiten erkennen lässt.

### 1.3.2 Hängelibellen

Die Neigung der Kippachse bzw. die Stehachsenschiefe geht bei der Meridianmethode bei den beobachteten Durchgangszeiten mit einem Faktor multipliziert ein, der im Mittel so etwa 1,4 beträgt, bei den Azimutmessungen nach der Polarismethode wird bei mittleren Breiten das beobachtete Azimut etwa um den vollen Betrag der Schiefe geändert. Man sollte also die Stehachsenschiefe möglichst scharf erfassen, was ein gutes Hängenniveau und die genaue Kenntnis des Parswertes voraussetzt. Aus diesem Grunde und weil sich zudem beim Hängenniveau Nr.653 ungeklärte Parswertänderungen gezeigt hatten, wie im Band 28, S. 25, näher beschrieben ist, wurden die Hängelibellen beider Theodolite vor und nach jeder Beobachtungsperiode am Niveauprüfer des Instituts mehrfach in der üblichen Weise untersucht. Die Prüfung erfolgte in kleinen Schritten im Vorlauf und Rücklauf, die Blasenlänge wurde je nachdem ein wenig variiert, die Temperatur war in dem zur Verfügung stehenden Raum stets ziemlich konstant, etwa  $19^{\circ}\text{C}$ – $21^{\circ}\text{C}$ . Das beanstandete Niveau Nr.653 war 1965 durch ein anderes Nr.797 ersetzt worden, 1970 durch ein weiteres Nr.950, die beim T4 Nr.86968 benutzt wurden, während beim T4 Nr.33112 stets das gleiche Niveau wie früher Nr.236 in Anwendung kam. Die eigentlichen Schlifffehler hielten sich in mässigen Grenzen, so dass man für das ganze Niveau jeweils einen einheitlichen Parswert benutzen konnte, nur schien es ratsam, die äussersten Enden zu meiden, da hier die Abweichungen besonders beim Niveau Nr.797 grösser wurden. Die gefundenen Parswerte, jeweils über Vorlauf und Rücklauf gemittelt, sind in der folgenden Zusammenstellung aufgeführt (Tabelle 1).

Frühere Parswertbestimmungen im Jahre 1960 hatten beim Niveau Nr.236 den Wert  $1,275''$  ergeben, so dass hier über viele Jahre hin die Konstanz des Parswertes befriedigend ist. Bei den beiden andern Niveaus ist die Streuung der einzelnen Bestimmungen offensichtlich grösser, da aber auch ihre Empfindlichkeit grösser ist, sah man zunächst keinen Anlass, an der Konstanz ihres Parswertes zu zweifeln.

Bei der Bearbeitung der Längenbestimmungen in den Jahren 1965 und 1966 hatte sich gezeigt, dass die erhaltenen Längen verschiedener Abende auf der La Dôle und besonders auf dem Monte Generoso weit stärker streuten als auf den Rochers-de-Naye und dem Campo dei Fiori. Man beachtete dies vorerst nicht allzusehr und schob es, besonders beim Monte Generoso, auf die lokalen Beobachtungsbedingungen. Da auf der La Dôle und auf dem Monte Generoso der T4 Nr.86968 mit dem Druckchronographen für die Zeitregistrierung verwendet wurde, auf den beiden andern Stationen der T4 Nr.33112 mit einem Schreibchronographen, so dass man hier auf dem Chronographenstreifen die Güte der Signale und vor allem auch die der Zeitzeichensignale sehr deutlich erkennen und

Tabelle 1  
 Ergebnisse der Niveauprüfungen  
 Hängeniveau Nr. 236

Datum	Beobachter	Parswert	Blasenlänge
29. 6. 1965	Danial	1.288	44
2. 7. 1965	Danial	1.269	44
6. 9. 1965	Schneibel	1.279	34
8. 9. 1965	Schneibel	1.279	36
26. 7. 1966	Danial	1.263	34
26. 9. 1966	Danial	1.276	28
26. 7. 1968	Danial	1.271	39
26. 7. 1968	Danial	1.259	39
12. 9. 1968	Danial	1.266	32
12. 9. 1968	Danial	1.258	32
23. 7. 1969	Tischhauser	1.242	35
24. 7. 1969	Tischhauser	1.264	35
28. 8. 1969	Müller	1.264	34
28. 8. 1969	Müller	1.258	32
21. 7. 1970	Janett	1.263	33
29. 8. 1970	Janett	1.238	29
21. 7. 1971	Rüeger	1.257	32
21. 7. 1971	Müller	1.249	32
2. 9. 1971	Rüeger	1.262	30
13. 9. 1971	Rüeger	1.281	32

Hängeniveau Nr. 797

25. 6. 1965	Müller	0.877	40
25. 6. 1965	Müller	0.866	40
29. 6. 1965	Danial	0.856	40
2. 7. 1965	Danial	0.863	37
6. 9. 1965	Schneibel	0.900	33
8. 9. 1965	Schneibel	0.906	34
27. 7. 1966	Danial	0.873	36
26. 9. 1966	Danial	0.920	30
29. 7. 1968	Bühlmann	0.877	35
29. 7. 1968	Bühlmann	0.876	35
30. 7. 1968	Bühlmann	0.884	35
30. 7. 1968	Bühlmann	0.874	35
11. 9. 1968	Bühlmann	0.877	35
11. 9. 1968	Bühlmann	0.862	35

Hängeniveau Nr. 950

14. 7. 1970	Müller	0.959	33
20. 7. 1970	Janett	0.983	32
22. 7. 1970	Janett	0.979	31
27. 8. 1970	Janett	0.873	29
31. 8. 1970	Janett	0.943	29
11. 9. 1970	Janett	0.918	29

beurteilen konnte, wodurch es möglich war, ganz offensichtlich schlechte Zeitzeichensignale bei der Bestimmung der Uhrkorrektur auszuschliessen, bestand sogar der leise Verdacht, dass die erwähnte starke Streuung vielleicht an der Registriereinrichtung lag. Aus diesem Grunde wurden bei den Längenbestimmungen auf dem Weissfluhgipfel im Jahre 1968 beide Registriereinrichtungen, also Druckchronograph und Schreibchronograph, gleichzeitig benutzt. Die Auswertung zeigte dann, dass dieser Verdacht völlig unbegründet war, es ergaben sich praktisch die gleichen Werte, die geringen Unterschiede lagen völlig im Bereich der möglichen Fehlergrenzen, im allgemeinen erwies sich sogar der Druckchronograph als ein wenig zuverlässiger. Hingegen war jetzt die Streuung der verschiedenen Abendwerte noch grösser, als man es bisher gefunden hatte, was wohl doch nicht einzig der allerdings sehr exponierten Lage auf dem Weissfluhgipfel zugeschrieben werden konnte.

Die weitere Prüfung dieser Beobachtungsergebnisse enthüllte dann folgendes. Zwischen der Abweichung der Längenkorrektur jeder Serie vom Mittelwert aller Serien und der mittleren Stehachsenschiefe der betreffenden Serie besteht eine recht enge Korrelation. Diese Korrelation ist zwanglos dadurch zu erklären, dass der benutzte Parswert der Hängelibelle falsch ist, und man kann nun umgekehrt ausrechnen, welcher Parswert diese Korrelation zum Verschwinden bringt und damit die bisherigen Abweichungen der Längenkorrekturen der einzelnen Serien von ihrem Mittelwert auf ein vernünftiges Mass reduziert. Eine andere Möglichkeit, den jeweiligen Parswert zu bestimmen, könnte man darin sehen, dass man bei den Fehlergleichungen jeder einzelnen Serie den Parswert der Hängelibelle als dritte Unbekannte neben den beiden andern Unbekannten  $\Delta U$  und  $k$  einführt und ihn auf diese Weise ausrechnet, wie es auch früher bei dem Vorgänger dieses Niveaus schon gemacht worden war. Diese Methode führt allerdings zu wenig befriedigenden Resultaten, wofern sich nicht die Stehachsenschiefe im Verlauf einer Serie sehr merklich ändert, was bei dem Pfeiler auf dem Weissfluhgipfel im allgemeinen nicht der Fall war. Versuchsrechnungen bei einigen hierfür geeigneteren Serien ergaben Parswerte, die recht gut mit denen übereinstimmten, die man vorher aus der erwähnten Korrelation gewonnen hatte, und zwar sind die Parswerte wesentlich grösser als die aus den Niveauprüfungen erhaltenen.

Die Temperatur war bei den Beobachtungen auf dem Weissfluhgipfel stets sehr niedrig gewesen, in der Nähe von  $0^{\circ}\text{C}$ , so erscheint es recht plausibel, diese Parswertänderung als einen Temperatureffekt zu deuten. Bei abnehmender Temperatur wird offensichtlich die Krümmung der Libellenröhre grösser und damit auch der Parswert. Dadurch wird auch ein anderer Effekt verständlich, der sich ebenfalls besonders auf dem Weissfluhgipfel, aber auch vorher schon auf andern Stationen als recht lästig gezeigt hatte. Beim Horizontieren des Instrumentes stellte man sehr häufig starke Verschiebungen des Spielpunktes der Hängelibelle fest, so dass es unumgänglich war, mit Hilfe der dafür vorhandenen Korrektionschrauben dafür zu sorgen, dass der Spielpunkt einigermassen mit der Mitte der Libellenröhre zusammenfiel. Nach einiger Zeit, wenn sich offenbar die Libelle der Aussentemperatur angepasst hatte, beruhigte sie sich, und während der Beobachtungen traten dann keine Änderungen des Spielpunktes mehr auf. Nimmt man z. B. an, dass sich die Halterung der Libellenröhre bei sinkender Temperatur auf der einen Seite stärker zusammenzieht als auf der anderen, dann wird die Krümmung der Röhre grösser, also auch der Parswert, und gleichzeitig wandert der Spielpunkt, also beide beobachteten Effekte sind auf diese Weise ohne weiteres zu verstehen.

Die Durchsicht der früheren Beobachtungen auf den anderen Stationen, bei denen die Hängelibelle Nr. 797 benutzt worden war, bot überall das gleiche Bild der Korrelation zwischen den Abweichungen der Längenkorrektur einer Serie vom Mittelwert aller Serien und der mittleren Stehachsenschiefe bei dieser Serie, man hatte es vorher nur nicht beachtet, da es erst bei den Resultaten auf dem Weissfluhgipfel, wo die Temperatur stets sehr niedrig war, besonders auffiel. Auf jeden Fall musste man aber nach dieser Erkenntnis nun die Parswertänderungen bei den Beobachtungen auf allen Stationen berücksichtigen, und zwar sowohl bei den Längenbestimmungen als auch bei den Azimutmessungen. Versuchsrechnungen hatten dabei schon ergeben, dass wegen der mehr oder weniger regellosen Verteilung der jeweiligen mittleren Stehachsenschiefe die endgültigen Mittelwerte aus sämtlichen Serien einer Station nur ziemlich wenig beeinflusst wurden, die Änderungen lagen durchaus im Bereich der zu erwartenden Unsicherheit, stark heruntergedrückt wurden aber überall die mittleren Fehler.

So wie es ein zulässiger, wenn auch aus den erwähnten Gründen nicht sehr vielversprechender Weg ist, den Parswert für jede einzelne Serie der Längenbestimmung aus den Beobachtungen zu ermitteln, so kann man auch genau entsprechend den Parswert aus den Abweichungen der Werte der einzelnen Serien vom Mittelwert aller Serien herleiten. Die dabei gestellten Bedingungen sind einzig, dass dann diese Abweichungen vom Mittelwert merklich kleiner werden und dass man den Parswert als Funktion der Temperatur bei der Beobachtung ansetzt, und diese Funktion soll für alle Stationen die gleiche sein. Bei beiden Methoden geht man im Grunde von der gleichen Voraussetzung aus, dass nämlich die Verbesserungen einer Serie von Gleichungen, die durch die Beobachtung geliefert werden, möglichst klein sein sollen, im ersten Fall wendet man dies auf die einzelnen Beobachtungen einer Serie an,

im zweiten Fall auf die Serienmittel. Dieser zweite Weg wurde auch bei Versuchsrechnungen eingeschlagen und führte zu recht vernünftigen Resultaten.

Naheliegend war schliesslich noch die Möglichkeit, das Niveau auf dem Niveauprüfer bei sehr verschiedenen Temperaturen zu untersuchen. Diese Möglichkeit bestand an unserm Institut nicht, durch das Entgegenkommen der Firma Wild, Heerbrugg, wurde uns aber dort ein Klimaraum mit einem Niveauprüfer zur Verfügung gestellt. R. Walliser von der Geodätischen Kommission hat dort vom 28.–30. April 1969 das Niveau Nr. 797 in einem weiten Temperaturbereich untersucht. Diese Klimakammer erwies sich dabei keineswegs als sehr ideal. Durch Kompressoren in einem Nebenraum wurde die gewünschte Lufttemperatur erzeugt und die Luft wurde durch Ventilatoren eingeblasen. Die an der Apparatur eingestellte, also gewünschte Temperatur, die daselbst abgelesene Raumtemperatur und die mit zwei mitgebrachten und in der Kammer aufgehängten Thermometern gemessene Temperatur waren stets merklich verschieden, wobei die Differenzen keineswegs konstant waren. Ein ernsterer Nachteil war zudem, dass die Temperaturen in der Kammer unregelmässige Schwankungen aufwiesen, die immerhin so gross waren, dass man wärmere oder kältere Luftströmungen mit der Hand deutlich spürte. Diese Schwankungen waren während der Messzeit verschieden stark, überschritten aber mehrfach den Bereich von  $2^{\circ}\text{C}$ ; dass dadurch und durch die Luftströmungen die Libelle unkontrollierbar beeinflusst wurde, ist ziemlich klar, und aus diesem Grunde dürften auch die gefundenen Parswerte nicht allzu zuverlässig sein. Die Messreihen erfolgten in Stufen von etwa  $3^{\circ}\text{C}$  im Bereich von  $+20^{\circ}\text{C}$  bis  $-1^{\circ}\text{C}$ , vorher waren auch noch im Institut in Zürich zwei Messreihen bei etwa  $22^{\circ}\text{C}$  durchgeführt worden. Zu erwähnen wäre dabei noch, dass im Klimaraum stets erst 20–30 min nach Einstellen der neuen Temperatur mit der Messung begonnen wurde, damit das Niveau sich der Temperatur anpassen konnte.

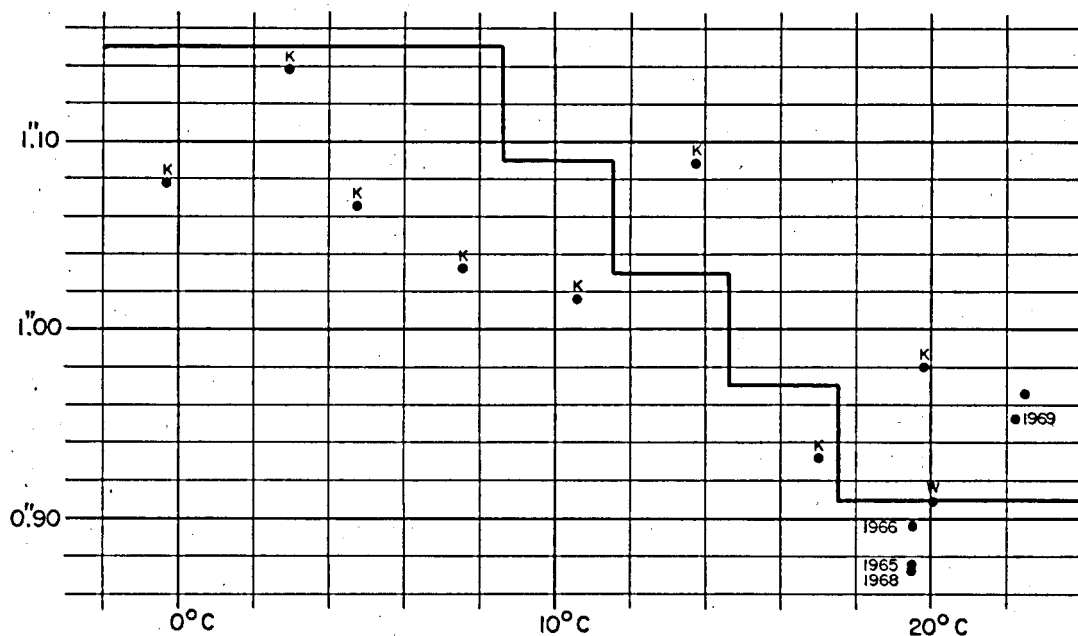
Betrachtet man die Ergebnisse dieser Messungen, so ist erfreulich, dass, wie aus den früheren Beobachtungen geschlossen worden war, tatsächlich ein starker Gang des Parswertes mit der Temperatur eindeutig nachzuweisen ist; weniger befriedigend ist, dass dieser Gang sehr unregelmässig war, dass die einzelnen Parswerte sehr stark streuen. Beunruhigend ist auch, dass die am 25. April 1969 in Zürich gefundenen Parswerte recht erheblich von den früheren in den Jahren 1965, 1966, 1968, die nur wenig differierten, abwichen. Insgesamt hat man jedenfalls den Eindruck, dass dieses Niveau Nr. 797 einen Parswert hat, der in der Hauptsache mit der Temperatur variiert, dass er aber auch zudem noch anderen Einflüssen unterworfen ist, die weniger klar zu erkennen sind.

Da nun aber einmal mit diesem nicht sehr erfreulichen Niveau längere Beobachtungsreihen durchgeführt worden sind, so stellt sich die Frage, welchen Parswert man jeweils verwenden soll. Die Endergebnisse werden zwar von der speziellen Wahl des Parswertes nur geringfügig beeinflusst, worauf vorher schon hingewiesen war, man möchte aber doch den Parswert benutzen, der dem im betreffenden Moment geltenden der Wahrscheinlichkeit nach möglichst nahe kommt. Man setzt nach dem Befund den Parswert als reine Funktion der Temperatur an, obwohl wie erwähnt sicherlich auch noch andere, nicht erfassbare Einflüsse vorhanden sind. Es hat dabei zweifellos keinen allzu grossen Sinn, diese Funktion sehr kompliziert und sehr differenziert zu wählen, die Temperatur variiert während einer Beobachtungsserie, Wind wechselnder Stärke hat bestimmt aus mehrfachen Gründen, wie Abkühlung und Druck, einen recht merklichen Einfluss. So erschien es zweckmässig und völlig ausreichend, den Parswert für verschiedene engere Temperaturbereiche jeweils als konstant anzunehmen. Die Wahl dieser Parswerte und Temperaturbereiche gründete sich auf den Messungen in der Klimakammer, auf den Parswertbestimmungen am Institut in Zürich und vor allem auch auf den Längenbestimmungen in den Jahren 1965, 1966, 1968. Es wurde dabei vorausgesetzt, dass keine Abhängigkeit des Parswertes von der Zeit besteht, dass sich also alle Beobachtungen durch die gleiche Parswertfunktion darstellen lassen. Wenn auch alle diese Voraussetzungen wahrscheinlich nur genähert erfüllt sind, so zeigte doch die praktische Berechnung mit dieser einheitlichen Parswertfunktion, dass nunmehr sämtliche Beobachtungen auf allen Stationen eine ganz merklich geringere Streuung ergaben als vorher, so dass dieses Verfahren und diese Wahl der Parswertfunktion offensichtlich den wirklichen Verhältnissen ziemlich nahe kommt.

Die gewählte Parswertfunktion und die verschiedenen mit dem Niveauprüfer gefundenen Parswerte sind in der Skizze dargestellt. Mit  $K$  sind die in der Klimakammer bestimmten Parswerte bezeichnet. Jahreszahlen stehen neben den Mittelwerten der im Institut bestimmten Parswerte 1965, 1966, 1968, die beiden von R. Walliser am Niveauprüfer des Instituts gefundenen Parswerte sind unter 1969 aufgeführt und  $W$  ist der von der Firma Wild bei der Lieferung des Niveaus angegebene Parswert. Die mit den Beobachtungen verträglichen Parswerte sind bei niedrigen Temperaturen alle etwas grösser, was im Verein mit den am Niveauprüfer erhaltenen Werten zu dem gezeichneten Verlauf der Funktion geführt hat.

Zahlenmässig sind beim Niveau Nr. 797 folgende Werte benutzt worden:

Im Temperaturbereich über  $17\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$   $p = 0,91''$   
Im Temperaturbereich von  $14\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ – $17\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$   $p = 0,97''$



Im Temperaturbereich von  $11\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ – $14\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$   $p = 1,03''$   
 Im Temperaturbereich von  $8\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ – $11\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$   $p = 1,09''$   
 Im Temperaturbereich unter  $8\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$   $p = 1,15''$

Bei den Beobachtungen im Jahre 1970 wurde das Niveau Nr. 950 benutzt, das nach Untersuchungen der Firma Wild in der Klimakammer praktisch keine Temperaturabhängigkeit des Parswertes aufweist. Die Untersuchungen auf dem Niveauprüfer des Institutes der ETHZ vor und nach der Beobachtungsperiode ergaben 1970 einen etwas kleineren Parswert als den von Wild angegebenen, mit einer grösseren Streuung als bei den anderen Niveaus. Da indes auf der Rötifluch die Neigungsänderungen ziemlich gering waren, spielt der Parswert hier keine so sehr grosse Rolle. Betrüblerischer ist, dass Prüfungen im Jahre 1971 einen grösseren und recht veränderlichen Parswert dieses Niveaus lieferten.

### 1.3.3 Zeitregistriereinrichtungen

Bei den Beobachtungen in den Jahren 1965, 1966 und 1970 sind zur gleichen Zeit zwei Theodolite eingesetzt worden, man benötigte also auch zwei Zeitregistriereinrichtungen. Die eine von diesen, deren Kernstück der Druckchronograph Chronotypogines der Firma Longines, St-Imier, ist, wurde stets in Verbindung mit dem T4 Nr. 86968 benutzt. Diese Apparatur ist mit sämtlichen Zusatzgeräten im Band 28, S. 28–29, ausführlich beschrieben worden. Sie wurde 1965 und 1966 in genau der gleichen Weise benutzt, als einzige Änderung wäre zu erwähnen, dass seit 1966 das Zeitzeichen HBB nicht mehr nur auf Anforderung hin über den Sender Münchenbuchsee auf 96,05 kHz ausgestrahlt wurde, sondern es wird nun laufend das entsprechende Zeitzeichen HBG vom Sender Prangins (Breite  $+46^{\circ}24'$ , Länge  $-6^{\circ}15'$ ) auf der Frequenz 75 kHz geliefert. Der Empfänger der Firma Ebauches SA, Neuchâtel, Speisung 12 V, wurde demgemäss auf diese neue Frequenz umgebaut. Diese feste Abstimmung auf die Sendefrequenz hat den Vorteil, dass man die Wellenlänge nicht erst suchen muss, auch sind Störungen auf anderen Wellenlängen sauber ausgefiltert. Mit einer drehbaren Ferrit-Stabantenne konnte im übrigen die günstigste Empfangsrichtung eingestellt werden, auch sind Vorrichtungen zur Verstärkung vorhanden. Dass trotzdem der Empfang der Zeitzeichen nicht immer völlig einwandfrei war, ist sicherlich zum Teil durch die lokalen Verhältnisse im gebirgigen Gelände bedingt.

Im Jahre 1967 wurde die Druckchronographen-Apparatur vom Institut für Fernmeldetechnik der ETHZ noch ein wenig abgeändert, damit der Umweg über die Registrierungen auf Tonband vermieden werden konnte. Nach dieser neuen Einrichtung betätigen nun die Zeit- bzw. die Mikrometersignale den Drucker direkt, so dass die Zeiten sofort bei der Beobachtung ausgedruckt werden. Dies hat zunächst den Vorteil einer erheblichen Zeitersparnis, denn nach dem früheren Verfahren wurden die bei der Beobachtung gewonnenen Tonbänder irgendwann einmal später abgespielt und betätigten nun erst den Drucker. Man brauchte also praktisch noch einmal die gleiche Zeit wie für die Beobachtung, um die ausgedruckten Zeiten zu erhalten, ausserdem war man vorher nie ganz sicher,



ob die Tonbänder einwandfrei bespielt waren, während man jetzt gleich während der Beobachtung sieht, ob die Zeiten richtig ausgedruckt werden, ob sowohl Mikrometersignale wie Zeitsignale alle ordnungsgemäss registriert sind. Ferner musste man auch früher stets einen entsprechenden Vorrat an Tonbändern zur Verfügung haben, da es bei längeren Schönwetterperioden bisweilen an Zeit fehlte, die Tonbänder rasch genug auszudrucken und für weitere Beobachtungen wieder zur Verfügung zu haben. Dem steht nun folgender Nachteil gegenüber, den man erst erproben musste. Das Abspielen und Ausdrucken der Tonbänder wurde in einem geschützten Raum vorgenommen, beim neuen Verfahren musste die ganze Druckapparatur mit den Druckstreifen im Feld aufgebaut werden, war nun also den jeweiligen Witterungsbedingungen, wie niedrige Temperatur, Feuchtigkeit, Wind, ausgesetzt, wodurch Störungen zu befürchten waren. Ferner ist für die Inbetriebsetzung der Druckapparatur 220 V Wechselstrom notwendig, man muss also solchen Stromanschluss in erreichbarer Nähe haben oder muss einen durch einen Benzinmotor betriebenen Stromerzeuger benutzen, wie sie allerdings heute im Handel in passenden Dimensionen ohne weiteres zu erhalten sind. Alles in allem ist jedenfalls der ganze Aufbau auf der Feldstation umfangreicher, etwas komplizierter und störanfälliger. Die praktische Erprobung erfolgte erstmals 1968 auf der Referenzstation Zürich und nachher auf dem Weissfluhgipfel, wo recht extreme Witterungsbedingungen herrschten, doch hat sich die ganze Apparatur in dieser Form gut bewährt, so dass dieser neuen Anordnung sicher der Vorzug zu geben ist.

Auch bei den Beobachtungen auf der Rötifluch im Jahre 1970 wurden die Zeitregistrierungen durch diese verbesserte Druckchronographenapparatur besorgt, es konnte aber bei den letzten Beobachtungen auf der Rötifluch und bei den Schlussbeobachtungen in Zürich parallel dazu der neuste Druckchronograph dieser Firma, Longines TL2002, ausprobiert werden. Dieser neue Typ stellt gegenüber dem bisherigen einen ganz wesentlichen Fortschritt dar. Entsprechend der zweckmässigen Verwendung elektronischer Hilfsmittel beansprucht die ganze Apparatur viel weniger Platz, ist weniger schwer und somit bequemer zu transportieren. Die Bedienung ist einfacher, der Druck ist besser, es wird noch die Tausendstelsekunde ausgedruckt. Die Signale werden nach Bedarf gespeichert, so dass das Ausdrucken auch sehr schnell aufeinanderfolgender Signale in zeitlichen Abständen erfolgt, die für den Druckmechanismus tragbar ist, es gehen somit keine Signale verloren. Der Gang des Quarzoszillators ist zudem bemerkenswert gering, so dass sehr wenige Zeitzeichensignale genügen, um den Stand der ausgedruckten Zeit zu ermitteln. Für die Speisung sind 12 Volt Gleichstrom nötig, wie sie eine Autobatterie liefert; der Stromverbrauch beim eigentlichen Druckprozess ist allerdings ziemlich gross. Man muss also dafür sorgen, dass die Batterien nach jedem Abend wieder aufgeladen werden, oder man lädt sie während der Beobachtungszeit fortlaufend wieder auf unter Benutzung des erwähnten transportablen, mit einem Benzinmotor betriebenen Stromerzeugers. Alles in allem hat sich diese neue Apparatur im Feld gut bewährt, und auch das Auswerten der Druckstreifen ist wesentlich bequemer, so dass viel Zeit gewonnen wird.

Beim T4 Nr. 33112 kam für die Zeitregistrierung ein 4-Spitzen-Favag-Schreibchronograph, Speisung 12 V, in Anwendung, man konnte hier laufend miteinander das Zeitzeichen, mindestens eine Uhr und die Mikrometersignale registrieren und je nach Bedarf das Zeitzeichen als Beobachtungsuhr benutzen oder die Uhr, die vom Zeitzeichen kontrolliert wurde. Letzteres hat den Vorteil, dass man bei zeitweilig schlechtem Radioempfang, womit immer einmal zu rechnen war, ohne Bedenken die Uhr verwenden konnte, deren Korrektur mit Hilfe der guten Zeitzeichen stets einwandfrei zu ermitteln war. Beim Zeitzeichen musste man durch Richten der Antenne und durch eventuelle Verstärkung dafür sorgen, dass die aufgezeichneten Signale stets lang genug waren, etwa 1 mm auf dem Chronographenstreifen, denn es hatte sich gezeigt, dass bei zu kurzen registrierten Zeichen der Einsatz des Zeichens einer etwas zu späten Zeit entsprach. Man konnte dies aber auf dem ablaufenden Chronographenstreifen immer sehr gut übersehen und somit leicht Abhilfe schaffen. Auch Störungen, z. B. durch mehr oder weniger ferne Gewitter oder andere Störquellen auf dieser Frequenz, waren auf den Streifen leicht zu erkennen und konnten je nachdem beim Ausmessen vermieden werden. Das Ausmessen der Chronographenstreifen erfolgte in der üblichen Weise mit den bekannten Glasskalen. Der zeitliche Mehraufwand gegenüber dem Druckchronographen war nicht allzu erheblich, da die vom alten Longines-Typ ausgedruckten Zeiten oft nicht allzu gut lesbar waren und für die weitere Verarbeitung auch stets herausgeschrieben werden mussten; nur war das Ausmessen der Streifen beim Schreibchronographen etwas mühsamer, und es konnten leichter Fehler passieren.

Auf dem Weissfluhgipfel waren beim T4 Nr. 86968 beide Chronographen gleichzeitig eingesetzt worden, einerseits, um gesichert zu sein, wenn der umgebaute Druckchronograph bei den extremen Witterungsbedingungen nicht funktionieren sollte, andererseits, um einmal einen direkten Vergleich beider Apparaturen zu haben. Demgemäss sind auch die von beiden Chronographen registrierten Zeiten völlig unabhängig voneinander bearbeitet worden. Die mittleren Fehler der einzelnen Serien und des Mittelwertes sind in beiden Fällen praktisch gleich. Die Endresultate differierten wenig, aber völlig im Bereich des mittleren Fehlers und im Bereich der Ablesegenauigkeit der Chronographenstreifen von 0,1 mm entsprechend 10 ms. Da das Einsetzen der Zeichen auf dem Streifen des

Schreibchronographen nicht immer mit der gleichen Schärfe erfolgt, dürfte man wohl schlussendlich dem Druckchronographen den Vorzug geben.

Bei den Beobachtungen auf dem Wisenberg im Jahre 1970 wurde auch beim T4 Nr. 33112 an Stelle des Schreibchronographen ein Druckchronograph eingesetzt, und zwar ein Omega-Time-Recorder, OTR2, der nach dem gleichen Prinzip gebaut ist wie der ältere Longines, nur in verbesserter Form. Für den Betrieb ist 12 Volt Gleichstrom erforderlich und der zur Verfügung stehende Chronograph war nach Sternzeit reguliert. Diese Apparatur beanspruchte ebenfalls relativ wenig Platz, war bequem zu transportieren und bewährte sich im Feld gut. Der Steuerquarz wies einen Gang von etwa 30 ms pro Stunde auf, ähnlich wie der des alten Longines. Die Hundertstelsekunde wird ausgedruckt, die Tausendstelsekunde kann noch bequem geschätzt werden.

#### 1.3.4 Uhren

Für die Längenbestimmungen wurde im allgemeinen direkt das Zeitzeichen HBB bzw. HBG als Beobachtungsuhr benutzt, auf dem Weissfluhgipfel 1968 primär der tragbare Marinequarzchronometer Ebauches-Nardin Typ B-650, der auch in den vorausgegangenen Jahren mitgenommen worden war und dort unter anderm zum rechtzeitigen Einschalten der Druckchronographenapparatur exakt bei der vollen Minute diente. Dieser Quarzchronometer hat sich im übrigen sehr bewährt. Nach einer Revision 1965 betrug in den Jahren 1966, 1968, 1969 der durchschnittliche tägliche Gang während der jeweiligen Beobachtungsperioden  $-12$  ms,  $-5$  ms,  $+6$  ms. Der Gang ist natürlich, wie bei allen Quarzuhren, von der Temperatur abhängig, was man besonders auf dem Weissfluhgipfel beobachten konnte, die Quarzuhr lief bei niedrigen Temperaturen rascher, doch sind auch dann die Änderungen so gering, dass man für den ganzen Verlauf einer Serie der Längenbestimmung von rund 2 Stunden stets unbesorgt einen konstanten Wert der Uhrkorrektur voraussetzen konnte, die Abweichungen lagen innerhalb von 1 ms, und der Betrag der Korrektur der Quarzuhr konnte stets leicht mit Hilfe des Zeitzeichens HBG ermittelt werden.

Zu erwähnen wäre dabei noch, dass die Temperaturabhängigkeit des Quarzoszillators der alten Longines-Druckchronographenapparatur weit grösser war, er ging stets etwas zu langsam. Sein stündlicher Gang betrug z. B. bei den Referenzbeobachtungen in Zürich 1968 im Durchschnitt etwa 4 ms, bei den niedrigen Temperaturen auf dem Weissfluhgipfel hingegen 80 ms, doch spielt das praktisch keine Rolle, weil laufend HBG und Quarzchronometer registriert wurden, die ausgedruckten Zeiten also mühelos korrigiert werden konnten.

Dass im übrigen 1968 statt HBG die Quarzuhr als Beobachtungsuhr gewählt wurde, hatte seinen Grund darin, dass die ausgedruckten Quarzzeiten stets nur sehr wenig streuten, während diese Streuung bei den HBG-Zeiten bei ungünstigerem Empfang merklich grösser war. Für die Bestimmung der Korrektur der Quarzuhr auf HBG konnte man dann solche schlechteren Zeitzeichen ausschliessen und nur die zuverlässigeren geringer Streuung benutzen. Dieser Quarzchronometer wurde auch bei den Azimutmessungen auf der La Dôle, auf dem Monte Generoso, auf dem Weissfluhgipfel verwendet, wo seine Genauigkeit entsprechend der Polarismethode mehr als ausreichend war.

Bei den Längenbestimmungen auf den Rochers-de-Naye und auf dem Campo dei Fiori wurde auf dem Schreibchronographenstreifen neben HBB bzw. HBG auch laufend die Zeit des Deckchronometers Nardin Nr. 13711, der nach mittlerer Zeit geht, registriert. Bei zeitweilig schlechterem Radioempfang konnten dann vorübergehend auch diese Uhrzeiten benutzt und leicht auf die HBB- bzw. HBG-Zeiten reduziert werden. Für solche kurzen Zeitspannen genügte dann die geringere Genauigkeit einer solchen kleineren Uhr vollauf. Auf dem Campo dei Fiori und auf dem Wisenberg war dieser Deckchronometer auch für die Azimutmessungen verwendet worden, auf den Rochers-de-Naye, auf dem Säntis und auf der Rötiflüh ein ähnlicher nach Sternzeit, Nardin Nr. 15282. Für die Polarismethode reichte ihre Genauigkeit vollauf aus, die Uhrkorrektur der Deckchronometer wurde mit dem Zeitzeichen HBG, gelegentlich auch mit dem telephonischen Zeitzeichen ermittelt. Auch für das Richten der Theodolite auf den Ortsmeridian wurden diese Deckchronometer nach Sternzeit benutzt, auf den Rochers-de-Naye, dem Campo dei Fiori und dem Säntis der eben genannte, auf den andern Stationen Nardin Nr. 13710. Diese Sternzeituhren waren auch unerlässlich für das rechtzeitige Einstellen der Theodolite auf den jeweiligen Stern bei den Längen- und Breitenbestimmungen.

#### 1.3.5 Leucht- und Funkgeräte

Als Zielpunkte für die Azimutbestimmungen dienten sowohl bei Tages- wie bei Nachtbeobachtungen die gleichen schon im Band 28 erwähnten 6-V-Scheinwerfer, einzig auf dem Feldberg war ein grösserer Scheinwerfer vom Landesvermessungsamt Baden-Württemberg installiert worden. War überhaupt Sicht vorhanden, so reichte die Beleuchtungsstärke stets aus, je nachdem musste die Blende mehr oder weniger weit geöffnet werden. Die Sichtverhältnisse waren allgemein am ungünstigsten bei der 70 km langen Strecke Rochers-de-Naye-La Dôle, da man sich hier auch

bei schönem Wetter meist noch in der sommerlichen Dunstschicht befand, während Säntis und Weissfluhgipfel in der Regel darüber lagen, so dass die 57 km lange Strecke weit geringere Schwierigkeiten machte. Noch günstiger waren die Verhältnisse bei der geringen Entfernung von 20 km zwischen Monte Generoso und Campo dei Fiori; hier war die Sicht bei schönem Wetter eigentlich immer ausreichend. Auf der Rötiflüh und dem Wisenberg machte die grösste Schwierigkeit die Messung zwischen diesen beiden Punkten entlang den Juratälern, die Richtungen Rötiflüh-Gurten und Wisenberg-Feldberg waren viel günstiger.

Eine ganz wesentliche Erleichterung für den Verkehr zwischen der Beobachtungs- und der Leuchtstation bedeuteten Kleinfunkgeräte der Firma Autophon, die auch bei den relativ grossen Entfernungen von 57 bis 70 km fast immer gut ausreichten. Das Richten der Scheinwerfer und das Abstimmen ihrer Helligkeit konnte auf diese Weise stets rasch durchgeführt werden. Für die Azimutmessungen im Jahre 1965 waren diese Geräte infolge einer Verzögerung der Lieferung noch nicht vorhanden, so dass man auf telephonische Verständigung angewiesen war. Dies bedingte eine ganz merkliche Erschwerung beim Richten der Scheinwerfer, da das Telephon besonders auf der La Dôle ziemlich weit vom Beobachtungspunkt entfernt war. Der grosse Vorteil und die sehr beachtliche Zeitersparnis durch diese Kleinfunkgeräte zeigten sich besonders im Jahre 1966 auf den gleichen Stationen, als hier noch einige ergänzende Azimutmessungen durchgeführt werden mussten.

## 2. Längenbestimmungen

### 2.1 Beobachtungsverfahren

Das ganze Beobachtungsverfahren bei der Meridianmethode der Längenbestimmung entspricht so sehr den üblichen Gepflogenheiten, dass sich eine ausführliche Darstellung erübrigt; es kann auf die früheren Publikationen, speziell auf Band 28, S. 32, verwiesen werden. Es wären dazu höchstens noch folgende Bemerkungen hinzuzufügen. Bei der Auswahl der Sterne wurde der zulässige Bereich noch etwas enger gewählt, indem in der Regel die Zenitdistanz der benutzten Sterne nicht grösser als  $20^\circ$  war, Abweichungen davon um  $1^\circ$ – $2^\circ$  kamen nur in ganz seltenen Ausnahmefällen vor. Die Zahl der Sterne des FK4 reicht im allgemeinen gut aus, so dass durch diese Beschränkung keine merkliche Verlängerung der Beobachtungszeit für eine Serie von 12–14 Sternen bewirkt wurde. Wenn keine Störungen durch die Witterung eintraten, brauchte man für eine Serie knapp 2 Stunden. Andererseits konnte man hoffen, dadurch den Einfluss von Refraktionsanomalien noch ein wenig zu verringern; wenigstens war das der Grund für diese Einschränkung.

Anders als bei den Längenbestimmungen in den Jahren 1961–1964 war diesmal die Verteilung der Beobachter. Auf den Feldstationen war stets nur ein Beobachter vorhanden; waren aber zur gleichen Zeit zwei Gruppen auf zwei Stationen tätig, wie 1965 auf den Rochers-de-Naye und auf der La Dôle, 1966 auf dem Monte Generoso und auf dem Campo dei Fiori und 1970 auf der Rötiflüh und auf dem Wisenberg, so wurden ungefähr nach der Halbzeit die Beobachter ausgetauscht, nicht aber die Instrumente. Dementsprechend wurden auf den Feldstationen wie früher auch etwa 8 Serien, aber nun stets an jeweils 8 verschiedenen Abenden, gewonnen, wodurch die Vielfalt verschiedener Beobachtungsbedingungen noch vermehrt war. Auf der dazugehörigen Referenzstation in Genf und auf der Anschlussstation in Sauverny wurden im allgemeinen vorher und nachher von jedem Beobachter auf jeder der beiden Stationen je 4 Abendbeobachtungen erhalten, wobei nun die Instrumente jeweils nach der Halbzeit ausgetauscht wurden. 1968 auf dem Weissfluhgipfel betrug die Zahl der Serien an verschiedenen Abenden mit nur einem Beobachter 9, die Zahl der Serien auf der Referenzstation in Zürich insgesamt 8, gleichmässig auf die Zeit vorher und nachher verteilt. 1970 begnügte man sich auf der Referenzstation in Zürich mit je 2 Abenden vorher und nachher für jeden Beobachter mit beiden Instrumenten. Zu einer Beobachtungsgruppe gehörten in der Regel 3 Personen. Diese Anzahl reicht stets aus, ist aber auch besonders auf den Feldstationen im Interesse eines flüssigen Verlaufs der Arbeit erwünscht zumal beim Aufbauen und Einrichten des Instrumentariums an jedem Beobachtungsabend im bisweilen unbequemen Gelände. Nur auf der alten Sternwarte in Genf und auf der Sternwarte in Zürich konnte man das Universalinstrument stehen lassen, da es in Genf durch die feste Hütte, in Zürich durch das abschiebbare Häuschen geschützt war. Das Einrichten des Theodoliten auf den Meridian erfolgte stets mit Hilfe des Polarsterns; ferne Lichter als Miren wurden nicht benutzt, da man sich oft nicht darauf verlassen konnte, dass sie auch immer leuchteten.

Über die benutzten Instrumente und Registriereinrichtungen ist vorher schon berichtet worden; das Nachführen durch jeweils 3 Revolutionen vor und nach dem Umlegen und das Registrieren wurde wie gewohnt durchgeführt. Wurde nicht das Zeitzeichen als Beobachtungsuhr verwendet, sondern die Quarzuhr, wie auf dem Weissfluhgipfel, so wurde zwischen zwei Sterndurchgängen ausser der Quarzuhr auch fast immer das Zeitzeichen HBG registriert, damit man genügend viele Vergleiche zwischen Quarzuhr und HBG hatte, um die Beobachtungszeiten auf die Zeit von HBG zu reduzieren. Erfolgt die Registrierungen auf dem Tonband, wie in den Jahren 1965 und 1966, so wurde anders als bei den Beobachtungen der früheren Jahre darauf verzichtet, die Niveauablesungen auch auf das Tonband zu sprechen; die direkten Eintragungen im Feldbuch dürften hierfür genügen, zumal der Sekretär bei sofortiger kritischer Durchsicht und Kontrolle der Blasenlänge gleich sah und meldete, wenn etwa ein grober Ablesefehler passiert war.

## 2.2 Die Auswertung

Im Band 28 hat N. Wunderlin ein sehr vollkommenes ALGOL-Programm für die Auswertung von Längenbeobachtungen entwickelt, dessen Hauptvorteil darin zu sehen ist, dass beliebig viele Durchgangsbeobachtungen auch von verschiedenen Beobachtern mit verschiedenen Instrumenten auf verschiedenen Stationen in einer einzigen Ausgleichung behandelt werden können. Dass im vorliegenden Band dieses sehr schöne Programm nicht verwendet worden ist, sondern die Auswertung in der bisher üblichen Weise erfolgte, geschah aus folgenden Gründen. Bevor das erwähnte Programm vorlag, waren die Beobachtungen bereits nach der bisherigen Methode ausgewertet worden, indem zuerst jede einzelne Serie ausgeglichen wurde und dann in einer zweiten Ausgleichung die Längenkorrekturen der Stationen und die persönlichen Gleichungen der Beobachter ermittelt wurden. Dieses Verfahren hat sich nicht schlecht bewährt und ist auch im Prinzip mit nur geringfügiger Mehrarbeit verbunden. Was im neuen Programm demgegenüber rein theoretisch besser ist, das ist die sehr differenzierte Gewichtsverteilung für jede einzelne Durchgangsbeobachtung. Es wird zunächst berücksichtigt, dass in jeder Ausgangsgleichung zwei Grössen beobachtet sind, die Durchgangszeit und die Neigung, die beide Fehler haben und das Ergebnis in verschiedener Weise beeinflussen. Die Fehler der Durchgangszeit hängen in erster Linie von der Sternengeschwindigkeit ab, aber auch vom Fehler des eingestellten Azimuts und vom Nachführungsfehler des jeweiligen Beobachters, wobei auch der Einstellfehler des Azimuts wiederum vom Beobachter abhängen wird. Unter Beachtung und Abwägung aller dieser Einflüsse werden dann die Gewichte jeder Gleichung berechnet. Die Nachführungsfehler kann man aus der Streuung der Doppelkontaktzeiten bei jedem beobachteten Sterndurchgang ableiten, den Einstellfehler des Azimuts aus der Streuung von  $k$  in jeder Serie, wobei dieser Wert wegen seines geringen Einflusses bei kleinen Zenitdistanzen auch etwas unsicher ist, ebenso ist der Ansatz für den Neigungsfehler mit einer gewissen Unsicherheit behaftet. In der Praxis werden dann diese erwähnten Fehler für jede Beobachtungssaison für den jeweiligen Beobachter als konstant angenommen. Wenn diese Werte für die verschiedenen Beobachter nicht sehr stark differieren, dürften die endgültigen Resultate durch diese sehr individuelle Behandlung nur unwesentlich beeinflusst werden, man kann in der Hauptsache eine Verringerung der mittleren Fehler am Endergebnis erwarten.

Weil der praktische Gewinn einer Neubearbeitung des vorhandenen und schon ausgewerteten Beobachtungsmaterials sicherlich nicht sehr gross ist und eine neue Behandlung nach diesem ALGOL-Programm trotz der rechnerischen Vereinfachung doch einen erheblichen Arbeits- und Zeitaufwand erfordert hätte, wurde im vorliegenden Fall darauf verzichtet. Dieser Entschluss wurde noch durch folgendes bestärkt. Die Nachführungsfehler sind bei dem vorliegenden Beobachtungsmaterial gar nicht streng berechnet worden, man hatte sich mit einer blossen Überprüfung begnügt. Die exakte Berechnung aus sämtlichen Doppelkontaktzeiten hätte erheblich Zeit gekostet, was in keinem Verhältnis zum praktischen Gewinn steht. Dieser Aufwand schien um so unberechtigter, als der Einfluss der Niveaufehler gemäss den Ausführungen in 1.3.2 erheblich grösser und nur unsicher und schwierig zu kontrollieren ist. Ferner hätte das ALGOL-Programm noch ein wenig verbessert werden müssen. Es ist nicht ganz korrekt, bei der Berechnung der scheinbaren Sternörter die Besselschen Reduktionsgrössen  $A$  und  $B$  nur linear zu interpolieren. Sind auch die dadurch verursachten Fehler der Rektaszensionen nur klein, so sollte man bei sonst so exakten Berechnungen auch so etwas vermeiden. Ferner müsste unbedingt der Einfluss der jährlichen Parallaxe berücksichtigt werden, der im üblichen Sternband der Apparent Places of Fundamental Stars bei fast der Hälfte der Sterne, nämlich bei all denen, bei denen die Parallaxe gleich oder grösser als  $0,01''$  ist, stets angebracht ist. Bei einigen Sternen kann dieser Effekt doch mehrere ms in Rektaszension ausmachen, im besonderen Fall von 61 Cygni noch erheblich mehr. In der Praxis spielt das alles sicher keine Rolle, aber wenn man sonst über sehr kleine Grössen diskutiert, sollte man auch diese Korrekturen nicht vernachlässigen, zumal sie in dem sonst üblicherweise benutzten Sternband berücksichtigt sind.

Demgemäss wurde bei den hier behandelten Laplace-Punkten die Auswertung in der gewohnten Weise unter Zugrundelegung der Mayerschen Formel durchgeführt, wie es im Band 26 der Astronomisch-geodätischen Arbeiten in der Schweiz auf den Seiten 70–72 ausführlich beschrieben ist. Zum benutzten Zeitzeichen von HBB bzw. HBG wären zusätzlich noch einige Bemerkungen zu machen. Im Jahre 1965 musste die Aussendung des Zeitzeichens HBB noch jeweils für die Beobachtungszeit angefordert werden, es wurde dann vom Sender Münchenbuchsee ausgestrahlt; seit 1966 erfolgt die Aussendung des Zeitzeichens HBG kontinuierlich vom Sender Prangins. In beiden Fällen wurde stets die koordinierte Weltzeit  $TUC$  ausgestrahlt, wie sie in den Publikationen des Bureau International de l'Heure (BIH) jeweils definiert ist. Die wirklich ausgesandte Zeit  $T_{\text{Signal}}$  muss dann noch in die momentane Weltzeit auf der Beobachtungsstation  $TUO$  verwandelt werden unter Berücksichtigung des Einflusses der Polwanderung und der jahreszeitlichen Änderung der Erdrotation, auch die Differenz zwischen der wirklich ausgesandten Zeit  $T_{\text{Sig}}$  und der koordinierten Weltzeit  $TUC$  ist gegebenenfalls noch zu beachten. An den beobachteten Durchgangszeiten, die

man durch die Mittelbildung der Kontaktzeiten erhalten, je nachdem noch wegen des Ganges des Steuerquarzes des Druckchronographen korrigiert und entsprechend der benutzten Uhr auf die Zeit von HBG reduziert hat, wird also noch die Korrektur:

$$(TUC - T_{\text{Sig.}}) + (TU2 - TUC) + (TU1 - TU2) + (TU0 - TU1) = TU0 - T_{\text{Sig.}}$$

angebracht. Die ersten drei Glieder entnimmt man den Zirkularen D vom BIH, die jetzt immer schon mit der geringen Verzögerung von 2 Monaten veröffentlicht werden, das letzte Glied berechnet man für die jeweilige Beobachtungsstation nach der bekannten Formel:

$$TU0 - TU1 = \text{tg} \varphi (y \cos \lambda - x \sin \lambda)$$

mit der positiv nach Westen gezählten Länge  $\lambda$  und der Breite  $\varphi$  der Station, sowie mit den Koordinaten  $x, y$  des momentanen Pols bezogen auf den konventionellen internationalen Ursprung CIO, die ebenfalls in den genannten Zirkularen gegeben sind. Die Daten vor dem Oktober 1966 sind in den entsprechenden früheren Publikationen, Bulletin Horaire vom BIH, Serie J, publiziert. Auf die Berücksichtigung der Laufzeiten des Signals wurde wegen der geringen Entfernung des Zeitzeichensenders stets verzichtet.

## 2.3 Die Resultate

Bei der Zusammenstellung und Diskussion der Resultate erscheint es zweckmässig, stets die Laplace-Punkte gemeinsam zu behandeln, die gleichzeitig beobachtet worden sind, da auf beiden Punkten dann jeweils die gleichen Beobachter beobachtet haben und auch die Referenzbeobachtungen für beide Punkte gelten.

### 2.3.1 Rochers-de-Naye und La Dôle

Als Referenzstation war die alte Sternwarte in Genf gewählt worden, und da diese in absehbarer Zeit abgebrochen werden sollte, wurden gleichzeitig auf der neuen Genfer Sternwarte in Sauvigny Längenbestimmungen durchgeführt, damit man später Sauvigny als Referenzstation benutzen konnte. Die Beobachtungen in Genf und Sauvigny erfolgten vor und nach den Beobachtungen auf den Rochers-de-Naye und der La Dôle und überdeckten die Zeit vom 5. Juli bis zum 26. August 1965. Beobachter waren W. Keller und H. Müller vom Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETHZ, als Sekretäre und für die mannigfachen Hilfsarbeiten standen zur Verfügung: N. Darnial aus Kairo, W. Schneibel vom genannten Institut und die Studierenden an der ETHZ, H. Lautenschlager und M. Lienert abwechselnd, W. Müller ständig. Auf den Rochers-de-Naye kam der T4 Nr. 33112 mit dem Hängenniveau Nr. 236 in Verbindung mit einem 4-Spitzen-Favag-Schreibchronographen zum Einsatz, auf der La Dôle der T4 Nr. 86968 mit dem Hängenniveau Nr. 797 in Verbindung mit dem alten Longines-Druckchronographen und der Tonbandeinrichtung. Als Beobachtungsuhr diente auf allen Stationen direkt das Zeitzeichen HBB, das mit dem Schreibchronographen laufend nebst der Uhrzeit des Deckchronometers Nardin Nr. 13711 (reguliert auf mittlere Zeit) registriert wurde, während beim Druckchronographen HBB vor und nach jedem Sterndurchgang sowie während der Zeit des Umlegens aufgenommen wurde; es wurde mit dem Druckchronographen ausserdem noch, wenn genügend Zeit vorhanden war, der erwähnte Quarzchronometer Nardin-Ebauches registriert. Das Registrieren der Zeiten dieser Uhren erfolgte als Sicherheitsmassnahme, damit man bei eventuell schlechtem Radioempfang solche Zeitspannen überbrücken konnte. Die Reduktion der beobachteten Durchgangszeiten auf die momentane Weltzeit der Station  $TU0$  nach den Angaben des BIH ist in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2 Reduktion der beobachteten Durchgangszeiten auf die momentane Weltzeit

Datum 1965	$TU0 - T_{\text{sig.}}$	Datum 1965	$TU0 - T_{\text{sig.}}$	Datum 1965	$TU0 - T_{\text{sig.}}$
Juli 3	+0 <sup>s</sup> ,025	Juli 23	+0 <sup>s</sup> ,019	Aug. 12	+0 <sup>s</sup> ,011
8	+0 <sup>s</sup> ,024	28	+0 <sup>s</sup> ,017	17	+0 <sup>s</sup> ,009
13	+0 <sup>s</sup> ,022	Aug. 2	+0 <sup>s</sup> ,015	22	+0 <sup>s</sup> ,007
18	+0 <sup>s</sup> ,020	7	+0 <sup>s</sup> ,013	27	+0 <sup>s</sup> ,004

Die damit korrigierten Durchgangszeiten wurden in der Mayerschen Formel eingesetzt, und die Ausgleichung jeder Serie geschah mit der elektronischen Rechenmaschine. Die Ergebnisse der Ausgleichungen für sämtliche 49 Serien sind in der Tabelle 3 gegeben, in der sich auch alle übrigen interessierenden Daten finden.

Tabelle 3

Ergebnisse der Ausgleichungen der einzelnen Serien für  $\Delta U$  und  $k$  in ms

Instrument: T4 Nr.33 112 Hängeniveau: Nr.236 n: Zahl der Sterndurchgänge

Datum 1965	Weltzeit	Wetter	n	$\Delta U$	$m_{\Delta U}$	k	$m_k$
---------------	----------	--------	---	------------	----------------	---	-------

Station: Genf  $\lambda_0 - 24^m 36^s.567$ 

Beobachter: W. Keller

	h m	h m				$\pm$	$\pm$
10.-11. 7.	19 45	- 21 21	klar	15	0	8	- 753   26
11.-12. 7.	22 30	- 24 12	Cirren	14	- 28	15	- 600   46
17.-18. 8.	19 36	- 21 21	gewittrig	14	+ 14	13	+ 175   36
18.-19. 8.	18 51	- 20 34	klar	15	- 3	7	-1489   21

Beobachter: H. Müller

	h m	h m				$\pm$	$\pm$
10.-11. 7.	22 56	- 24 42	klar, feucht	15	+ 9	20	- 605   69
11.-12. 7.	19 47	- 21 17	Cirren	13	+ 50	15	- 274   52
16.-17. 8.	19 04	- 21 08	teilweise wolzig	13	+ 24	13	+ 822   44
18.-19. 8.	21 42	- 23 32	klar	15	+ 21	16	-1516   56

Station: Sauverny  $\lambda_0 - 24^m 32^s.130$ 

Beobachter: W. Keller

	h m	h m				$\pm$	$\pm$
5.- 6. 7.	21 32	- 23 17	klar, windstill	14	+ 605	11	-1060   34
6.- 7. 7.	22 50	- 24 37	klar, windstill	14	+ 569	12	- 467   37
19.-20. 8.	18 52	- 20 30	klar, trocken, windst.	14	+ 575	15	- 97   43
25.-26. 8.	24 30	- 26 45	teils Wolken	16	+ 569	7	- 842   28

Beobachter: H. Müller

	h m	h m				$\pm$	$\pm$
5.- 6. 7.	23 38	- 25 39	klar, feucht	14	+ 577	13	- 874   52
6.- 7. 7.	20 06	- 21 51	klar, windstill	14	+ 555	14	- 324   55
19.-20. 8.	21 18	- 23 12	klar, trocken, windst.	15	+ 595	15	- 4   52
20.-21. 8.	20 24	- 22 09	Meridian-Wolke	14	+ 587	15	+ 754   47

Station: Rochers de Naye  $\lambda_0 - 27^m 54^s.460$ 

Beobachter: H. Müller

	h m	h m				$\pm$	$\pm$
17.-18. 7.	20 09	- 21 29	zuerst Nebel, dann schön, feucht	14	-1905	15	- 74   59
18.-19. 7.	20 05	- 22 05	teils Nebel, feucht	15	-1888	16	+ 149   58
28.-29. 7.	23 06	- 25 11	leicht bewölkt, feucht	14	-1924	19	+ 790   66

Beobachter: W. Keller

	h m	h m				$\pm$	$\pm$
3.- 4. 8.	23 23	- 27 50	neblig, sehr feucht	16	-1909	18	-1059   72
4.- 5. 8.	19 31	- 21 16	klar, trocken, wenig Wind	15	-1920	9	-1380   28
5.- 6. 8.	19 27	- 21 26	teils Wolken	16	-1941	9	- 111   29
6.- 7. 8.	19 23	- 21 08	klar, trocken, wenig Wind, Sterne unruhig	16	-1928	9	- 287   29
11.-12. 8.	19 16	- 20 48	klar, Nordwind	14	-1908	9	- 84   26

Tabelle 3 (Fortsetzung)

Ergebnisse der Ausgleichungen der einzelnen Serien für  $\Delta U$  und  $k$  in ms

Instrument: T4 Nr.86 968      Hängenniveau: Nr.797      n: Zahl der Sterndurchgänge

Datum 1965	Weltzeit		Wetter	n	$\Delta U$	$m_{\Delta U}$	k	$m_k$		
Station: Genf $\lambda_0 - 24^m 36^s.567$										
Beobachter: W. Keller										
	h	m	h	m			$\pm$	$\pm$		
5.-6. 7.	24	23	-	26 13	klar	14	+ 25	11	+ 368	45
6.-7. 7.	20	01	-	22 03	klar	13	- 1	11	- 342	37
19.-20. 8.	21	18	-	23 12	klar	15	+ 7	9	- 252	35
20.-21. 8.	18	38	-	21 15	teils Wolken	15	0	7	- 168	25
Beobachter: H. Müller										
	h	m	h	m			$\pm$	$\pm$		
5.-6. 7.	20	42	-	22 55	klar	13	+ 33	22	+ 608	76
6.-7. 7.	22	50	-	24 58	klar	13	+ 49	16	- 345	48
19.-20. 8.	18	52	-	20 42	klar	14	+ 25	10	- 174	30
25.-26. 8.	24	01	-	26 02	etwas Wolken	14	+ 3	15	- 133	59
Station: Sauverny $\lambda_0 - 24^m 32^s.130$										
Beobachter: W. Keller										
	h	m	h	m			$\pm$	$\pm$		
10.-11. 7.	22	39	-	24 42	klar	14	+ 636	9	- 761	32
11.-12. 7.	20	13	-	21 49	Cirren	14	+ 605	12	- 620	43
16.-17. 8.	19	27	-	21 12	Cirren, gewittrig	14	+ 588	8	+ 309	25
18.-19. 8.	21	16	-	23 16	klar	14	+ 588	9	+ 616	29
Beobachter: H. Müller										
	h	m	h	m			$\pm$	$\pm$		
10.-11. 7.	20	28	-	22 07	klar, leichter Wind	14	+ 659	17	- 361	69
11.-12. 7.	22	02	-	23 53	Cirren	14	+ 636	15	- 587	46
17.-18. 8.	20	27	-	23 09	wolzig	16	+ 603	11	+ 613	37
18.-19. 8.	19	19	-	21 04	klar	14	+ 609	19	+ 746	59
Station: La Dôle $\lambda_0 - 24^m 24^s.090$										
Beobachter: W. Keller										
	h	m	h	m			$\pm$	$\pm$		
12.-13. 7.	21	12	-	22 46	klar	14	+ 555	17	- 94	50
13.-14. 7.	20	41	-	22 34	zuerst schön, später Wolken	14	+ 557	10	- 89	30
14.-15. 7.	20	37	-	22 24	Wolken, windig, gewittrig	14	+ 559	11	- 392	36
28.-29. 7.	23	18	-	25 32	teils verschleiert	14	+ 532	10	+ 90	35
Beobachter: H. Müller										
	h	m	h	m			$\pm$	$\pm$		
31.-32. 7.	19	57	-	21 35	wolzig, neblig	10	+ 581	15	+ 484	57
3.-4. 8.	19	19	-	21 06	klar, Sterne unruhig	14	+ 566	18	+1360	59
4.-5. 8.	19	20	-	21 02	klar	14	+ 564	17	+1323	53
5.-6. 8.	19	37	-	21 25	klar	14	+ 575	14	- 205	43
11.-12. 8.	20	08	-	22 10	klar, sehr windig	14	+ 588	18	+ 377	59



Im einzelnen ist zur Tabelle 3 noch zu bemerken, dass hier stets ein Doppeldatum angeführt ist, damit die Beobachtungsnacht eindeutig festliegt, vor allem, wenn sich die Beobachtungen über Mitternacht hinaus erstrecken, ferner dass die Zeiten alle einheitlich in Weltzeit angegeben sind.  $\lambda_0$  sind die für die Berechnung der Sternzeit in der Mayerschen Formel zugrundegelegten genäherten Längen der Stationen, für die Station Genf ist  $\lambda_0$  die nach früheren Beobachtungen bestimmte astronomische Länge (Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz, Bd. 21, S. 233 und S. 243). In Genf und Sauvigny beobachteten nach Möglichkeit beide Beobachter in der gleichen Nacht auf beiden Stationen; nach zwei solchen Nächten wurden dann die Instrumente ausgetauscht. Auf den Rochers-de-Naye und der La Dôle wechselten die Beobachter ungefähr nach der Halbzeit, während die Instrumente und die übrigen Mitarbeiter jeweils auf der Station verblieben. Auf den Rochers-de-Naye hatte sich eine Verzögerung ergeben, weil der Pfeiler am 12. Juli entgegen der Verabredung und Mitteilung noch nicht fertiggestellt war. Im übrigen waren hier die Wetterbedingungen merklich schlechter als auf der La Dôle. Der Berg war häufiger in Wolken gehüllt, entsprechend war es auch meist sehr feucht; Niveau, Okular und selbst das Objektiv waren oft beschlagen. Insgesamt sind 49 Serien mit 696 Sterndurchgängen beobachtet worden, also im Durchschnitt 14 Sterndurchgänge pro Serie, ziemlich gleichmässig auf beide Beobachter verteilt. Die mittleren Fehler von  $\Delta U$  und  $k$  sind in den einzelnen Serien bei Keller merklich kleiner als bei Müller, hingegen ist die Streuung der einzelnen Abendwerte einer Station bei beiden Beobachtern nur wenig verschieden, auch bei beiden Instrumenten zeigen sich keine signifikanten Unterschiede, ebenso nicht bei den einzelnen Stationen. Der Azimutfehler ist meist kleiner als  $1^s$ , nur in wenigen Fällen erreicht er  $1,5^s$ . Das ist völlig ausreichend und ist auch nicht anders zu erwarten, da allein die Unsicherheit der Einstelltablette für Polaris etwa  $0,2'$  beträgt und das Verstellen des Horizontalkreises wegen des Fehlens einer Feinbewegung hierzu nicht immer allzu genau gelingt.

Zur Bestimmung der persönlich-instrumentellen Gleichungen beider Beobachter mit beiden Instrumenten sowie der Längenverbesserungen der drei Stationen wurden nicht nur die Beobachtungen auf der Referenzstation Genf, deren Länge bekannt ist, benutzt, sondern es wurden die Beobachtungen auf allen Stationen verwendet, auf denen sich ja stets beide Beobachter abgewechselt hatten, so dass man auch hieraus auf die Differenz ihrer persönlich-instrumentellen Gleichung schliessen kann. Demgemäss wurde in gewohnter Weise eine vermittelnde Ausgleichung durchgeführt; die sieben Unbekannten bei dieser Ausgleichung sind die persönlich-instrumentellen Gleichungen beider Beobachter mit beiden Instrumenten  $u_{K,a}$ ,  $u_{M,a}$ ,  $u_{K,n}$ ,  $u_{M,n}$ , wobei mit den Indizes  $K$  und  $M$  die Beobachter, mit den Indizes  $a$  und  $n$  die Instrumente, der ältere T4 Nr. 33112 und der neuere T4 Nr. 86968, bezeichnet sind, und die Längenverbesserungen  $\Delta\lambda_s$ ,  $\Delta\lambda_R$ ,  $\Delta\lambda_D$  der drei Stationen Sauvigny, Rochers-de-Naye, La Dôle, gegen die angenommene Länge  $\lambda_0$  jeder Station. Jede Beobachtungsserie liefert demnach eine Fehlergleichung der Form:

$$-u + \Delta\lambda - \Delta U = v$$

Die Gewichte der Gleichungen wurden durchweg als 1 angesetzt, die  $\Delta U$  sind die Werte aus Tabelle 3. Das Schema dieser 49 Gleichungen ist in der Tabelle 4 gegeben, in der auch die aus dieser Ausgleichung gefundenen Verbesserungen angeführt sind, die sich in dem gewohnten Rahmen halten, sie sind gerade für die beiden Laplace-Punkte erfreulich klein und sind allgemein für beide Beobachter und auch für beide Instrumente nur wenig verschieden.

Für die gesuchten Unbekannten resultierten folgende Werte:

Persönlich-instrumentelle Gleichung Keller mit T4 Nr. 33112	$+0^s,004$	$\pm 0^s,007$
Persönlich-instrumentelle Gleichung Müller mit T4 Nr. 33112	$-0^s,011$	$\pm 0^s,007$
Persönlich-instrumentelle Gleichung Keller mit T4 Nr. 86968	$-0^s,014$	$\pm 0^s,007$
Persönlich-instrumentelle Gleichung Müller mit T4 Nr. 86968	$-0^s,036$	$\pm 0^s,007$
Längenverbesserung Sauvigny	$+0^s,583$	$\pm 0^s,006$
Längenverbesserung Rochers-de-Naye	$-1^s,917$	$\pm 0^s,009$
Längenverbesserung La Dôle	$+0^s,538$	$\pm 0^s,008$
Mittlerer Einheitsfehler		$\pm 0^s,018$

Die Unterschiede der persönlich-instrumentellen Gleichungen für die beiden Apparaturen sind bei beiden Beobachtern nahezu gleich, so dass man einen instrumentellen Effekt vermuten kann.

In Verbindung mit den angenommenen Längen  $\lambda_0$  aus der Tabelle 3 ergeben sich für die astronomischen Längen der Pfeiler:

Pfeiler Sauvigny	$-24^m 32^s,713$	westl. Greenwich
Pfeiler Rochers-de-Naye	$-27^m 52^s,543$	westl. Greenwich
Pfeiler La Dôle	$-24^m 24^s,628$	westl. Greenwich

Tabelle 4

Fehlergleichungen der vermittelnden Ausgleichung zur Bestimmung der persönlich-instrumentellen Gleichungen beider Beobachter mit beiden Instrumenten ( $u_{K,a}$ ,  $u_{M,a}$ ,  $u_{K,n}$ ,  $u_{M,n}$ ) und der Längenverbesserungen der 3 Stationen ( $\Delta\lambda_S$ ,  $\Delta\lambda_R$ ,  $\Delta\lambda_D$ )

Lfd. Nr. der Serie	Station	Pers.-instrumentelle Gleichung				Längenverbesserung			Absolut- glied - $\Delta U$	Verbesserung	
		$u_{K,a}$	$u_{M,a}$	$u_{K,n}$	$u_{M,n}$	$\Delta\lambda_S$	$\Delta\lambda_R$	$\Delta\lambda_D$		$v_K$	$v_M$
1	Sauverny	-1				+1			- 605	-26	
2	Sauverny		-1			+1			- 577		+17
3	Sauverny		-1			+1			- 555		+39
4	Sauverny	-1				+1			- 569	+10	
5	Genf	-1							0	- 4	
6	Genf		-1						- 9		+ 2
7	Genf		-1						- 50		-39
8	Genf	-1							+ 28	+24	
9	Genf		-1						- 24		-13
10	Genf	-1							- 14	-18	
11	Genf	-1							+ 3	- 1	
12	Genf		-1						- 21		-10
13	Sauverny	-1				+1			- 575	+ 4	
14	Sauverny		-1			+1			- 595		- 1
15	Sauverny		-1			+1			- 587		+ 7
16	Sauverny	-1				+1			- 569	+10	
17	Genf				-1				- 33		+ 3
18	Genf			-1					- 25	-11	
19	Genf			-1					+ 1	+15	
20	Genf				-1				- 49		-13
21	Sauverny				-1	+1			- 659		-40
22	Sauverny			-1		+1			- 636	-39	
23	Sauverny			-1		+1			- 605	- 8	
24	Sauverny			-1	-1	+1			- 636		-17
25	Sauverny			-1		+1			- 588	+ 9	
26	Sauverny			-1		+1			- 603		+16
27	Sauverny			-1		+1			- 609		+10
28	Sauverny			-1		+1			- 588	+ 9	
29	Genf				-1				- 25		+11
30	Genf			-1					- 7	+ 7	
31	Genf			-1					0	+14	
32	Genf				-1				- 3		+33
33	Rochers de Naye		-1			+1			+1905		- 1
34	Rochers de Naye		-1			+1			+1888		-18
35	Rochers de Naye		-1			+1			+1924		+18
36	Rochers de Naye	-1				+1			+1909	-12	
37	Rochers de Naye	-1				+1			+1920	- 1	
38	Rochers de Naye	-1				+1			+1941	+20	
39	Rochers de Naye	-1				+1			+1928	+ 7	
40	Rochers de Naye	-1				+1			+1908	-13	
41	La Dôle			-1		+1			- 555	- 3	
42	La Dôle			-1		+1			- 557	- 5	
43	La Dôle			-1		+1			- 559	- 7	
44	La Dôle			-1		+1			- 532	+20	
45	La Dôle			-1		+1			- 581		- 7
46	La Dôle			-1		+1			- 566		+ 8
47	La Dôle			-1		+1			- 564		+10
48	La Dôle			-1		+1			- 575		- 1
49	La Dôle			-1		+1			- 588		-14

Die Reduktion vom Pfeiler auf das Zentrum errechnet sich aus den in 1.2 angeführten Landeskoordinaten für Pfeiler und Zentrum zu  $\Delta\lambda = 0^s,013$  westlich für Rochers-de-Naye,  $\Delta\lambda = 0^s,062$  westlich für La Dôle.

Mit den ebenfalls dort angegebenen ellipsoidischen Längen der trigonometrischen Punkte findet man die  $\eta$ -Komponenten der Lotabweichung. Das definitive Ergebnis ist für diese beiden Laplace-Punkte:

	Rochers-de-Naye	La Dôle
Astronomische Länge	—27 <sup>m</sup> 52 <sup>s</sup> ,530	—24 <sup>m</sup> 24 <sup>s</sup> ,566
Ellipsoidische Länge	—27 <sup>m</sup> 54 <sup>s</sup> ,460	—24 <sup>m</sup> 24 <sup>s</sup> ,090
Astr. minus ellips. Länge	+1 <sup>s</sup> ,930	—0 <sup>s</sup> ,476
$\eta^{(s)}$	—1 <sup>s</sup> ,330	+0 <sup>s</sup> ,328
$\eta^{(m)}$	—19,95"	+4,92"

### 2.3.2 Monte Generoso und Campo dei Fiori

Auch bei diesen beiden Laplace-Punkten wurde wieder die alte Sternwarte in Genf als Referenzstation gewählt, und wie im Jahre 1965 wurden ebenfalls parallel dazu Beobachtungen auf der neuen Genfer Sternwarte in Sauvigny durchgeführt, wobei in gewohnter Weise die Beobachtungen in Genf und in Sauvigny vor und nach den Beobachtungen auf dem Monte Generoso und auf dem Campo dei Fiori erfolgten, und zwar in der Zeit vom 10. August bis zum 23. September 1966. Beobachter waren H. Müller, dem auch die Leitung des ganzen Unternehmens übertragen worden war, und N. Danial aus Kairo; als Sekretäre und für die mannigfachen Hilfsarbeiten standen zur Verfügung: ständig W. Schneibel und zeitweilig W. Wattenhofer vom Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETHZ, ferner die Studierenden an der ETHZ, M. Lienert, W. Müller und W. Schmid, der erstere ständig, die andern beiden zeitweilig, sowie für kurze Zeit C. Günther von der Swissair. Der ältere T4 Nr. 33112 mit dem Hängeniveau Nr. 236 wurde in Verbindung mit den Favag-Schreibchronographen auf dem Campo dei Fiori eingesetzt, der neuere T4 Nr. 86968 mit dem Hängeniveau Nr. 797, in Verbindung mit dem Longines-Druckchronographen und der Tonbandeinrichtung, auf dem Monte Generoso. Die Beobachtungsuhr war wieder auf allen Stationen das Zeitzeichen HBG, das von diesem Jahr an ununterbrochen über den Sender Prangins ausgestrahlt wurde. Es wurde mit dem Favag-Schreibchronographen laufend registriert, mit dem Druckchronographen vor und nach jedem Sterndurchgang und noch während der Zeit des Umlegens. Als Sicherheitsmassnahme zur Überbrückung der Zeiten schlechten Radioempfangs wurde ausserdem noch auf dem Monte Generoso der Quarzchronometer Nardin-Ebauches, auf dem Campo dei Fiori der nach mittlerer Zeit regulierte Deckchronometer Nardin Nr. 13711 aufgenommen, die beide Sekundenkontakte lieferten. Die Reduktionen der ausgestrahlten Zeit  $T_{sig}$  von HBG auf die momentane Weltzeit auf der Station TU0 wurden aus den Angaben des BIH berechnet und finden sich in der Tabelle 5.

Tabelle 5 Reduktion der beobachteten Durchgangszeiten auf die momentane Weltzeit

Datum 1966	$TU0 - T_{sig}$	Datum 1966	$TU0 - T_{sig}$	Datum 1966	$TU0 - T_{sig}$
Aug. 7	+0 <sup>s</sup> ,011	Aug. 27	+0 <sup>s</sup> ,023	Sept. 16	+0 <sup>s</sup> ,027
12	+0 <sup>s</sup> ,015	Sept. 1	+0 <sup>s</sup> ,024	21	+0 <sup>s</sup> ,028
17	+0 <sup>s</sup> ,018	6	+0 <sup>s</sup> ,026	26	+0 <sup>s</sup> ,028
22	+0 <sup>s</sup> ,021	11	+0 <sup>s</sup> ,027		

Die Ergebnisse der Ausgleichungen der 48 Serien mit insgesamt 635 beobachteten Sterndurchgängen, also durchschnittlich 13 Sterndurchgängen pro Serie, sind in der Tabelle 6 zusammengestellt, die genau so angeordnet ist wie die Tabelle 3 in 2.3.1, so dass sich Erklärungen dazu erübrigen. Auch der Beobachterwechsel vollzog sich ganz analog wie im Vorjahr. Die mittleren Fehler von  $\Delta U$  sind bei Müller im Durchschnitt ziemlich gleich wie bei den Beobachtungen im Jahre 1965, die von Danial geringfügig, etwa 1,5 ms, kleiner, sie sind beim älteren T4 etwas grösser als beim neueren, bei dem der Nachführungsmechanismus leichter und reibungsloser funktioniert. Die Streuung der Abendwerte ist hingegen bei Müller in Genf und vor allem auf den Feldstationen merklich geringer als bei Danial, nur in Sauvigny etwas grösser. Der Azimutfehler ist in Ausnahmefällen auf etwa 2<sup>s</sup>,6 angewachsen, was immer noch vollauf genügt, in den meisten Fällen ist er aber wesentlich kleiner.

Für die Bestimmung der persönlich-instrumentellen Gleichungen beider Beobachter mit beiden Instrumenten und der Längenverbesserungen der drei Stationen wird genau wie vorher eine vermittelnde Ausgleichung durchgeführt, und das Schema dieser 48 Gleichungen ist mitsamt den daraus resultierenden Verbesserungen in der Tabelle 7 gegeben. Die Indizes bei den persönlich-instrumentellen Gleichungen  $u$  charakterisieren Beobachter und Instrument, die bei den Längenverbesserungen  $\Delta\lambda$  die Station. Die Verbesserungen sind bei Müller von der gleichen

Tabelle 6

Ergebnisse der Ausgleichungen der einzelnen Serien für  $\Delta U$  und  $k$  in ms

Instrument: T4 Nr.33 112 Hängenniveau: Nr.236 n: Zahl der Sterndurchgänge

Datum 1966	Weltzeit		Wetter	n	$\Delta U$	$m_{\Delta U}$	k	$m_k$		
Station: Genf $\lambda_0 - 24^m 36^s.567$										
Beobachter: N. Danial										
	h	m	h	m			$\pm$	$\pm$		
12.-13. 8.	19	31	-	21 10	klar	14	+ 48	11	- 178	33
13.-14. 8.	22	52	-	25 31	teils Wolken	15	+ 78	18	- 313	55
21.-22. 9.	20	27	-	21 57	klar, windstill	14	+ 16	17	+ 822	53
22.-23. 9.	17	37	-	19 07	klar, windstill	14	+ 57	14	+ 303	39
Beobachter: H. Müller										
	h	m	h	m			$\pm$	$\pm$		
12.-13. 8.	22	32	-	24 54	teils Wolken	14	- 7	12	- 293	46
13.-14. 8.	19	27	-	21 39	teils Wolken	14	+ 29	19	- 264	57
21.-22. 9.	17	30	-	19 11	klar, windstill	12	+ 38	18	+ 820	59
22.-23. 9.	20	10	-	21 15	klar, windstill, dann Nebel	9	+ 41	11	+ 272	41
Station: Sauverny $\lambda_0 - 24^m 32^s.702$										
Beobachter: N. Danial										
	h	m	h	m			$\pm$	$\pm$		
10.-11. 8.	25	19	-	27 02	klar, windstill	14	+ 70	17	-1553	63
11.-12. 8.	21	01	-	22 45	klar, windstill	13	+ 18	16	-1434	63
14.-15. 9.	18	38	-	20 15	etwas Cirren	14	- 4	13	+ 234	49
20.-21. 9.	20	18	-	21 51	schön, stark dunstig	14	+ 49	11	- 147	37
Beobachter: H. Müller										
	h	m	h	m			$\pm$	$\pm$		
10.-11. 8.	22	59	-	24 47	klar, windstill	14	- 13	21	- 493	67
11.-12. 8.	23	11	-	24 54	klar, windstill	13	+ 53	17	-1665	60
14.-15. 9.	20	55	-	22 30	etwas Cirren	14	+ 73	16	+ 385	49
20.-21. 9.	17	57	-	19 39	schön, stark dunstig	13	+ 68	18	- 79	61
Station: Campo dei Fiori $\lambda_0 - 35^m 05^s.000$										
Beobachter: N. Danial										
	h	m	h	m			$\pm$	$\pm$		
26.-27. 8.	19	31	-	21 19	klar, windstill	12	-1067	21	+ 812	82
28.-29. 8.	19	34	-	21 12	klar, windstill, feucht	14	-1102	10	+ 43	39
31.-32. 8.	19	19	-	21 32	leicht bewölkt, leichter Wind	13	-1075	18	+1026	65
1.- 2. 9.	19	18	-	21 47	stark bewölkt, windstill	12	-1093	13	+ 938	62
Beobachter: H. Müller										
	h	m	h	m			$\pm$	$\pm$		
3.- 4. 9.	19	07	-	21 04	klar	13	-1129	20	+ 442	80
4.- 5. 9.	19	06	-	21 16	bewölkt, windstill	13	-1133	20	- 51	61
5.- 6. 9.	18	45	-	20 36	klar, windig (Nordföhn)	14	-1134	17	- 40	66
6.- 7. 9.	18	37	-	20 19	stark dunstig, windstill	13	-1122	20	-1151	68

Tabelle 6 (Fortsetzung)

Ergebnisse der Ausgleichungen der einzelnen Serien für  $\Delta U$  und  $k$  in ms

Instrument: T4 Nr.86 968      Hängeniveau: Nr.797      n: Zahl der Sterndurchgänge

Datum 1966	Weltzeit	Wetter	n	$\Delta U$	$m_{\Delta U}$	k	$m_k$
Station: Genf $\lambda_0-24^m 36^s.567$							
Beobachter: N. Danial							
	h m	h m			$\pm$		$\pm$
11.-12. 8.	23 53	- 25 35	klar, windstill	14	+ 29	11	- 888   34
14.-15. 9.	21 05	- 22 30	etwas Cirren	13	- 13	12	- 355   39
20.-21. 9.	17 57	- 19 34	schön, stark dunstig	14	- 54	16	+2272   53
Beobachter: H. Müller							
	h m	h m			$\pm$		$\pm$
10.-11. 8.	25 52	- 27 45	klar, windstill	14	- 11	14	- 927   47
11.-12. 8.	20 29	- 22 16	klar, windstill	13	- 25	12	- 873   44
14.-15. 9.	18 16	- 19 58	etwas Cirren	14	+ 14	14	- 397   51
20.-21. 9.	20 18	- 21 48	schön, stark dunstig	14	- 4	16	+2380   55
Station: Sauverny $\lambda_0-24^m 32^s.702$							
Beobachter: N. Danial							
	h m	h m			$\pm$		$\pm$
12.-13. 8.	22 06	- 23 40	leicht bewölkt	14	- 10	13	- 131   45
13.-14. 8.	20 14	- 21 44	teils etwas Wolken	13	- 12	13	+1222   39
21.-22. 9.	18 10	- 19 48	klar, windstill	14	+ 36	20	+2430   77
22.-23. 9.	19 43	- 21 19	klar, leichter Wind	13	+ 49	15	-1335   53
Beobachter: H. Müller							
	h m	h m			$\pm$		$\pm$
12.-13. 8.	20 18	- 21 43	klar	12	- 37	23	- 115   68
13.-14. 8.	22 36	- 23 56	teils Wolken, windig	12	+ 41	12	+1417   40
21.-22. 9.	20 03	- 21 43	klar, windstill	14	- 19	10	+2628   36
22.-23. 9.	17 37	- 19 26	klar	13	- 18	20	- 555   75
Station: Monte Generoso $\lambda_0-36^m 05^s.060$							
Beobachter: H. Müller							
	h m	h m			$\pm$		$\pm$
26.-27. 8.	19 30	- 21 18	teils Wolken, wenig Wind	12	- 579	13	-1385   45
27.-28. 8.	21 30	- 22 46	teils Wolken, sehr feucht, später bedeckt	12	- 545	14	-1804   45
28.-29. 8.	20 52	- 22 30	zuerst Nebel, dann klar	14	- 527	14	-1144   49
31.-32. 8.	19 51	- 21 45	klar, stürmischer Wind	14	- 557	11	+ 424   41
Beobachter: N. Danial							
	h m	h m			$\pm$		$\pm$
2.- 3. 9.	20 32	- 21 42	bewölkt, feucht, später bedeckt	10	- 534	12	-1648   41
3.- 4. 9.	19 28	- 21 03	klar, teils Wind	14	- 590	12	- 864   49
4.- 5. 9.	19 35	- 22 15	bewölkt	14	- 541	14	- 984   48
5.- 6. 9.	18 39	- 20 47	klar, sehr starker Wind	13	- 583	12	-1407   43
7.- 8. 9.	20 01	- 21 47	klar	13	- 630	17	-1636   67

Tabelle 7

Fehlergleichungen der vermittelnden Ausgleichung zur Bestimmung der persönlichinstrumentellen Gleichungen beider Beobachter mit beiden Instrumenten ( $u_{M,n}$ ,  $u_{D,n}$ ,  $u_{M,a}$ ,  $u_{D,a}$ ) und der Längenverbesserungen der 3 Stationen ( $\Delta\lambda_S$ ,  $\Delta\lambda_G$ ,  $\Delta\lambda_C$ )

Lfd. Nr. der Serie	Station	Pers.-instrumentelle Gleichung				Längenverbesserung			Absolut- glied - $\Delta U$	Verbesserung	
		$u_{M,n}$	$u_{D,n}$	$u_{M,a}$	$u_{D,a}$	$\Delta\lambda_S$	$\Delta\lambda_G$	$\Delta\lambda_C$		$v_M$	$v_D$
1	Genf	-1							+ 11	+ 6	
2	Genf	-1							+ 25	+20	
3	Genf		-1						- 29	-36	
4	Genf	-1							- 14	-19	
5	Genf		-1						+ 13	+ 6	
6	Genf	-1							+ 4	- 1	
7	Genf		-1						+ 54	+47	
8	Genf			-1					+ 7	+32	
9	Genf				-1				- 48	- 4	
10	Genf			-1					- 29	- 4	
11	Genf				-1				- 78	-34	
12	Genf			-1					- 38	-13	
13	Genf				-1				- 16	+28	
14	Genf			-1					- 41	-16	
15	Genf				-1				- 57	-13	
16	Sauverny	-1				+1			+ 37	+39	
17	Sauverny		-1			+1			+ 10	+10	
18	Sauverny	-1				+1			- 41	-39	
19	Sauverny		-1			+1			+ 12	+12	
20	Sauverny	-1				+1			+ 19	+21	
21	Sauverny		-1			+1			- 36	-36	
22	Sauverny	-1				+1			+ 18	+20	
23	Sauverny		-1			+1			- 49	-49	
24	Sauverny			-1		+1			+ 13	+45	
25	Sauverny				-1	+1			- 70	-18	
26	Sauverny			-1		+1			- 53	-21	
27	Sauverny				-1	+1			- 18	+34	
28	Sauverny			-1		+1			- 73	-41	
29	Sauverny				-1	+1			+ 4	+56	
30	Sauverny			-1		+1			- 68	-36	
31	Sauverny				-1	+1			- 49	+ 3	
32	Monte Generoso	-1				+1			+ 579	+15	
33	Monte Generoso	-1				+1			+ 545	-19	
34	Monte Generoso	-1				+1			+ 527	-37	
35	Monte Generoso	-1				+1			+ 557	- 7	
36	Monte Generoso		-1			+1			+ 534	-32	
37	Monte Generoso		-1			+1			+ 590	+24	
38	Monte Generoso		-1			+1			+ 541	-25	
39	Monte Generoso		-1			+1			+ 583	+17	
40	Monte Generoso		-1			+1			+ 630	+64	
41	Campo dei Fiori				-1		+1		+1067	-30	
42	Campo dei Fiori				-1		+1		+1102	+ 5	
43	Campo dei Fiori				-1		+1		+1075	-22	
44	Campo dei Fiori				-1		+1		+1093	- 4	
45	Campo dei Fiori			-1			+1		+1129	+12	
46	Campo dei Fiori			-1			+1		+1133	+16	
47	Campo dei Fiori			-1			+1		+1134	+17	
48	Campo dei Fiori			-1			+1		+1122	+ 5	

Grössenordnung wie bei den Beobachtungen im Jahre 1965, in Genf ein wenig kleiner, auf den Laplace-Punkten ein wenig grösser, vor allem auch in Sauverny etwas grösser; bei Danial sind sie in Sauverny etwa gleich gross wie bei Müller, auf den andern Stationen hingegen durchweg etwas grösser. Betrachtet man die Instrumente, so sind in Genf und Sauverny keine nennenswerten Unterschiede herauszulesen, auf dem Monte Generoso mit dem T4 Nr. 86968 sind die Verbesserungen im allgemeinen etwas grösser als auf dem Campo dei Fiori mit dem T4 Nr. 33112. Das mag zum Teil an der früher diskutierten Temperaturabhängigkeit des Parswertes des Hängeniveaus Nr. 797 liegen, da die Temperaturschwankungen auf dem Monte Generoso oft ziemlich erheblich waren, auch war es dort meist sehr windig, andererseits kann man aber auch bei der exponierten Lage des Berges mit Refraktionsanomalien rechnen.

Die Resultate der vermittelnden Ausgleichung sind:

Persönlich-instrumentelle Gleichung Danial mit T4 Nr. 33112	—0 <sup>s</sup> ,044	±0 <sup>s</sup> ,011
Persönlich-instrumentelle Gleichung Müller mit T4 Nr. 33112	—0 <sup>s</sup> ,025	±0 <sup>s</sup> ,011
Persönlich-instrumentelle Gleichung Danial mit T4 Nr. 86968	+0 <sup>s</sup> ,007	±0 <sup>s</sup> ,012
Persönlich-instrumentelle Gleichung Müller mit T4 Nr. 86968	+0 <sup>s</sup> ,005	±0 <sup>s</sup> ,011
Längenverbesserung Sauverny	+0 <sup>s</sup> ,007	±0 <sup>s</sup> ,011
Längenverbesserung Monte Generoso	—0 <sup>s</sup> ,559	±0 <sup>s</sup> ,014
Längenverbesserung Campo dei Fiori	—1 <sup>s</sup> ,142	±0 <sup>s</sup> ,014
Mittlerer Einheitsfehler		±0 <sup>s</sup> ,030

Die mittleren Fehler sind sämtlich grösser als bei den Messungen im Jahre 1965, was nach dem eben Gesagten zu erwarten war. Die persönlich-instrumentellen Gleichungen ändern sich bei beiden Beobachtern mit den benutzten Apparaturen im gleichen Sinne und die Änderungen sind ungefähr von der gleichen Grössenordnung wie früher, allerdings mit entgegengesetztem Vorzeichen.

Für die astronomischen Längen der Pfeiler der drei Stationen ergibt sich mit den angenommenen Längen  $\lambda_0$  aus Tabelle 6:

Pfeiler Sauverny	—24 <sup>m</sup> 32 <sup>s</sup> ,709	westl. Greenwich
Pfeiler Monte Generoso	—36 <sup>m</sup> 04 <sup>s</sup> ,501	westl. Greenwich
Pfeiler Campo dei Fiori	—35 <sup>m</sup> 03 <sup>s</sup> ,858	westl. Greenwich

Da auf beiden Laplace-Punkten die Instrumente direkt auf dem Triangulationspunkt aufgestellt waren, die in 1.2 erwähnte Verschiebung von 3 cm südlich vom Zentrum auf dem Campo dei Fiori spielt hier keine Rolle, erübrigt sich eine Reduktion auf das Zentrum, so dass die angeführten Längen die astronomischen Längen der trigonometrischen Punkte sind. Sehr erfreulich ist, dass bei diesen Messungen im Jahre 1966 für die astronomische Länge des Pfeilers der neuen Genfer Sternwarte in Sauverny fast der gleiche Wert wie bei den Messungen im Jahre 1965 herauskam, die Differenz von 4 ms ist weit kleiner als der mittlere Fehler, so dass es gerechtfertigt ist, diesen Pfeiler gegebenenfalls als Referenzstation zu benutzen mit der astronomischen Länge

—24<sup>m</sup> 32<sup>s</sup>,711 westl. Greenwich.

Rechnet man den mittleren Fehler aus den Verbesserungen aller 32 in Sauverny beobachteten Serien, so findet man für den mittleren Fehler jeder Serie  $\pm 0^s,028$  und für den mittleren Fehler von obigem Mittelwert  $\pm 0^s,005$ .

Für die beiden Laplace-Punkte sind noch die ellipsoidischen Längen aus 1.2 und die hier bestimmten astronomischen Längen zusammengestellt, woraus sich die  $\eta$ -Komponenten der Lotabweichung errechnen.

	Monte Generoso	Campo dei Fiori
Astronomische Länge	—36 <sup>m</sup> 04 <sup>s</sup> ,501	—35 <sup>m</sup> 03 <sup>s</sup> ,858
Ellipsoidische Länge	—36 <sup>m</sup> 05 <sup>s</sup> ,069	—35 <sup>m</sup> 03 <sup>s</sup> ,226
Astr. minus ellips. Länge	+0 <sup>s</sup> ,568	—0 <sup>s</sup> ,632
$\eta^{(a)}$	—0 <sup>s</sup> ,395	+0 <sup>s</sup> ,440
$\eta^{(r)}$	—5,93"	+6,60"

Auf eine frühere Längenbestimmung auf dem Monte Generoso wird in 3.2.3 noch kurz eingegangen werden.

### 2.3.3 Weissfluhgipfel

Als Referenzstation für den Laplace-Punkt Weissfluh wurde die Eidgenössische Sternwarte in Zürich gewählt; ihre Länge ist gut gesichert, sie ist von der Weissfluh nicht allzuweit entfernt, ihre Lage am Domizil der Beobachter bietet mannigfache Vorteile; so konnte man gerade bei der ungünstigen Witterung im Sommer 1968 die unumgäng-

lichen Wartezeiten nutzbringender verwenden als auf einer Feldstation. Wie üblich erfolgten die Referenzbeobachtungen vor und nach den Beobachtungen auf dem Laplace-Punkt, und sämtliche Beobachtungen wurden in der Zeitspanne vom 4. August bis zum 19. September 1968 durchgeführt. Beobachter war H. Müller, als Sekretäre und Gehilfen für die mannigfachen Arbeiten fungierten W. Schneibel vom oft genannten Institut der ETHZ und M. Bühlmann, Student an der Abteilung für Kulturtechnik und Vermessung der ETHZ. Es wurde der T4 Nr. 86968 mit dem Hängeniveau Nr. 797 mitgenommen sowie der Longines-Druckchronograph und der Favag-Schreibchronograph. Der Druckchronograph war inzwischen so umgebaut worden, dass man auf die Aufnahmen der Zeitsignale auf Tonband verzichten konnte, weil die Zeit- bzw. die Mikrometersignale nun direkt den Drucker betätigten, also alle Zeiten sofort bei der Beobachtung ausgedruckt wurden, wie in 1.3.3 mit den Vorteilen und etwaigen Nachteilen näher beschrieben worden ist. Wesentlich war nun dabei, einmal zu erproben, wie sich die umgebaute Apparatur bei den Witterungsbedingungen auf einer Feldstation bewährt, da jetzt im Gegensatz zu früher der eigentliche Drucker direkt neben dem Theodoliten bei der Beobachtung gebraucht wird, nicht mehr irgendwann später in einem geschützten, temperierten Raum.

Der Weissfluhgipfel in 2843 m Meereshöhe stellte zudem einen recht extremen Fall für Witterungsbedingungen dar, die Temperatur war stets nahe dem Gefrierpunkt und auch der Wind war meist ziemlich heftig. Von Vorteil war hier übrigens, dass der notwendige 220-Volt-Wechselstrom vom nahegelegenen Caviezehaus unterhalb des Gipfels direkt bezogen werden konnte. Parallel zum Druckchronographen wurde aber auch gleichzeitig der Schreibchronograph benutzt, und zwar auch bei den Referenzbeobachtungen, damit man auf jeden Fall brauchbare Registrierungen hatte, falls die Druckapparatur etwa im Feld versagen sollte. Funktionierte sie aber, so bot sich damit die Gelegenheit, einmal beide Chronographen direkt miteinander zu vergleichen. Erfreulicherweise bewährten sich beide Apparaturen im Feld, so dass dieser Vergleich durchgeführt werden konnte. Als primäre Beobachtungsuhr wurde diesmal der sehr exakt gehende Quarzchronometer Nardin-Ebauches gewählt, der aber laufend mit dem Zeitzeichen HBG verglichen wurde. Man hatte sich dazu entschlossen, weil die Quarzuhrsignale im Gegensatz zu den empfangenen HBG-Signalen eine sehr geringe Streuung aufweisen, was besonders beim Ausmessen der Chronographenstreifen von Vorteil ist. Andererseits konnte man Stand und Gang der Quarzuhr aus den besten Radiozeitzeichen stets hinreichend genau ermitteln. Die nach den Zirkularen vom BIH sich ergebenden Reduktionen der ausgestrahlten Zeit  $T_{\text{sig}}$  von HBG auf die momentane Weltzeit der Station TU0 sind in der Tabelle 8 aufgeführt.

Tabelle 8 Reduktion der auf HBG reduzierten, beobachteten Durchgangszeiten auf TU0

Datum 1968	TU0 - $T_{\text{sig}}$	Datum 1968	TU0 - $T_{\text{sig}}$	Datum 1968	TU0 - $T_{\text{sig}}$
Aug. 1	+0 <sup>s</sup> ,041	Aug. 21	+0 <sup>s</sup> ,050	Sept. 10	+0 <sup>s</sup> ,053
6	+0 <sup>s</sup> ,044	26	+0 <sup>s</sup> ,051	15	+0 <sup>s</sup> ,053
11	+0 <sup>s</sup> ,046	31	+0 <sup>s</sup> ,052	20	+0 <sup>s</sup> ,053
16	+0 <sup>s</sup> ,048	Sept. 5	+0 <sup>s</sup> ,052	25	+0 <sup>s</sup> ,053

Die registrierten Zeiten wurden zunächst für beide Chronographen völlig getrennt behandelt. Dabei zeigte sich bereits bei der Mittelbildung der Kontaktzeiten für die einzelnen Sterne, dass die beiden somit erhaltenen Durchgangszeiten nur geringfügig voneinander abwichen, wobei die Differenzen im allgemeinen keinen systematischen Gang aufwiesen, sondern meist regellos streuten. Es kamen Abweichungen bis zu etwa 20 ms vor, doch waren das Ausnahmen, die meisten betrugten nur wenige Millisekunden. Die Ausgleiche der einzelnen Serien wurde ebenfalls getrennt durchgeführt, doch auch hier ergab sich das gleiche Bild, die erhaltenen  $\Delta U$  und  $k$  unterschieden sich bei jeder Serie nur geringfügig und die mittleren Fehler waren praktisch gleich, auch die endgültigen Mittelwerte wichen nur wenig voneinander ab, die Differenz war wesentlich kleiner als der mittlere Fehler. Jedenfalls war durch diesen Versuch der Nachweis erbracht, dass der Schreibchronograph und der hier benutzte Druckchronograph in ihren Resultaten durchaus einander ebenbürtig sind. Mühsamer ist hingegen natürlich das Ausmessen der Chronographenstreifen, und dieser Nachteil erweist sich als noch viel schwerwiegender, wenn man jetzt den modernen Typ des Longines-Druckchronographen verwendet, wie er in 1.3.3 beschrieben wurde. Auch ist zu bedenken, dass beim Schreibchronographen ziemlich leicht Ablesefehler vorkommen können, was beim Druckchronographen praktisch kaum passiert. Gerade aus diesem Grunde wurde auch hier den aus den Druckchronographenzeiten resultierenden Werten der Vorzug gegeben und in der folgenden Tabelle 9 werden auch nur diese Daten geliefert. Im übrigen ist auch diese Tabelle genau so wie die früheren Tabellen 3 und 6 angeordnet, so dass kein weiterer Kommentar dazu nötig ist, es sind einzig noch die Mittelwerte  $\Delta U$  der beiden Stationen und die Verbesserungen  $v$  auf  $\Delta U$  hinzugefügt. Insgesamt sind es 17 Serien mit 229 beobachteten Sterndurchgängen, also im Durchschnitt 13-14 Sterndurchgänge



Tabelle 9

Ergebnisse der Ausgleichungen der einzelnen Serien für  $\Delta U$  und  $k$  in ms

Instrument: T4 Nr,86 968

Hängeniveau: Nr.797

Beobachter: H. Müller

n: Zahl der Sterndurchgänge

v: Verbesserungen auf den Mittelwert  $\Delta U$ 

Datum 1968	Weltzeit	Wetter	n	$\Delta U$	$m_{\Delta U}$	v	k	$m_k$
Station: Zürich $\lambda_0 - 34^m 12^s 313$								
	h m h m				$\pm$			$\pm$
4.-5. 8.	19 40 - 21 30	klar, später feucht	14	+ 34	6	-27	+1534	16
12.-13. 8.	20 36 - 21 44	leicht bewölkt, feucht, später stark bewölkt	10	- 20	17	+27	+ 435	59
19.-20. 8.	19 04 - 20 58	klar, kühl	14	+ 30	10	-23	+1036	29
19.-20. 8.	21 27 - 23 01	klar, kühl	14	+ 44	13	-37	+1155	47
10.-11. 9.	18 52 - 20 36	teils Wolken	15	- 45	11	+52	+1104	37
12.-13. 9.	18 04 - 19 54	wolkig, zuletzt stark bewölkt	11	- 9	14	+16	+1249	44
13.-14. 9.	18 00 - 19 38	Cirren	14	- 4	10	+11	+ 415	31
19.-20. 9.	17 45 - 19 14	klar, kühl	14	+ 23	12	-16	+1841	38
				$\Delta U$	$+0^s.007$	$\pm 0^s.011$		

Station: Weissfluh $\lambda_0 - 39^m 10^s 900$								
	h m h m				$\pm$			$\pm$
21.-22. 8.	21 19 - 23 05	wolkig, Nebelschwaden, feucht, +2°C	9	-1196	16	-41	- 148	54
24.-25. 8.	23 56 - 25 56	klar, sehr feucht, +2°C	15	-1164	13	-73	- 422	51
25.-26. 8.	22 49 - 24 16	klar nach Gewitter, +2.5°C	14	-1204	14	-33	- 406	47
26.-27. 8.	20 05 - 22 12	teils Nebel, sehr feucht, Wetterleuchten, + 3.5°C	15	-1229	14	- 8	- 53	52
27.-28. 8.	20 56 - 22 34	klar nach Gewitter, feucht, starker Wind, +2.5°C	15	-1252	17	+15	+ 442	59
1.-2. 9.	18 43 - 20 20	klar, relativ trocken, +1°C	13	-1310	18	+73	+ 167	50
5.-6. 9.	18 34 - 20 30	klar, starker Nordwind, -1°C, Sterne unruhig	14	-1242	12	+ 5	+1004	46
6.-7. 9.	19 45 - 21 21	leicht bewölkt, trocken, wenig Wind, +2.5°C	14	-1250	18	+13	- 699	73
7.-8. 9.	22 34 - 23 57	wolkig, feucht, +2°C	14	-1288	18	+51	-1537	84
				$\Delta U$	$-1^s.237$	$\pm 0^s.015$		

pro Serie. Die mittleren Fehler der  $\Delta U$  sind bei den einzelnen Serien in Zürich merklich kleiner als 1965 und 1966 auf der Referenzstation in Genf, sie sind auf der Weissfluh ziemlich von der gleichen Grösse wie früher mit diesem Instrument in Sauvigny und auf den Feldstationen, auch der Azimutfehler  $k$  hält sich in den gewohnten Grenzen. Die Streuung der Abendwerte der  $\Delta U$  ist hingegen in Zürich merklich grösser als damals in Genf, selbst noch grösser als 1965 und 1966 auf den anderen Stationen, und noch grösser ist diese Streuung auf dem Weissfluhgipfel. Letzteres dürfte nicht allzusehr überraschen, da auf dem Weissfluhgipfel doch recht extreme Witterungsbedingungen herrschen, durch die Refraktionsanomalien begünstigt werden. In Zürich wäre zu vermerken, dass die negativen  $v$ -Werte alle an den klaren Abenden auftreten, die positiven hingegen stets bei wolkigem Himmel, was auch auf eine Wetterabhängigkeit hinweisen würde.

Da diesmal nur ein Beobachter vorhanden war und stets das gleiche Instrument benutzt wurde, ergibt sich die persönlich-instrumentelle Gleichung direkt aus den Beobachtungen auf der Referenzstation in Zürich zu

$$u = -0^s,007 \pm 0^s,011$$

Der mittlere Fehler ist genau so gross wie bei den Referenzbeobachtungen in Genf im Jahre 1966 und der Betrag der persönlich-instrumentellen Gleichung liegt noch im Bereich des mittleren Fehlers. Für die Längenverbesserung des Pfeilers auf der Weissfluh erhält man damit:

$$\Delta\lambda = -1^s,244 \pm 0^s,015$$

Aus der angenommenen Länge  $\lambda_0$  und aus den Angaben für die ellipsoidische Länge des Pfeilers aus 1.2 folgen dann die aufgeführten Werte.

Pfeiler Weissfluhgipfel	
Astronomische Länge	$-39^m 09^s,656$
Ellipsoidische Länge	$-39^m 10^s,908$
Astr. minus ellips. Länge	$+1^s,252$
$\eta^{(s)}$	$-0^s,856$
$\eta^{(r)}$	$-12,85^r$

#### 2.3.4 Rötifluch und Wisenberg

Bei diesen beiden Laplace-Punkten war wieder die Eidgenössische Sternwarte in Zürich die zweckmässigste Referenzstation, und wie üblich erfolgten hier die Beobachtungen vor und nach denen auf den Laplace-Punkten; sie überdeckten insgesamt die Zeit vom 22. Juli bis zum 9. September 1970. Es wurden diesmal wieder 2 Messtrupps eingesetzt mit den Beobachtern H. Müller, dem wieder die Gesamtleitung oblag, und F. Brandenberger vom Technikum Winterthur, während die Sekretärtätigkeit und die sonstigen Hilfsarbeiten von W. Schneibel vom Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETHZ, von D. Schneider, Mitarbeiter der Schweizerischen Geodätischen Kommission, und von den Studierenden an der Abteilung für Kulturtechnik und Vermessung der ETHZ, M. Janett und V. Zeller, wahrgenommen wurden. In gewohnter Weise wechselten die Beobachter etwa nach der Halbzeit die Stationen, auf denen die andern Gruppenmitglieder und das gesamte Instrumentarium die ganze Zeit verblieb. Der T4 Nr. 33112 mit dem Hängeniveau Nr. 236 war dabei auf dem Wisenberg stationiert, der T4 Nr. 86968 mit einem neuen Hängeniveau Nr. 950 auf der Rötifluch; auf beiden Stationen waren die Universalinstrumente diesmal auf Stativen aufgestellt. Für die Zeitregistrierungen konnten in diesem Jahr bei beiden Instrumenten Druckchronographen verwandt werden, in Verbindung mit dem T4 Nr. 86968 der bisher stets benutzte der Firma Longines und parallel dazu seit dem 12. August das neuste Modell dieser Firma, TL2002, in Verbindung mit dem T4 Nr. 33112 ein Omega Time Recorder, OTR2, dessen Quarzoszillograph auf Sternzeit reguliert war. Sämtliche Druckchronographen bewährten sich im Feld gut und stellen eine grosse Erleichterung beim Auswerten der registrierten Zeiten dar, liessen aber auch erkennen, dass der ältere Longines-Drucker jetzt ausgedient hat und zweckmässig durch das in jeder Hinsicht überlegene neue Modell zu ersetzen wäre, was dann auch alsbald geschah. Die eigentlichen Beobachtungsuhrn waren die Steuerquarze der Druckchronographen, Gang und Stand wurden aber laufend durch die gedruckten Zeiten von HBG bestimmt und kontrolliert; wenn auch diese infolge ungünstiger Empfangsverhältnisse und gewisser Mängel der auch schon nicht mehr ganz modernen Empfangsgeräte stets um einige Millisekunden streuten, so war doch durch die grosse, über die ganze Beobachtungsserie verteilte Zahl der empfangenen Zeitzeichen die Relation ausgedruckte Zeit-HBG stets einwandfrei festzulegen. Übrigens hatte sich gerade bei den diesjährigen Beobachtungen deutlich gezeigt, dass in Nächten, in denen ausnahmsweise in der Schweiz keinerlei Gewittertendenz vorhanden war, die Streuung der ausgedruckten Zeitzeichen ausserordentlich klein war. Die aus den Zirkularen vom BIH ermittelten Reduktionen der ausgestrahlten Zeit von HBG  $T_{sig}$  auf die momentane Weltzeit der Station TU0 finden sich in der Tabelle 10.

Tabelle 10 Reduktion der auf HBG reduzierten, beobachteten Durchgangszeiten auf TU0.

Datum 1970	$TU0 - T_{sig}$	Datum 1970	$TU0 - T_{sig}$	Datum 1970	$TU0 - T_{sig}$
Juli 17	$-0^s,017$	Aug. 6	$-0^s,006$	Aug. 26	$+0^s,002$
22	$-0^s,014$	11	$-0^s,004$	31	$+0^s,003$
27	$-0^s,012$	16	$-0^s,002$	Sept. 5	$+0^s,004$
Aug. 1	$-0^s,009$	21	$0^s,000$	10	$+0^s,004$

Tabelle 11

Ergebnisse der Ausgleichungen der einzelnen Serien für  $\Delta U$  und  $k$  in ms

Instrument: T4 Nr.33 112      Hängeniveau: Nr.236      Omega Time Recorder

n: Zahl der Sterndurchgänge

Datum 1970	Weltzeit	Wetter	n	$\Delta U$	$m_{\Delta U}$	k	$m_k$
---------------	----------	--------	---	------------	----------------	---	-------

Station: Zürich  $\lambda_0 - 34^m 12^s 287$ 

Beobachter: F. Brandenberger

	h m	h m				$\pm$	$\pm$
22.-23. 7.	20 06	- 21 50	klar	13	- 71	29	- 378
27.-28. 7.	19 33	- 20 51	klar	14	- 92	20	-1342
7.- 8. 9.	19 32	- 21 14	klar, feucht, windstill	14	- 124	15	-1020
9.-10. 9.	20 11	- 21 51	klar, windstill	14	- 109	14	-1394

Beobachter: H. Müller

	h m	h m				$\pm$	$\pm$
22.-23. 7.	22 10	- 24 03	klar	14	- 108	18	+ 116
27.-28. 7.	21 00	- 22 42	klar	14	- 127	10	+1468
25.-26. 8.	21 38	- 23 16	klar	14	- 61	12	+ 11
26.-27. 8.	21 01	- 22 36	klar, windstill, etwas Cirren	14	- 105	10	+1840

Station: Wisenberg  $\lambda_0 - 31^m 31^s 900$ 

Beobachter: F. Brandenberger

	h m	h m				$\pm$	$\pm$
28.-29. 7.	25 11	- 26 05	nach Gewitter klar, starker Wind, später Wolken	8	+ 179	11	- 751
30.-31. 7.	20 33	- 22 32	leicht bewölkt, leichter Wind	14	+ 119	14	+ 998
31.-32. 7.	21 40	- 23 22	klar, leichter Wind	14	+ 140	19	-1660
1.- 2. 8.	22 18	- 24 07	klar, leichter Ost-Wind	14	+ 154	13	- 610
6.- 7. 8.	21 22	- 23 41	klar, Westwind, später Wolken	13	+ 80	23	-1546

Beobachter: H. Müller

	h m	h m				$\pm$	$\pm$
7.- 8. 8.	23 40	- 25 31	klar, starker Westwind	14	+ 47	14	-1190
12.-13. 8.	21 17	- 22 59	klar, leichter Nord- Ost-Wind	14	+ 41	22	+1785
13.-14. 8.	20 49	- 22 42	klar, leichter Nord- West-Wind	14	+ 13	16	+1291

Tabelle 11 (Fortsetzung)

Ergebnisse der Ausgleichungen der einzelnen Serien für  $\Delta U$  und  $k$  in ms

Instrument: T4 Nr. 86 968 Hängenniveau: Nr. 950 Longines Druckchronograph

n: Zahl der Sterndurchgänge

Datum 1970	Weltzeit	Wetter	n	$\Delta U$	$m_{\Delta U}$	k	$m_k$
---------------	----------	--------	---	------------	----------------	---	-------

Station: Zürich  $\lambda_0 - 34^m 12^s 313$ 

Beobachter: H. Müller

	h m	h m		n	$\Delta U$	$m_{\Delta U}$	k	$m_k$
22.-23. 7.	19 49	- 21 19	klar	14	+ 24	18	+ 211	66
27.-28. 7.	19 13	- 20 43	klar	14	- 26	9	+ 185	31
25.-26. 8.	19 17	- 21 24	zuerst Wolken, später klar	15	+ 21	8	+ 736	24
26.-27. 8.	19 03	- 20 43	klar, windstill	14	+ 19	8	+ 451	25

Beobachter: F. Brandenberger

	h m	h m		n	$\Delta U$	$m_{\Delta U}$	k	$m_k$
22.-23. 7.	21 57	- 23 54	klar	14	+ 102	15	- 85	52
27.-28. 7.	21 00	- 22 49	klar	14	- 13	19	+ 211	52
7.- 8. 9.	22 08	- 23 39	klar, feucht, windstill	14	+ 34	11	-1658	37
9.-10. 9.	22 24	- 23 57	klar, windstill	15	+ 41	10	- 358	44

Station: Rötifluh  $\lambda_0 - 30^m 06^s 930$ 

Beobachter: H. Müller

	h m	h m		n	$\Delta U$	$m_{\Delta U}$	k	$m_k$
31.-32. 7.	22 48	- 24 38	nach Gewitter klar, zuerst sehr feucht	15	+ 577	15	- 118	53
1.- 2. 8.	21 34	- 23 19	klar, windig	13	+ 527	15	+ 187	47
2.- 3. 8.	21 30	- 23 07	klar, schwach windig	14	+ 484	11	+ 246	40
3.- 4. 8.	20 11	- 22 07	klar, leichter bis mässiger Wind	5 8	+ 489	15	+ 216	56
6.- 7. 8.	21 05	- 22 59	klar, am Schluss Wolken, später heftige Gewitter	15	+ 429	16	+ 746	49

Beobachter: F. Brandenberger

	h m	h m		n	$\Delta U$	$m_{\Delta U}$	k	$m_k$
12.-13. 8.	19 25	- 21 05	klar, mässiger Nord- Ost-Wind	13	+ 542	21	- 801	60
13.-14. 8.	19 47	- 21 32	klar, feucht, starker Wind	13	+ 517	14	+ 382	40

Die 31 Serien mit insgesamt 426 Sterndurchgängen, also meist 14 Sterndurchgängen pro Serie, wurden in der gewohnten Weise ausgeglichen, und die Ergebnisse sind in der Tabelle 11 zusammengestellt, die ganz analog wie die Tabellen 3 und 6 angeordnet ist. Bei der Beobachtung auf der Rötifluh am 3./4. August war übrigens nach dem fünften Stern versehentlich auf ein Kabel getreten worden, was zu einer leichten Verschiebung des T4 in den etwas zu glatten Aufsatzstellen der Stativplatte geführt hatte. Aus diesem Grunde wurde bei dieser Serie die Ausgleichung mit den 3 Unbekannten  $\Delta U$ ,  $k_1$ ,  $k_2$  gerechnet, wobei  $k_1$  für die ersten 5 Sterne,  $k_2$  für die übrigen 8 Sterne gilt.

Tabelle 12

Fehlergleichungen der vermittelnden Ausgleichung zur Bestimmung der persönlichinstrumentellen Gleichungen beider Beobachter mit beiden Instrumenten ( $u_{M,n}$ ,  $u_{B,n}$ ,  $u_{M,a}$ ,  $u_{B,a}$ ) und der Längenverbesserungen der zwei Stationen ( $\Delta\lambda_R$ ,  $\Delta\lambda_W$ )

Lfd. Nr. der Serie	Station	Pers.-instrumentelle Gleichung				Längenverbes- serung		Absolut- glied - $\Delta U$	Verbesserung	
		$u_{M,n}$	$u_{B,n}$	$u_{M,a}$	$u_{B,a}$	$\Delta\lambda_R$	$\Delta\lambda_W$		$v_M$	$v_B$
1	Zürich, T4-Pfeiler	-1						- 24	-14	
2	Zürich, T4-Pfeiler		-1					- 102		-62
3	Zürich, T4-Pfeiler	-1						+ 26	+36	
4	Zürich, T4-Pfeiler		-1					+ 13		+53
5	Zürich, T4-Pfeiler	-1						- 21	-11	
6	Zürich, T4-Pfeiler	-1						- 19	- 9	
7	Zürich, T4-Pfeiler		-1					- 34		+ 6
8	Zürich, T4-Pfeiler		-1					- 41		- 1
9	Zürich, Ost-Pfeiler				-1			+ 71		- 4
10	Zürich, Ost-Pfeiler			-1				+ 108	-16	
11	Zürich, Ost-Pfeiler				-1			+ 92		+17
12	Zürich, Ost-Pfeiler			-1				+ 127	+ 3	
13	Zürich, Ost-Pfeiler			-1				+ 61	-63	
14	Zürich, Ost-Pfeiler			-1				+ 105	-19	
15	Zürich, Ost-Pfeiler				-1			+ 124		+49
16	Zürich, Ost-Pfeiler				-1			+ 109		+34
17	Rötifluf	-1				+1		- 577	-76	
18	Rötifluf	-1				+1		- 527	-26	
19	Rötifluf	-1				+1		- 484	+17	
20	Rötifluf	-1				+1		- 489	+12	
21	Rötifluf	-1				+1		- 429	+72	
22	Rötifluf		-1			+1		- 542		-11
23	Rötifluf		-1			+1		- 517		+14
24	Wisenberg				-1	+1		- 179		-64
25	Wisenberg				-1	+1		- 119		- 4
26	Wisenberg				-1	+1		- 140		-25
27	Wisenberg				-1	+1		- 154		-39
28	Wisenberg				-1	+1		- 80		+35
29	Wisenberg			-1		+1		- 47	+19	
30	Wisenberg			-1		+1		- 41	+25	
31	Wisenberg			-1		+1		- 13	+53	

Die mittleren Fehler von  $\Delta U$  sind bei Müller auf den Feldstationen ziemlich von der gleichen Grösse wie in den früheren Jahren, auf der Referenzstation Zürich merklich kleiner, ähnlich wie auch 1968; sie sind bei Beobachtungen mit dem T4 Nr. 86968 etwas kleiner als bei denen mit dem T4 Nr. 33112. Bei Brandenberger sind sie durchweg ein wenig grösser, besonders auf der Referenzstation. Die Streuung der Abendwerte ist bei beiden Beobachtern von der gleichen Grössenordnung; sie ist auf den Feldstationen bei Müller grösser als bei Brandenberger, in Zürich etwas kleiner. Der Azimutfehler hält sich in den gewohnten Grenzen.

Genau wie in den früheren Jahren, in denen gleichzeitig zwei Beobachter wechselweise auf den Feldstationen mit dem dort installierten Instrumentarium, das die ganze Zeit auf der betreffenden Station verblieb, beobachteten, wurde auch diesmal wieder zur Ermittlung der persönlich-instrumentellen Gleichungen beider Beobachter mit beiden Instrumenten ( $u_{M,n}, u_{B,n}, u_{M,a}, u_{B,a}$ ) und der Längenverbesserungen der zwei Stationen ( $\Delta\lambda_R, \Delta\lambda_W$ ) eine vermittelnde Ausgleichung durchgeführt. Das Schema dieser 31 Gleichungen und die resultierenden Verbesserungen sind in der Tabelle 12 gegeben. Die Verbesserungen sind auf den Feldstationen eher etwas grösser als 1966 und vor allem grösser als 1965, sie sind vergleichbar mit denen auf der Weissfluh 1968. Stärker fällt auf der Rötiflüh wie auf dem Wisenberg gerade der erste Abend heraus und sogar im gleichen Sinn. Das mag einerseits an Anpassungsschwierigkeiten auf der neuen Station liegen, andererseits wäre zu bemerken, dass es sich beide Male um Aufhellungen nach voraufgegangenen Gewittern gehandelt hat, also um ähnliche Wetterbedingungen. In der Nacht vom 6./7. August setzte auf der Rötiflüh am Schluss der Beobachtung Bewölkung ein, und es folgten später heftige Gewitter; im gewissen Sinne ist das eine der vorher erwähnten entgegengesetzte Wetterlage, und hier weichen die beobachteten  $\Delta U$  auch stark nach der anderen Richtung ab. Übrigens waren allgemein die Wetterverhältnisse auf dem Wisenberg besser als auf der Rötiflüh.

Die Resultate der vermittelnden Ausgleichung sind:

Persönlich-instrumentelle Gleichung Brandenberger mit T4 Nr. 33112	+0 <sup>s</sup> ,075	±0 <sup>s</sup> ,018
Persönlich-instrumentelle Gleichung Müller mit T4 Nr. 33122	+0 <sup>s</sup> ,124	±0 <sup>s</sup> ,018
Persönlich-instrumentelle Gleichung Brandenberger mit T4 Nr. 86968	-0 <sup>s</sup> ,040	±0 <sup>s</sup> ,018
Persönlich-instrumentelle Gleichung Müller mit T4 Nr. 86968	-0 <sup>s</sup> ,010	±0 <sup>s</sup> ,018
Längenverbesserung Rötiflüh	+0 <sup>s</sup> ,491	±0 <sup>s</sup> ,021
Längenverbesserung Wisenberg	+0 <sup>s</sup> ,190	±0 <sup>s</sup> ,020
Mittlerer Einheitsfehler		±0 <sup>s</sup> ,040

Dass die mittleren Fehler hier allgemein grösser sind als bei den Messungen der früheren Jahre, liegt einerseits an der schon erwähnten stärkeren Streuung der Abendwerte, andererseits aber auch vor allem daran, dass auf dem Wisenberg die resultierenden Werte der  $\Delta U$  beider Beobachter stark divergieren, während die persönlich-instrumentelle Gleichung für dieses Instrument nach den Beobachtungen in Zürich für beide gleich sein sollte. Für das andere Instrument hingegen ist die Differenz der persönlich-instrumentellen Gleichungen beider Beobachter in Zürich und auf der Rötiflüh praktisch gleich. Auch ein gewisser systematischer Gang der  $\Delta U$ -Werte mit dem Datum ist auf dem Wisenberg auffallend und nicht recht verständlich; er ist in abgeschwächter Form, aber im gleichen Sinne auch auf der Rötiflüh zu bemerken. Die Neigungsänderungen im Verlauf einer Serie waren auf der Rötiflüh stets recht gering, auf dem Wisenberg grösser mit einem systematischen Gang immer in der gleichen Richtung und von der gleichen Grössenordnung, so dass man sie auch nicht für die erwähnten Divergenzen verantwortlich machen kann. Für die Erklärung und ganz allgemein für die Resultate wäre es sicherlich besser gewesen, wenn die Anzahl der Beobachtungen beider Beobachter auf beiden Stationen gleichmässig verteilt gewesen wäre, wie man es auch sonst immer angestrebt hatte, doch hatte sich dieses Ziel diesmal aus verschiedenen Gründen praktisch nicht erreichen lassen.

Der Betrag der persönlich-instrumentellen Gleichung ist beim T4 Nr. 86968 von der üblichen Grössenordnung und weicht bei Müller wenig von den Werten der früheren Jahre ab. Recht auffallend ist hingegen der Betrag der persönlich-instrumentellen Gleichung für das andere Instrumentarium, T4 Nr. 33112 in Verbindung mit dem Omega Time Recorder. Der Unterschied von rund 0<sup>s</sup>,125 gegen den Wert für den T4 Nr. 86968 ist zunächst ein Zeichen dafür, dass man es wirklich mit einem instrumentellen Effekt zu tun hat, dass also die Bezeichnung persönlich-instrumentelle Gleichung zu Recht besteht, was man früher oft abgelehnt hatte (vgl. den vorhergehenden Band 28, S. 84), wobei noch ein wesentliches Argument ist, dass diese Differenz bei beiden Beobachtern nahezu gleich ist und auch im gleichen Sinne verläuft. Da sich früher beim T4 Nr. 33112 in Verbindung mit dem Favag-Schreibchronographen für die persönlich-instrumentelle Gleichung nie ein merklich anderer Wert ergeben hatte als für den T4 Nr. 86968 in Verbindung mit dem Longines-Druckchronographen, kann diese Differenz eigentlich nur vom Omega Time Recorder herrühren, doch lässt sich schwer sagen, woher sie im einzelnen kommt. Offensichtlich verhält sich die Apparatur beim Zeitzeichenempfang anders als bei den Mikrometersignalen. Leider konnte dieses Phänomen nicht weiter verfolgt werden, da es sich erst viel später bei der Auswertung gezeigt hatte, als der damals ausgeliehene Omega-Druckchronograph schon lange nicht mehr zur Verfügung stand.

Da auf beiden Laplace-Punkten exzentrisch beobachtet worden ist, muss an der gefundenen astronomischen Länge  $\lambda' = \lambda_0 - \Delta\lambda$  noch die Reduktion auf das Zentrum des Triangulationspunktes angebracht werden, das sich aus den Angaben in 1.2 zu +0<sup>s</sup>,006 für die Rötiflüh und -0<sup>s</sup>,046 für den Wisenberg errechnet, wenn die Längen positiv nach Westen gezählt werden. Man erhält dann für die Längen und die Lotabweichungen beider Triangulationspunkte folgende Daten:

	Rötifluf	Wisenberg
Astronomische Länge	—30 <sup>m</sup> 07 <sup>s</sup> ,415	—31 <sup>m</sup> 32 <sup>s</sup> ,136
Ellipsoidische Länge	—30 <sup>m</sup> 06 <sup>s</sup> ,929	—31 <sup>m</sup> 31 <sup>s</sup> ,895
Astr. minus ellips. Länge	—0 <sup>s</sup> ,486	—0 <sup>s</sup> ,241
$\eta^{(s)}$	+0 <sup>s</sup> ,330	+0 <sup>s</sup> ,163
$\eta^{(r)}$	+4,95 <sup>"</sup>	+2,45 <sup>"</sup>

## 2.4 Einige Schlussbemerkungen zu den Längenbestimmungen

An den Längenbestimmungen dieser 7 Laplace-Punkte sind 4 Beobachter beteiligt gewesen, Brandenberger, Danial, Keller und Müller, und bis auf den Weissfluhgipfel ist auf jedem Punkt von zwei Beobachtern gemessen worden, was ganz sicherlich von Vorteil für die Ausschaltung etwaiger noch verbliebener, systematischer Fehler ist. Andererseits kann man sich fragen, ob die Messungen aller Beobachter gleichwertig sind und welchen Einfluss solche eventuellen Unterschiede auf die endgültigen Resultate haben könnten.

Ein gewisses Kriterium für die Qualität ist die Genauigkeit beim Nachfahren des Sterns. Man kann sie aus der Streuung der Kontaktzeiten berechnen, wie es früher oft getan wurde. Diese Berechnung beansprucht unverhältnismässig viel Zeit, so dass hier darauf verzichtet wurde; im übrigen zeigt auch schon die rasche Durchsicht der Kontaktzeiten, wie gut das Nachfahren gelungen ist, und das dürfte für die Beurteilung vollauf genügen. Danach sind die Beobachter nicht sehr verschieden; am besten erfolgte das Nachfahren bei Keller, bei den andern ist die Streuung der Kontaktzeiten ziemlich gleich und verringerte sich im allgemeinen im Laufe der Zeit, wie auch zufolge der vermehrten Übung zu erwarten ist.

Ein anderes zahlenmässiges Kriterium, das sogar noch wertvoller ist, weil es auch die Einstellgenauigkeit des Azimuts einschliesst, kann man aus den mittleren Fehlern der einzelnen Serien entnehmen. Auf dieses Kriterium, das man aus den entsprechenden Tabellen der Serienausgleichungen ohne weiteres herauslesen kann, ist schon stets bei den einzelnen Stationen hingewiesen worden. Es ergibt sich daraus ziemlich das gleiche Bild wie nach dem ersten Kriterium. Die mittleren Fehler der  $\Delta U$  jeder Serie sind im Durchschnitt bei Keller  $\pm 11$  ms, bei den andern Beobachtern  $\pm 15$  ms, sie sind im allgemeinen beim T4 Nr. 86968 etwas kleiner als beim T4 Nr. 33112, sie sind meist auf den Referenzstationen, besonders in Zürich, ein wenig kleiner als auf den Feldstationen, sie sind bei Müller 1968 und 1970 kleiner als 1965 und 1966.

Betrachtet man nun aber die Beträge der  $\Delta U$  in den verschiedenen Serien einer Station beim gleichen Beobachter, so sieht man überall, dass die Streuung dieser Werte grösser, meist sogar weit grösser ist, als man nach den erwähnten mittleren Fehlern der  $\Delta U$  jeder einzelnen Serie erwarten sollte, und was besonders interessant ist, sie hängt offensichtlich gar nicht von den mittleren Fehlern der  $\Delta U$  jeder Serie ab, so ist, um nur zwei Beispiele zu nennen, 1965 die Streuung der Abendwerte der Beobachtungen von Keller nahezu gleich, nur ganz unwesentlich kleiner als die der Beobachtungen von Müller, obwohl hier Kellers mittlere Fehler der  $\Delta U$  einer Serie merklich kleiner waren als die von Müller, oder 1968 war die Streuung der Abendwerte in Zürich merklich grösser als sonst vorher, obwohl die mittleren Fehler der  $\Delta U$  bei Müller hier nur  $\pm 12$  ms betragen, also kleiner als früher waren. Jedenfalls gewinnt man den Eindruck, dass die vorhin erörterte Beobachtungsgenauigkeit und damit auch die Beobachter selber, insofern sie nur einigermaßen vergleichbar sind, und man bei ihnen voraussetzt, dass sich ihre persönliche Gleichung nicht von Abend zu Abend stark ändert, welche Voraussetzung erfahrungsgemäss erfüllt sein dürfte, nicht den so ausschlaggebenden Einfluss auf die Endresultate haben, wie man erwarten sollte, dass vielmehr andere Einflüsse schwerwiegender sind.

Bei diesen anderen Einflüssen dürfte es sich einerseits um Refraktionsanomalien, andererseits um instrumentelle Effekte handeln. Dass Refraktionsanomalien existieren, ist bekannt und ist auch zu erwarten. Die Erdatmosphäre ist keineswegs sehr gleichmässig aufgebaut, und ihr Zustand ist auch sehr veränderlich, die Luftschichten werden nicht immer parallel zur Erdoberfläche verlaufen, sondern werden mehr oder weniger und nach verschiedenen Richtungen geneigt sein, wobei man nicht Aussagen darüber machen kann, wie im Moment diese Schichtung verläuft. Der Betrag dieser Refraktionsanomalien ist schwer anzugeben, nach verschiedenen Untersuchungen sollte er von der Grössenordnung einiger Zehntelbogensekunden sein. Es ist aber auch bekannt, dass gerade über gebirgigem Gelände die Verhältnisse in der Atmosphäre noch komplizierter sind als im Flachland, und so wäre es nicht verwunderlich, wenn im Gebirge auch noch grössere Werte der Refraktionsanomalien auftreten. Jeder Beobachter weiss, wie unruhig oft je nach der Wetterlage die Sternbilder sind, man denke an den extremen Fall von Föhnlagen,

wo die Ortsänderungen der Sterne weit grösser als eine Bogensekunde, sogar mehrere Bogensekunden sein können und dabei in den Richtungen sicherlich nicht nur nach dem Gesetz des Zufalls verteilt sind, sondern auch eine systematische Komponente haben. Die Durchführung der Beobachtungen in einer ganzen Anzahl von Nächten mit hoffentlich recht verschiedenartigen Wetterlagen erfolgt ja auch gerade besonders aus diesem Grunde, dass sich dann die durch Refraktionsanomalien bedingten Fehler im Mittel aufheben.

Wenn auch schon allein durch Refraktionsanomalien der betrachtete grosse Unterschied zwischen der inneren und der äusseren Genauigkeit der Beobachtungen zu verstehen und sogar grössenordnungsmässig zu erklären ist, so werden aber auch sicherlich instrumentelle Effekte eine Rolle spielen. Unregelmässigkeiten der Zapfen könnten z.B. systematische Fehler verursachen. Die beiden Instrumente sind darauf nicht speziell untersucht worden, aber man sollte in diesem Fall erwarten, dass bei verschiedenen Serien der gleichen Station die gleichen Sterne, die dann natürlich die gleiche Zenitdistanz haben, auch ungefähr die gleichen Abweichungen gegen den jeweiligen Mittelwert aufweisen, und derartiges konnte nirgends festgestellt werden, so dass diese Fehlerquelle wohl nicht allzu schwerwiegend ist. Ernsthafter sind Mängel der Hängelibelle. Über Parswertänderungen als Funktion der Temperatur und ihren Einfluss auf die Messungen ist in 1.3.2 ausführlich gesprochen worden; der Vergleich der Resultate, die mit dem einem oder mit dem andern Instrument gewonnen wurden, zeigt, dass beide Instrumente offenbar gleichwertig sind, die in 1.3.2, S. 21–22 eingeführte Niveaurektur also berechtigt und richtig ist. Doch abgesehen davon scheint doch die Libelle in ihrer üblichen Form der schwächste Faktor bei der ganzen Längenbestimmung zu sein, unmotiviertes Wandern der Blase, merkwürdige Sprünge der Stehachsenschiefe, Änderungen des Spielpunktes konnten oft beobachtet werden und beeinträchtigen zweifellos die Zuverlässigkeit der Messungen. In diesem Zusammenhang soll auch auf die recht eingehenden Untersuchungen von V. Milovanović (Deutsche Geodätische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Reihe C, Heft Nr. 129, 1968) hingewiesen werden. Der Verfasser kommt darin zu dem Ergebnis, dass Temperaturdifferenzen und Temperaturdifferenzänderungen verschiedener Instrumententeile einen sehr erheblichen Einfluss auf die Neigungsmessungen haben, da die Libelle demgegenüber ganz besonders empfindlich ist, dass aber auch durch solche Temperaturgradienten im Fernrohr eine «Rohrbiegung» entsteht, die sich bei Zenitdistanzmessungen, also bei Breitenbestimmungen bemerkbar macht. Wie gross Temperaturunterschiede verschiedener Instrumententeile sein können, da sich verschiedene Teile den Temperaturänderungen sehr verschieden rasch anpassen, und wie solche Temperaturdifferenzen zu erheblichen Verschiebungen der Ziellinie führen, wurde sehr überzeugend von O. Hirsch (Deutsche Geodätische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Reihe C, Heft Nr. 152, 1970) auch gerade beim Wild T4 nachgewiesen; Hirsch hat auch einige Vorschläge für instrumentelle Verbesserungen gemacht. Gerade bei den Beobachtungen in den Bergen, wo die Temperaturänderung nachts oft recht beträchtlich ist, wo eigentlich immer Wind herrscht, gegen den man sich praktisch meist nicht schützen kann, muss man stets mit dem Auftreten solcher Temperaturdifferenzen und den daraus folgenden Einflüssen rechnen, so dass diese Effekte auch in hohem Masse für die Abweichungen der einzelnen Abendwerte vom Mittel verantwortlich sind.

Es wäre vielleicht noch von Interesse, die grössten Abweichungen der Abendwerte vom Gesamtmittel auf den verschiedenen Stationen und in den verschiedenen Jahren zu betrachten, wie sie aus den betreffenden Tabellen ohne weiteres zu entnehmen sind. Die geringste Streuung findet sich auf der La Dôle und auf den Rochers-de-Naye 1965, eine maximale Abweichung von 20 ms gegen das Mittel ist weniger, als man überhaupt erhoffen könnte. Ein wenig grösser, aber auch noch sehr befriedigend ist die Streuung auf dem Campo dei Fiori 1966 und auch in Genf und Sauvigny 1965. 1966 ist diese Streuung in Genf und vor allem in Sauvigny etwas grösser, und von der gleichen Grössenordnung ist sie in Zürich 1968 und auch auf dem Monte Generoso 1966. Noch ein wenig grösser ist die Streuung in Zürich 1970 und wächst noch weiter in der Reihenfolge Wisenberg 1970, Rötifluch 1970, Weissfluch 1968, wo die grössten Abweichungen vom Mittel etwas über 70 ms hinausgehen.

Dass die Abendwerte auf dem Weissfluchgipfel am stärksten streuen, ist durchaus verständlich, denn hier herrschen in der grossen Höhe zweifellos die schwierigsten Beobachtungsbedingungen mit niedriger Temperatur und starkem Wind, weniger einleuchtend ist die Reihenfolge der anderen Stationen, und auch die kurzen Angaben über das Wetter geben wenig Aufschluss. Es wäre vielleicht nützlich, in Zukunft noch detailliertere Angaben über Windstärke, Windrichtung, Temperaturgradient während der Beobachtung, Temperaturdifferenzen verschiedener Stellen zu machen, man könnte dann eventuell manche Abweichungen doch ein bisschen besser verstehen. Alles in allem scheint es doch ratsam zu sein, bei möglichst verschiedenen Wetterlagen zu beobachten, dann besteht eine gewisse Chance, dass sich Refraktionsanomalien bei der Mittelbildung aufheben; zur Verringerung instrumentell bedingter Fehler sollte man nach Möglichkeit auf Windschutz achten und vor allem müsste die Röhrenlibelle durch etwas anderes ersetzt werden, so hat Milovanović mit der elektronischen Libelle «Talyvel» recht gute Erfahrungen gemacht.



### 3. Azimutmessungen

#### 3.1 Beobachtungsverfahren und Auswertung

Die Azimutmessungen wurden sämtlich nach der bekannten Polarismethode durchgeführt, wobei hier stets nur  $\alpha$  Ursae minoris, nicht auch der viel schwächere Stern  $\lambda$  Ursae minoris benutzt wurde. Neben Nachtbeobachtungen wurden auch Tagesbeobachtungen angestellt, bei denen das Einstellen von Polaris exakter gelingt als bei Nacht, wo er bisweilen fast zu hell ist. Umgekehrt ist es mit dem irdischen Zielpunkt wegen der im allgemeinen viel stärkeren Luftunruhe bei Tage, so dass Tages- und Nachtbeobachtungen in ihrer Genauigkeit ziemlich gleichwertig sein dürften.

Die Beobachtungen erfolgten auf den einzelnen Stationen mit dem dort jeweils vorhandenen T4, also je nachdem mit dem T4 Nr. 33112 oder dem T4 Nr. 86968, der wie bei den Längenbestimmungen meist auf Pfeilern aufgestellt war, nur auf der Rötiflüh und dem Wisenberg sowie auch auf dem Säntis auf dem Stativ. Für die Zeitablesungen genügten die Deckchronometer, deren Stand und Gang durch Vergleich mit dem Zeitzeichen HBG, 1965 auch gelegentlich durch Vergleich mit dem telephonischen Zeitzeichen, vorher und nachher ermittelt wurde; ein Ablesen der Uhr auf 0<sup>s</sup>,2 ist bei der langsamen Bewegung von Polaris mehr als ausreichend.

Die Winkelmessungen und das Verstellen des Horizontalkreises wurden genau in der gleichen Weise durchgeführt, wie es von N. Wunderlin im Bd. 28, S. 87, beschrieben ist. Wie bei den Längenbestimmungen wechselten sich auf allen Stationen ausser auf der Weissfluh zwei Beobachter ab, auf der La Dôle, wo sich die Beobachtungen über zwei Sommer erstreckten, war sogar noch ein dritter beteiligt.

Es gab meist viel weniger Nächte, in denen man die Azimutmessungen durchführen konnte, als für Längen- und Breitenbestimmungen zur Verfügung standen. Wenn auch ein etwas bewölkter Himmel nachts bei Polaris wenig störte, höchstens den Verlauf ein wenig verzögerte, so waren doch bei sonst klarem Himmel im Sommer die Sichtverhältnisse oft sehr schlecht, die Dunstschicht lag zu hoch oder es stellten sich Nebel auf oder zwischen den Stationen ein. In dieser Hinsicht war es am schwierigsten bei den Messungen zwischen den Rochers-de-Naye und der La Dôle, wo allerdings auch der Abstand beider Punkte mit rund 70 km ziemlich gross ist. Ebenfalls zwischen den Jurabergen Rötiflüh und Wisenberg waren die Bedingungen nicht gerade häufig günstig, während sich die Richtungen Wisenberg-Feldberg und vor allem Rötiflüh-Gurten leichter messen liessen. Praktisch unbehindert war man bei den Azimutmessungen zwischen dem Monte Generoso und dem Campo dei Fiore, die allerdings auch nur 20 km voneinander entfernt sind, und bei dem viel grösseren Abstand von 57,4 km zwischen Weissfluh und Säntis befand man sich wegen der grossen Höhe dieser beiden Punkte meist über der Dunstschicht, was sehr von Vorteil war. Tagesbeobachtungen gelangen überall viel seltener als Nachtbeobachtungen; der Himmel ist tagsüber oft leicht bis mässig bewölkt, und auf der Rötiflüh und dem Wisenberg waren in der zur Verfügung stehenden Zeit überhaupt keine Tagesazimutmessungen möglich. Dazu wäre noch zu bemerken, dass man allgemein Azimutmessungen vor den andern Aufgaben bevorzugte, wenn sie durchführbar erschienen, dass man aber ungern nur wegen Azimutmessungen länger auf Punkten verweilte, wenn die andern Beobachtungen abgeschlossen waren. Notfalls konnte man Azimutmessungen später einmal eher nachholen als Längenbestimmungen, bei denen jeweils Referenzbeobachtungen nötig sind.

Die Auswertung der Messungen erfolgte mit der elektronischen Rechenmaschine nach dem Programm, das von Wunderlin im Bd. 28, S. 88–89, eingehend erklärt worden ist. Zu bemerken ist aber, dass an allen damit gewonnenen Azimutwerten noch die Korrekturen wegen der Kreisteilungsfehler angebracht worden sind, wie in 1.3.1 schon erwähnt und begründet wurde; diese Korrektur ist vor allem bei unvollständigen Serien wichtig.

#### 3.2 Die Resultate

Ähnlich wie bei den Längenbestimmungen sollen auch hier die Resultate getrennt nach den einzelnen Beobachtungsstationen zusammengestellt und diskutiert werden, wobei aber die Tabellen überall in der gleichen Weise angeordnet sind, so dass diese nur einmal erklärt werden müssen. Auch über das Instrumentarium, die Beobachter und das

Hilfspersonal gelten mit wenigen Ausnahmen die gleichen Angaben wie in den Abschnitten von 2.3 bei den Längenbestimmungen.

### 3.2.1 Rochers-de-Naye

Die Bedingungen für wechselseitige Azimutmessungen zwischen den Rochers-de-Naye und der La Dôle waren 1965 nicht günstig; in der ersten Halbzeit gelang auf den Rochers-de-Naye überhaupt keine solche Messung, auf der La Dôle eine einzige, in der zweiten Halbzeit waren es auf den Rochers-de-Naye fünf, auf der La Dôle sechs, von denen allerdings zwei nicht vollständig waren. Die Zusammensetzung der beiden Messgruppen war die gleiche, wie in 2.3.1. Da die Anzahl der Messungen zumal in Hinblick auf die relativ grosse Streuung der Werte besonders auf den Rochers-de-Naye etwas dürftig erschien, wurden im Jahre darauf auf beiden Stationen nochmals Azimutmessungen durchgeführt. Im Prinzip waren es die gleichen Gruppen mit den gleichen Instrumenten, die nachher in Genf und in Sauvigny, auf dem Monte Generoso und dem Campo dei Fiori beobachteten, einzig war bei der Gruppe auf den Rochers-de-Naye, wo sich wieder der T4 Nr.33112 befand, als Beobachter A. Elmiger vom Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETHZ eingesetzt worden, während N. Danial der anderen Gruppe auf der La Dôle als Sekretär und als Beobachter zugeteilt war. Dank günstigem Wetter konnten in kurzer Zeit noch einige Serien gesichert werden. Zu erwähnen wäre dabei noch, dass Tagesbeobachtungen auf den Rochers-de-Naye durch den bei schönem Wetter sehr regen Touristenverkehr auf der relativ kleinen Plattform ziemlich behindert waren.

Die Ergebnisse sämtlicher Azimutmessungen sind mit allen noch interessierenden Angaben, wie Instrument, Datum, Zeit der Beobachtung, Beobachter und Sekretäre, Wetter, in der Tabelle 13 zusammengestellt, und zwar geordnet nach den einzelnen Serien. Die römischen Ziffern bezeichnen die verschiedenen Kreisstände in der gleichen Weise wie in Band 28 bei Wunderlin, die gegebenen Azimutwerte sind aber hier bereits wegen der Kreisteilungsfehler korrigiert und die  $v$  sind die Verbesserungen auf das jeweilige Serienmittel, das unter der Reihe der Einzelwerte als aufgeführt ist mit dem aus den  $v$  gerechneten mittleren Fehler vom Mittel und dem mittleren Fehler  $m_e$  jeder Einzelmessung. Darunter stehen noch die Reduktionen auf die Zentren der Triangulationspunkte, vom Standpunkt und vom Zielpunkt, und die Reduktionen auf den konventionellen internationalen Ursprung, CIO; Letztere wurden nach der üblichen Formel:

$\Delta a = a_0 - a_b = (x \sin \lambda - y \cos \lambda) \sec \varphi$ , die Länge  $\lambda$  positiv nach Westen gezählt, gerechnet, wobei  $a_b$  das auf den momentanen Pol bezogene, beobachtete Azimut,  $a_0$  das auf den CIO bezogene Azimut ist. Die Koordinaten des momentanen Pols bezogen auf den CIO sind den Monthly Notes of the International Polar Motion Service (IPMS) in Mizusawa entnommen worden.

Bei der Reduktion auf die Zentren ist auf den Rochers-de-Naye zu beachten, dass sowohl der Standpunkt wie der Zielpunkt exzentrisch sind, die Landeskoordinaten beider Exzentren findet man in 1.2.

Auf den Rochers-de-Naye liegt das Zentrum 4,08 m westlich, 8,18 m südlich vom Pfeiler, auf der La Dôle liegt das Zentrum 31,10 m westlich, 18,45 m nördlich vom Scheinwerfer. Daraus und aus den Landeskoordinaten der Zentren errechnen sich die folgenden Korrektionsglieder:

Zentrierung des Standpunktes	+25,07"	Zentrierung des Zielpunktes	+56,43"
Änderung der Meridiankonvergenz	- 0,14"	Gesamte Reduktion auf die Zentren	+81,36"

Die Korrekturen wegen der Höhe des Zielpunktes und wegen des Unterschiedes zwischen dem Normalschnitt und der geodätischen Linie sind hier weit kleiner als 0,01" und sind darum zu vernachlässigen.

Die auf die Zentren und auf den CIO reduzierten Azimutwerte sind für alle Serien in der Tabelle 14 zusammengestellt mit den nötigen zusätzlichen Angaben, wie Datum, Zeit, Beobachter, Zahl der Einzelmessungen in der betreffenden Serie, mittleren Fehlern und schliesslich den Verbesserungen  $v$  auf den Mittelwert aus allen Serien, der darunter mit seinem aus diesen  $v$  berechneten mittleren Fehler aufgeführt ist. Mit dem aus den Landeskoordinaten nach den Tafeln von Odermatt gerechneten ellipsoidischen Azimut ergibt sich die  $\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus der Formel

$$\eta_a = \frac{(\alpha_{astr.} - \alpha_{ellips.}) - \xi \sin \alpha_{ellips.} \operatorname{ctg} z_{astr.}}{\operatorname{tg} \varphi_{astr.} - \cos \alpha_{ellips.} \operatorname{ctg} z_{astr.}}$$

(vgl. Bäschlin, Lehrbuch der Geodäsie, S. 289). Die Breite  $\varphi_{astr.}$  und die  $\xi$ -Komponente der Lotabweichung sind den Angaben im Abschnitt 4.2.1 entnommen, die Zenitdistanz des Zielpunktes  $z$  ist im vorliegenden Fall

$$z_{astr.} = 90^\circ 34' 20''$$

Aus dem Vergleich mit dem aus den Längen in 2.3.1 bestimmten Wert  $\eta_\lambda$  folgt der Laplace-Widerspruch

$$w = (\eta_a - \eta_\lambda) \operatorname{tg} \varphi$$

Tabelle 13

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Rochers de Naye Pfeiler SGK 1965 Zielpunkt: La Dôle Scheinwerfer  
 Instrument: T4 Nr.33 112 Hängeniveau Nr.236 Uhr: Nardin Nr.15282 (Sternzeit)

Serie 1	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
4. 8. 1965 13 <sup>h</sup> 02 <sup>m</sup> - 14 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> Weltzeit	I	269°40'53"96 55.61	+1"91 +0.26	Beobachter: W. Keller
	II	55.65 55.28	+0.22 +0.59	Sekretär: N. Danial, M. Lienert
	III	56.38 56.54	-0.51 -0.67	Wetter: klar, gute Sicht, Ziel ruhig
	IV	57.63 55.33	-1.76 +0.54	
	V	54.92 56.03	+0.95 -0.16	
	VI	56.62 56.50	-0.75 -0.63	
	Serienmittel a		269°40'55"87	±0"28
<sub>me</sub>			±0"96	
Reduktion auf die Zentren		+ 1'21"36		
Reduktion auf den CIO		- 0"61		

Serie 2	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
4. 8. 1965 21 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> - 23 <sup>h</sup> 03 <sup>m</sup> Weltzeit	I	269°40'58"58 55.59	-1"51 +1.48	Beobachter: W. Keller
	II	56.88 56.38	+0.19 +0.69	Sekretär: N. Danial, M. Lienert
	III	57.73 56.68	-0.66 +0.39	Wetter: klar, starker Wind, Ziel unruhig
	IV	58.81 56.54	-1.74 +0.53	
	V	57.64 56.45	-0.57 +0.62	
	VI	56.86 56.73	+0.21 +0.34	
	Serienmittel a		269°40'57"07	±0"27
<sub>me</sub>			±0"94	
Reduktion auf die Zentren		+ 1'21"36		
Reduktion auf den CIO		- 0"61		

Serie 3	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
5. 8. 1965 9 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> - 10 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> Weltzeit	I	269°40'53"63 55.15	+0"63 -0.89	Beobachter: W. Keller
	II	54.91 52.97	-0.65 +1.29	Sekretär: N. Danial, M. Lienert
	III	55.25 53.55	-0.99 +0.71	Wetter: teils bewölkt, Polaris unruhig
	IV	54.03 54.17	+0.23 +0.09	
	V	55.13 54.11	-0.87 +0.15	
	VI	54.34 53.92	-0.08 +0.34	
	Serienmittel a		269°40'54"26	±0"21
<sub>me</sub>			±0"72	
Reduktion auf die Zentren		+ 1'21"36		
Reduktion auf den CIO		- 0"61		

Tabelle 13 (Fortsetzung)

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Rochers de Naye Pfeiler SGK 1965 Zielpunkt: La Dôle Scheinwerfer  
 Instrument: T4 Nr.33 112 Hängenniveau Nr.236 Uhr: Nardin Nr.15282 (Sternzeit)

Serie 4	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
5. 8. 1965 21 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> - 22 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> Weltzeit	I	269°40'56"67 57.00	+0"67 +0.34	Beobachter: W. Keller Sekretär: N. Danial, M. Lienert Wetter: klar, Ziel ruhig
	II	56.77 57.69	+0.57 -0.35	
	III	58.04 56.21	-0.70 +1.13	
	IV	57.59 58.81	-0.25 -1.47	
	V	59.26 57.81	-1.92 -0.47	
	VI	56.15 56.08	+1.19 +1.26	

Serienmittel a  $269^{\circ}40'57''34 \pm 0''30$   
 $m_e \pm 1''04$   
 Reduktion auf die Zentren + 1'21"36  
 Reduktion auf den CIO - 0"61

Serie 5	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
11. 8. 1965 22 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> - 23 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> Weltzeit	I	269°40'55"82 55.28	+0"35 +0.89	Beobachter: W. Keller Sekretär: N. Danial, M. Lienert Wetter: klar, wenig Wind
	II	56.52 55.11	-0.35 +1.06	
	III	55.96 56.04	+0.21 +0.13	
	IV	56.94 56.35	-0.77 -0.18	
	V	57.43 56.67	-1.26 -0.50	
	VI	56.45 55.49	-0.28 +0.68	

Serienmittel a  $269^{\circ}40'56''17 \pm 0''20$   
 $m_e \pm 0''69$   
 Reduktion auf die Zentren + 1'21"36  
 Reduktion auf den CIO - 0"59

Serie 6	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
6. 8. 1966 6 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> - 7 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> Weltzeit I und II 19h15 <sup>m</sup> - 20h30 <sup>m</sup> Weltzeit III - VI	I	269°40'55"65 56.65	+0"86 -0.14	Beobachter: A. Elmiger Sekretär: M. Lienert, W. Müller Wetter: leicht bis mässig bewölkt
	II	55.86 56.13	+0.65 +0.38	
	III	53.07 56.62	+3.44 -0.11	
	IV	58.25 58.21	-1.74 -1.70	
	V	55.75 57.98	+0.76 -1.47	
	VI	56.49 57.42	+0.02 -0.91	

Serienmittel a  $269^{\circ}40'56''51 \pm 0''41$   
 $m_e \pm 1''44$   
 Reduktion auf die Zentren + 1'21"36  
 Reduktion auf den CIO - 0"49

Tabelle 13 (Fortsetzung)

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Rochers de Naye Pfeiler SGK 1965 Zielpunkt: La Dôle Scheinwerfer  
 Instrument: T4 Nr.33 112 Hängenniveau Nr.236 Uhr: Nardin Nr.15282 (Sternzeit)

Serie 7	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
6. 8. 1966 20 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> - 22 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> Weltzeit	I	269°40'56"11	+1"82	Beobachter: A. Elmiger
		57.51	+0.42	
	II	56.85	+1.08	Sekretär: M. Lienert, W. Müller
		57.83	+0.05	
	III	56.73	+1.20	Wetter: leicht bewölkt
		58.03	-0.10	
	IV	58.70	-0.77	
		60.43	-2.50	
	V	59.26	-1.33	
		57.70	+0.23	
	VI	58.75	-0.82	
		57.23	+0.70	
Serienmittel a		269°40'57"93	±0"35	
me			±1"20	
Reduktion auf die Zentren		+ 1'21"36		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Serie 8	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
6. 8. 1966 22 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> - 23 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> Weltzeit	I	269°40'58"30	-0"71	Beobachter: A. Elmiger
		58.50	-0.91	
	II	57.37	+0.22	Sekretär: M. Lienert, W. Müller
		57.30	+0.29	
	III	58.98	-1.39	Wetter: leicht bewölkt, mässiger Wind
		58.70	-1.11	
	IV	55.95	+1.64	
		55.19	+2.40	
	V	57.64	-0.05	
		58.94	-1.35	
	VI	56.34	+1.25	
		57.85	-0.26	
Serienmittel a		269°40'57"59	±0"35	
me			±1"23	
Reduktion auf die Zentren		+ 1'21"36		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Serie 9	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
9. 8. 1966 14 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup> - 16 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> Weltzeit	I	269 40'55"07	+1"63	Beobachter: A. Elmiger
		56.97	-0.27	
	II	57.79	-1.09	Sekretär: M. Lienert, W. Müller
		55.84	+0.86	
	III	55.27	+1.43	Wetter: schön, windstill, leicht dunstig
		57.88	-1.18	
	IV	57.45	-0.75	
		56.61	+0.09	
	V	56.96	-0.26	
		56.57	+0.13	
	VI	56.89	-0.19	
		57.16	-0.46	
Serienmittel a		269°40'56"70	±0"26	
me			±0"90	
Reduktion auf die Zentren		+ 1'21"36		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Tabelle 14

Azimute Rochers de Naye - La Dôle reduziert auf die Zentren und auf den CIO  
Definitiver Mittelwert des astronomischen Azimuts und die  $\eta$ -Komponente der Lotabweichung

Serie	Datum	Weltzeit		Beobachter	Anzahl pro Serie	Azimut		v
		h m	h m			±		
1	4.8.1965	13 02	- 14 20	W. Keller	12	269°42'16"62	0"28	+0"79
2	4.8.1965	21 29	- 23 03	W. Keller	12	17.82	0.27	-0.41
3	5.8.1965	9 00	- 10 22	W. Keller	12	15.01	0.21	+2.40
4	5.8.1965	21 42	- 22 42	W. Keller	12	18.09	0.30	-0.68
5	11.8.1965	22 23	- 23 20	W. Keller	12	16.94	0.20	+0.47
6	6.8.1966	6 40	- 7 50	A. Elmiger	12	17.38	0.41	+0.03
		19 15	- 20 30					
7	6.8.1966	20 52	- 22 11	A. Elmiger	12	18.80	0.35	-1.39
8	6.8.1966	22 52	- 23 52	A. Elmiger	12	18.46	0.35	-1.05
9	9.8.1966	14 59	- 16 29	A. Elmiger	12	17.57	0.26	-0.16
						±		
Definitives astronomisches Azimut						269°42'17"41	0"38	
Ellipsoidisches Azimut						269°42'38"80		
Astronomisches minus ellipsoidisches Azimut						-21"39		
$\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus dem Azimut $\eta\alpha$						-20"35		
$\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus Längen $\eta\lambda$						-19"95		
$\eta\alpha - \eta\lambda = \Delta\eta$						- 0"40		
Laplacewiderspruch $w = \Delta n \tan \phi$						- 0"42		

Die Prüfung der einzelnen Serien lässt nicht erkennen, dass die Verbesserungen für die einzelnen Stände einen systematischen Charakter haben, wie es Wunderlin bei dem T4 Nr. 33112 mehrfach festgestellt und zahlenmässig belegt hat (vgl. Bd. 28, S. 132 u. S. 135), es fielen dort fast immer die Werte für den Stand III besonders stark heraus, und ein wenig auch noch die für den Stand VI. Es ist hier auf eine zahlenmässige Wiedergabe von Standmitteln verzichtet worden, da schon die flüchtige Durchsicht zeigt, dass offenbar kein Stand irgendeine markante Besonderheit aufweist, und zwar gerade am wenigsten die beiden bei Wunderlin erwähnten Stände. Weiter sieht man, dass die mittleren Fehler der einzelnen Serien bei Keller kleiner sind als bei Elmiger, hingegen hat man auch hier den gleichen Befund wie vorher ganz allgemein bei den Längen, dass die Serienmittel stärker streuen, als man nach diesen mittleren Fehlern erwarten sollte und zwar bei beiden Beobachtern in ziemlich ähnlicher Weise. Offensichtlich haben Refraktionsanomalien und instrumentelle Effekte wieder einen grösseren Einfluss als die Beobachter. Ein eklatantes Beispiel hierfür ist die stark vom Mittelwert abweichende Serie 3, die fast den kleinsten mittleren Fehler hat, während die Serie mit dem grössten mittleren Fehler, Serie 6, nahezu mit dem Mittelwert übereinstimmt. Eindeutige Zusammenhänge mit den notierten Wetterverhältnissen sind hingegen nicht herauszufinden, auch dass die eine Tagesbeobachtung am 5.8.1965 so stark herausfällt, ist kein Argument gegen Tagesbeobachtungen, da die Tagesbeobachtung vom 4.8.1965 ziemlich im Rahmen liegt und die vom 9.8.1966 erst recht. Der mittlere Fehler vom Gesamtmittel ist verhältnismässig gross, anscheinend weit grösser als bei den Messungen, die im Band 28 diskutiert wurden, allerdings wurde er dort anders als hier aus den Verbesserungen sämtlicher Einzelmessungen auf das Gesamtmittel berechnet. Würde man das gleiche Verfahren hier anwenden, so erhielte man für den mittleren Fehler  $\pm 0,14''$ , der mit denen im Band 28 durchaus vergleichbar ist, während sich nach der hier benutzten Methode  $\pm 0,38''$  ergeben hatte. Der wesentliche Grund für diese Diskrepanz ist darin zu sehen, dass die Werte jeder Serie korreliert sind, doch ist die Bestimmung des Korrelationsfaktors schwierig und unsicher. Würde man übrigens die so sehr stark herausfallende Serie 3 streichen, so würde der hier angegebene mittlere Fehler von  $\pm 0,38''$  auf etwa

zwei Drittel seines Wertes reduziert werden und auch der Laplace-Widerspruch würde auf  $-0,1''$  herabsinken, doch sind im Feldebuch keine Angaben über irgendwelche Besonderheiten bei dieser Serie vermerkt, die ein Streichen rechtfertigen würden.

Zu erwähnen wäre noch, dass 1892 von Messerschmitt (Das Schweizerische Dreiecksnetz, Bd. 6; es ist die Publikationsserie Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz, nur waren die ersten Bände anders benannt) das Azimut Rochers-de-Naye-Berra gemessen wurde; unter Berücksichtigung der Reduktion auf den CIO kommt man hiernach auf eine Lotabweichungskomponente von  $\eta_a = -16,0''$ . Es ist aber zu beachten, dass Messerschmitt auf einem Pfeiler beobachtete, der 121 m östlich vom Zentrum und 50 m tiefer lag, und die grosse Abweichung gegen den jetzt gefundenen Wert von  $\eta_a$  lässt sich unschwer aus der Distanz der Messorte und den topographischen Verhältnissen verstehen. Der Triangulationspunkt und der jetzige Pfeiler befinden sich auf dem Gipfel dicht an einer steil nach Westen und nach Süden abfallenden Wand, während Messerschmitts Pfeiler weit von diesem Absturz entfernt auf einem sanften Hang stand, der in eine Mulde ausläuft. Es ist klar, dass die Lotlinie auf dem Gipfel stärker nach Westen geneigt sein wird als am Ort von Messerschmitts Pfeiler.

### 3.2.2 La Dôle

Auf der La Dôle wie auf den Rochers-de-Naye wurden den Azimutmessungen vom Jahre 1965 im folgenden Jahr noch einige weitere Serien hinzugefügt. Die Angaben über sämtliche einzelne Messungen finden sich in der Tabelle 15, die genau so angeordnet ist, wie die entsprechende Tabelle 13 in 3.2.1. Auch auf der La Dôle ist der Standpunkt exzentrisch, ebenfalls der Zielpunkt auf den Rochers-de-Naye, der im übrigen dort nach der ersten Azimutmessung an einen andern Platz versetzt wurde. Nach den Landeskoordinaten aller interessierenden Punkte in 1.2 liegt das Zentrum auf der La Dôle 19,81 m westlich und 4,31 m nördlich vom Pfeiler, das Zentrum auf den Rochers-de-Naye 0,10 m nördlich der ersten Scheinwerferposition, 9,02 m westlich und 14,25 m südlich der zweiten Scheinwerferposition. Für die Reduktion auf die Zentren errechnen sich danach folgende Korrekturen für die beiden Scheinwerferstellungen I und II:

	Position I	Position II
Zentrierung des Standpunktes	+13,14"	+13,15"
Änderung der Meridiankonvergenz	- 0,67"	- 0,67"
Zentrierung des Zielpunktes	- 0,31"	+43,64"
Gesamte Reduktion auf die Zentren	+12,16"	+56,12"

Die Korrekturen wegen der Höhe des Zielpunktes und wegen des Unterschiedes zwischen dem Normalschnitt und der geodätischen Linie sind auch hier weit kleiner als  $0,01''$  und brauchen darum nicht berücksichtigt zu werden.

Die Tabelle 16 liefert dann ganz analog wie die Tabelle 14 in 3.2.1 die auf die Zentren und auf den CIO reduzierten Azimutwerte der einzelnen Serien sowie den definitiven Mittelwert und die  $\eta$ -Komponente der Lotabweichung. Zur Berechnung der letzteren galt für die Zenitdistanz des Zielpunktes:

$$z_{\text{astr.}} = 89^\circ 56' 06'' \quad (\varphi_{\text{astr.}} \text{ und } \xi \text{ aus 4.2.2}).$$

Bei der Berechnung des definitiven Mittelwerts wurde allen Serien das gleiche Gewicht gegeben, wenn auch zwei unvollständig waren und nur etwa halb so viele Einzelmessungen enthielten. Es geschah, um den speziellen Charakter jeder Serie zu betonen, deren Messwerte von Refraktionsanomalien und instrumentellen Effekten jeweils in gleicher Weise beeinflusst sein werden, wobei diese Wirkungen nach dem früheren Befund gerade am stärksten für die Streuung der Serienwerte verantwortlich sind. Im vorliegenden Fall hätte übrigens auch eine andere Gewichtsverteilung, z. B. nach der Zahl der Einzelmessungen, am Mittelwert nichts geändert, da hier die Verbesserungen der beiden unvollständigen Serien entgegengesetztes Vorzeichen haben, numerisch etwa gleich und zudem noch ziemlich klein sind.

Die mittleren Fehler der einzelnen Serien halten sich in den gewohnten Grenzen, sie sind auch bei den verschiedenen Beobachtern nicht sehr verschieden, im Durchschnitt ein wenig grösser als 1965 auf den Rochers-de-Naye bei Keller, hingegen streuen die Serienmittel hier etwas weniger als die auf den Rochers-de-Naye. Zwischen Tages- und Nachtbeobachtungen ist kein Unterschied zu bemerken, auch eindeutige Zusammenhänge mit dem Wetter sind nicht zu erkennen. Die Laplace-Widersprüche der gegenseitig gemessenen Azimute Rochers-de-Naye und La Dôle differieren nur um  $0,1''$ , was ein Kriterium für die Güte der astronomisch bestimmten Grössen, Länge und Azimut, ist, die Fehler der geodätischen Grössen fallen hierbei heraus. Dieses Ergebnis erscheint recht befriedigend.

Im Jahre 1900 hat Niethammer auf der La Dôle das Azimut zum Punkt Suchet gemessen (vgl. Bd. 10 dieser Publikationsreihe). Nach Reduktion auf den CIO ergibt sich hier für die  $\eta$ -Komponente der Lotabweichung  $\eta_a = +7,6''$ . Niethammer hat auf einem Pfeiler beobachtet, der 7,04 m östlich und 5,27 m südlich vom Zentrum

Tabelle 15

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: La Dôle Pfeiler SGK 1965 Zielpunkt: Rochers de Naye  
 Instrument: T4 Nr.86 968 Hängenniveau Nr.797 Uhr: Quarzchronometer (mittl. Zeit)

Serie 1	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
28. 7. 1965 13 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> - 15 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> Weltzeit	I	89°04'25"87 27.37	+1"08 -0.42	Beobachter: W. Keller
	II	26.03 25.01	+0.92 +1.94	Sekretär: W. Müller
	III	28.35 25.42	-1.40 +1.53	Wetter: schön, 16°C, Ziel zuerst sehr unruhig, zuletzt besser
	IV	27.89 27.22	-0.94 -0.27	
	V	27.93 29.77	-0.98 -2.82	Zielpunkt: Rochers de Naye Scheinwerfer I
	VI	26.96 25.61	-0.01 +1.34	
Serienmittel a		89°04'26"95	±0"41	
$m_e$			±1"41	
Reduktion auf die Zentren		+ 12"16		
Reduktion auf den CIO		- 0"62		

Serie 2	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
4. 8. 1965 12 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> - 15 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> Weltzeit	I	89°03'39"86 40.63	+1"34 +0.57	Beobachter: H. Müller
	II	40.21 39.33	+0.99 +1.87	Sekretär: W. Schneibel
	III	42.70 42.87	-1.50 -1.67	Wetter: schön, leicht dunstig, 18°C
	IV	42.15 41.23	-0.95 -0.03	Zielpunkt: Rochers de Naye Scheinwerfer II
	V	41.39 41.71	-0.19 -0.51	
	VI	40.88 41.43	+0.32 -0.23	
Serienmittel a		89°03'41"20	±0"31	
$m_e$			±1"09	
Reduktion auf die Zentren		+ 56"12		
Reduktion auf den CIO		- 0"61		

Serie 3	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
4. 8. 1965 21 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup> - 23 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> Weltzeit	I	89°03'40"50 42.03	+1"63 +0.10	Beobachter: H. Müller
	II	43.75 41.05	-1.62 +1.08	Sekretär: W. Schneibel
	III	40.60 42.17	+1.53 -0.04	Wetter: schön, klar, 12°C Ziel unruhig
	IV	44.17 40.92	-2.04 +1.21	Zielpunkt: Rochers de Naye Scheinwerfer II
	V	41.93 41.95	+0.20 +0.18	
	VI	42.97 43.51	-0.84 -1.38	
Serienmittel a		89°03'42"13	±0"36	
$m_e$			±1"25	
Reduktion auf die Zentren		+ 56"12		
Reduktion auf den CIO		- 0"61		



Tabelle 15 (Fortsetzung)

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: La Dôle Pfeiler SGK 1965 Zielpunkt: Rochers de Naye  
 Instrument: T4 Nr.86 968 Hängeniveau Nr.797 Uhr: Quarzchronometer (mittl. Zeit)

Serie 4	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
5. 8. 1965 9 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> - 10 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> Weltzeit	I	89°03'40"42 40.99	+1"43 +0.86	Beobachter: H. Müller
	II	42.14 43.87	-0.29 -2.02	Sekretär: W. Schneibel
	III	42.04 39.41	-0.19 +2.44	Wetter: leichte Cirren, zunehmend bewölkt, 16°C
	IV	44.06	-2.21	Zielpunkt: Rochers de Naye Scheinwerfer II
	V			
	VI			
Serienmittel a		89°03'41"85	±0"65	
$m_e$			±1"72	
Reduktion auf die Zentren		+ 56"12		
Reduktion auf den CIO		- 0"60		

Serie 5	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
5. 8. 1965 21 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> - 23 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> Weltzeit	I	89°03'40"97 40.41	-0"13 +0.43	Beobachter: H. Müller
	II	41.93 39.82	-1.09 +1.02	Sekretär: W. Schneibel
	III	40.96 39.00	-0.12 +1.84	Wetter: klar, später starker Wind, 17°C
	IV	42.21 39.35	-1.37 +1.49	Zielpunkt: Rochers de Naye Scheinwerfer II
	V	42.32 39.33	-1.48 +1.51	
	VI	42.09 41.73	-1.25 -0.89	
Serienmittel a		89°03'40"84	±0"36	
$m_e$			±1"23	
Reduktion auf die Zentren		+ 56"12		
Reduktion auf den CIO		- 0"60		

Serie 6	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
11. 8. 1965 22 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> - 23 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> Weltzeit	I	89°03'41"79 42.71	+0"63 -0.29	Beobachter: H. Müller
	II	41.22 41.70	+1.20 +0.72	Sekretär: W. Schneibel
	III	42.07 43.06	+0.35 -0.64	Wetter: klar, starker, böiger Wind, 12°C
	IV	42.84 43.07	-0.42 -0.65	Zielpunkt: Rochers de Naye Scheinwerfer II
	V	42.90 41.46	-0.48 +0.96	
	VI	43.72 42.49	-1.30 -0.07	
Serienmittel a		89°03'42"42	±0"22	
$m_e$			±0"76	
Reduktion auf die Zentren		+ 56"12		
Reduktion auf den CIO		- 0"59		

Tabelle 15 (Fortsetzung)

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: La Dôle Pfeiler SGK 1965 Zielpunkt: Rochers de Naye  
 Instrument: T4 Nr. 86 968 Hängeniveau Nr. 797 Uhr: Quarzchronometer (mittl. Zeit)

Serie 7	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
12. 8. 1965 20 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> - 21 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup> Weltzeit	I	89°03'42"20 42.09	-0"97 -0.86	Beobachter: H. Müller Sekretär: W. Schneibel Wetter: schön, sehr dunstig, 12°C, später Ziel nicht zu sehen Zielpunkt: Rochers de Naye Scheinwerfer II
	II	40.76 40.02	+0.47 +1.21	
	III	40.96 41.37	+0.27 -0.14	
	IV			
	V			
	VI			

Serienmittel a  $89^{\circ}03'41''23 \pm 0''34$   
 $me \pm 0''83$   
 Reduktion auf die Zentren + 56"12  
 Reduktion auf den CIO - 0"58

Serie 8	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
9. 8. 1966 14 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> - 17 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> Weltzeit	I	89°03'39"58 39.45	+1"38 +1.51	Beobachter: H. Müller Sekretär: N. Danial, W. Schneibel Wetter: bewölkt, 16°C, Ziel zuerst sehr unruhig, Polaris teils unruhig Zielpunkt: Rochers de Naye Scheinwerfer II
	II	37.87 41.92	+3.09 -0.96	
	III	41.97 42.41	-1.01 -1.45	
	IV	40.83 41.39	+0.13 -0.43	
	V	42.43 40.82	-1.47 +0.14	
	VI	41.26 41.57	-0.30 -0.61	

Serienmittel a  $89^{\circ}03'40''96 \pm 0''40$   
 $me \pm 1''37$   
 Reduktion auf die Zentren + 56"12  
 Reduktion auf den CIO - 0"49

Serie 9	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
9. 8. 1966 19 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> - 21 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> Weltzeit	I	89°03'39"58 43.06	+1"06 -2.42	Beobachter: H. Müller Sekretär: N. Danial, W. Schneibel Wetter: schön, 11°C Zielpunkt: Rochers de Naye Scheinwerfer II
	II	40.18 40.41	+0.46 +0.23	
	III	40.23 38.88	+0.41 +1.76	
	IV	40.81 40.28	-0.17 +0.36	
	V	39.75 41.96	+0.89 -1.32	
	VI	41.00 41.57	-0.36 -0.93	

Serienmittel a  $89^{\circ}03'40''64 \pm 0''33$   
 $me \pm 1''14$   
 Reduktion auf die Zentren + 56"12  
 Reduktion auf den CIO - 0"49

Tabelle 15 (Fortsetzung)

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: La Dôle Pfeiler SGK 1965 Zielpunkt: Rochers de Naye  
 Instrument: T4 Nr. 86 968 Hängenniveau Nr. 797 Uhr: Quarzchronometer (mittl. Zeit)

Serie 10	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
9. 8. 1966 22 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> - 24 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup> Weltzeit	I	89°03'39"65 41.63	+1"62 -0.36	Beobachter: N. Danial
	II	41.77 39.70	-0.50 +1.57	Sekretär: W. Schneibel
	III	40.97 40.78	+0.30 +0.49	Wetter: schön, klar, 11°C
	IV	40.63 41.07	+0.64 +0.20	Zielpunkt: Rochers de Naye Scheinwerfer II
	V	42.17 41.73	-0.90 -0.46	
	VI	41.40 43.70	-0.13 -2.43	
Serienmittel a		89°03'41"27	±0"32	
$m_e$			±1"10	
Reduktion auf die Zentren		+ 56"12		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Tabelle 16

Azimute La Dôle - Rochers de Naye reduziert auf die Zentren und auf den CIO  
 Definitiver Mittelwert des astronomischen Azimuts und die  $\eta$ -Komponente der Lotabweichung

Serie	Datum	Weltzeit		Beobachter	Anzahl pro Serie	Azimut		v
		h m	h m			±		
1	28.7.1965	13 32	- 15 48	W. Keller	12	89°04'38"49	0"41	-1"39
2	4.8.1965	12 53	- 15 29	H. Müller	12	36.71	0.31	+0.39
3	4.8.1965	21 26	- 23 27	H. Müller	12	37.64	0.36	-0.54
4	5.8.1965	9 21	- 10 32	H. Müller	7	37.37	0.65	-0.27
5	5.8.1965	21 36	- 23 27	H. Müller	12	36.36	0.36	+0.74
6	11.8.1965	22 19	- 23 55	H. Müller	12	37.95	0.22	-0.85
7	12.8.1965	20 31	- 21 26	H. Müller	6	36.77	0.34	+0.33
8	9.8.1966	14 45	- 17 22	H. Müller	12	36.59	0.40	+0.51
9	9.8.1966	19 48	- 21 28	H. Müller	12	36.27	0.33	+0.83
10	9.8.1966	22 05	- 24 01	N. Danial	12	36.90	0.32	+0.20

Definitives astronomisches Azimut  $89^{\circ}04'37''10$   $0''23$   
 Ellipsoidisches Azimut  $89^{\circ}04'32''47$   
 Astronomisches minus ellipsoidisches Azimut  $+ 4''63$   
 $\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus dem Azimut  $\eta_a$   $+ 4''42$   
 $\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus Längen  $\eta_\lambda$   $+ 4''92$   
 $\eta_a - \eta_\lambda = \Delta\eta$   $- 0''50$   
 Laplacewiderspruch  $w = \Delta n \tan \phi$   $- 0''53$

stand, also rund 13 m westlich vom 1965 benutzten Pfeiler; der alte Pfeiler ist nur noch fragmentarisch vorhanden. Die Differenz von 3,2" gegen den jetzt gefundenen Wert ist verhältnismässig gross und lässt sich aus den topographischen Verhältnissen nicht erklären, da der Abstand der beiden Pfeiler klein ist und beide auf ziemlich ebenem Gelände stehen, auch würde mit dem alten Wert der Laplace-Widerspruch mit +2,8" ziemlich gross werden, wenn auch die Abweichung gegen einen mittleren Laplace-Widerspruch von +0,9" im schweizerischen Netz (vgl. Elmiger, Studien über Berechnung von Lotabweichungen aus Massen, Interpolation von Lotabweichungen und Geoidbestimmungen in der Schweiz, Diss. ETHZ 1969, S. 109) noch durchaus verträglich ist. Das Verfahren der Messung war bei Niethammer insofern etwas anders, als Niethammer zuerst den Winkel zwischen einem auf dem Suchet zentrisch aufgestellten Heliotrop und einer Nahmire gemessen hat und dann erst diese Nahmire durch Tag- und Nachtbeobachtungen und bei verschiedenen Kreisständen an Polaris anschloss.

### 3.2.3 Monte Generoso

Auf dem Monte Generoso und auf dem Campo dei Fiori waren wechselseitige Azimutmessungen vorgesehen, und wegen der geringen Distanz der beiden Punkte von rund 20 km erwiesen sich die Möglichkeiten für diese Azimutmessungen als fast genau so günstig wie für Längen- und Breitenbestimmungen, so dass deshalb und dank den guten Wetterverhältnissen im Tessin das ganze Beobachtungsprogramm für Längen, Breiten und Azimute in erstaunlich kurzer Zeit, nämlich zwischen dem 26. August und dem 8. September 1966, absolviert werden konnte. Die Beobachtergruppen und die Instrumente waren dabei die gleichen wie bei den Längenbestimmungen, und die Messungen verteilen sich ziemlich gleichmässig auf beide Beobachter.

Alle interessierenden Daten sind in der Tabelle 17 in der gewohnten Weise angeordnet. Der T4 Nr. 86968 war auf dem Monte Generoso auf dem dort vorhandenen Pfeiler zentrisch aufgestellt, der Scheinwerfer auf dem Campo dei Fiori war exzentrisch auf einem Fels montiert, wobei seine Position vom Abend des 1. September an ein wenig geändert war. Das Zentrum des Triangulationspunktes Campo dei Fiori liegt 0,39 m westlich und 2,21 m südlich der ersten Scheinwerferposition, 0,28 m westlich und 2,20 m südlich der zweiten Scheinwerferposition. Für die Reduktion auf die Zentren sind folgende Korrekturen anzubringen:

	Position I	Position II
Zentrierung des Zielpunktes	−18,90"	−19,18"
Korrektur wegen der Höhe des Zielpunktes	+ 0,04"	+ 0,04"
Gesamte Reduktion auf die Zentren	−18,86"	−19,14"

Die Zentrierung des Standpunktes fällt weg, und die Korrektur auf die geodätische Linie ist wieder kleiner als 0,01".

Die auf die Zentren beider Triangulationspunkte und auf den CIO reduzierten Azimutwerte der einzelnen Serien sind mit dem definitiven Mittelwert und der  $\eta$ -Komponenten der Lotabweichung in der Tabelle 18 zusammengestellt, wobei für die Zenitdistanz des Zielpunktes gilt:

$$z_{\text{astr.}} = 91^{\circ}22'15''$$

Die für diese Berechnung erforderlichen Werte der astronomischen Breite und der  $\xi$ -Komponenten der Lotabweichung sind aus dem Abschnitt 4.2.3 entnommen. Bei der Mittelbildung ist wieder wie in 3.2.2 allen Serien das gleiche Gewicht gegeben worden, obwohl die 5. Serie nur 7 Einzelmessungen enthält, doch hätte auch eine andere Gewichtung praktisch nichts am Mittelwert geändert.

Die mittleren Fehler der einzelnen Serien sind von der gleichen Grössenordnung wie bei früheren Messungen, sie sind bei Danial im Durchschnitt etwas grösser als bei Müller. Die Streuung der Serienmittel ist nicht viel grösser als bei den Azimutmessungen auf der La Dôle, merklich kleiner als bei denen auf den Rochers-de-Naye. Die beiden Tagesbeobachtungen haben relativ grosse mittlere Fehler, weichen aber von den Nachtbeobachtungswerten in keiner Weise systematisch ab. Eindeutige Zusammenhänge mit dem Wetter sind nicht zu erkennen. Der Laplace-Widerspruch mit +1,4" passt gut zu dem vorhin schon erwähnten Mittelwert von Elmiger.

Im Jahre 1895 wurde von Messerschmitt auf dem Monte Generoso das Azimut zum Punkt Tamaro gemessen, im Jahre 1939 wurde von Engi daselbst die Länge bestimmt. Bei beiden Messungen befanden sich aber die Standpunkte nicht auf dem Gipfel des Monte Generoso, sondern etwa 100 m tiefer und 558,25 m bzw. 540,74 m süd-südwestlich vom Zentrum; das Gelände fällt hier nach Norden ziemlich schroff ab, nach Süden zu ist es zunächst nur ganz schwach geneigt. Die Lotabweichung dürfte bei beiden Pfeilern, die um 22 m voneinander entfernt auf ebenem Gelände standen, ziemlich gleich sein, aber merklich verschieden von der auf dem Gipfel, wo der astronomische Zenit zweifellos weniger weit südlich und etwas weniger weit westlich vom geodätischen liegt als hier, wenn man die topographischen Verhältnisse in Betracht zieht. Der von Engi erhaltene Wert  $\eta_{\lambda} = -6,5''$  passt nach diesen

Tabelle 17

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Monte Generoso Zentrum Zielpunkt: Campo dei Fiori  
 Instrument: T4 Nr.86 968 Hängeniveau Nr.797 Uhr: Quarzchronometer (mittl. Zeit)

Serie 1	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
26. 8. 1966 21 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> - 23 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> Weltzeit	I	250°57'41"40 40.74	-0"67 -0.01	Beobachter: H. Müller
	II	40.46 39.67	+0.27 +1.06	Sekretär: W. Schneibel, W. Wattenhofer
	III	41.16 39.83	-0.43 +0.90	Wetter: leicht bewölkt, ziemlich windstill, 6.5°C
	IV	39.84 40.66	+0.89 +0.07	Zielpunkt: Campo dei Fiori Scheinwerfer I
	V	41.49 41.15	-0.76 -0.42	
	VI	41.29 41.08	-0.56 -0.35	
Serienmittel a		250°57'40"73	±0"19	
$m_e$			±0"65	
Reduktion auf die Zentren		- 18"86		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Serie 2	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
28. 8. 1966 22 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> - 24 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> Weltzeit	I	250°57'39"61 39.59	+0"12 +0.14	Beobachter: H. Müller
	II	39.39 39.30	+0.34 +0.43	Sekretär: W. Schneibel, C. Günther
	III	39.99 39.58	-0.26 +0.15	Wetter: klar, 8°C
	IV	40.64 38.00	-0.91 +1.73	Zielpunkt: Campo dei Fiori Scheinwerfer I
	V	40.79 41.81	-1.06 -2.08	
	VI	38.71 39.37	+1.02 +0.36	
Serienmittel a		250°57'39"73	±0"29	
$m_e$			±0"99	
Reduktion auf die Zentren		- 18"86		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Serie 3	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
31. 8. 1966 9 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> - 11 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> Weltzeit	I	250°57'40"31 38.47	-0"91 +0.93	Beobachter: H. Müller
	II	40.18 40.04	-0.78 -0.64	Sekretär: W. Müller, W. Schneibel
	III	39.93 38.75	-0.53 +0.65	Wetter: teils etwas bewölkt, 18°C, Zielpunkt zum Teil sehr unruhig
	IV	41.57 40.79	-2.17 -1.39	
	V	37.07 36.39	+2.33 +3.01	Zielpunkt: Campo dei Fiori Scheinwerfer I
	VI	40.13 39.15	-0.73 +0.25	
Serienmittel a		250°57'39"40	±0"44	
$m_e$			±1"51	
Reduktion auf die Zentren		- 18"86		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Tabelle 17 (Fortsetzung)

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Monte Generoso Zentrum Zielpunkt: Campo dei Fiori  
 Instrument: T4 Nr.86 968 Hängeniveau Nr.797 Uhr: Quarzchronometer (mittl. Zeit)

Serie 4	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
31. 8. 1966 21 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> - 23 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> Weltzeit	I	250°57'40"27 39.29	-0"66 +0.32	Beobachter: H. Müller
	II	39.41 39.20	+0.20 +0.41	Sekretär: W. Schmid, W. Müller
	III	38.23 39.01	+1.38 +0.60	Wetter: klar, stürmischer Wind, 10°C
	IV	37.38 39.46	+2.23 +0.15	Zielpunkt: Campo dei Fiori Scheinwerfer I
	V	42.45 40.88	-2.84 -1.27	
	VI	39.98 39.76	-0.37 -0.15	
Serienmittel a		250°57'39"61	±0"37	
<sub>me</sub>			±1"27	
Reduktion auf die Zentren		- 18"86		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Serie 5	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
1. 9. 1966 19 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> - 20 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> Weltzeit	I	250°57'40"92 41.78	-0"51 -1.37	Beobachter: H. Müller
	II	41.03 40.73	-0.62 -0.32	Sekretär: W. Müller, W. Schmid
	III	40.10 38.58	+0.31 +1.83	Wetter: stark bewölkt, später bedeckt, 13°C
	IV	39.76	+0.65	Zielpunkt: Campo dei Fiori Scheinwerfer II
	V			
	VI			
Serienmittel a		250°57'40"41	±0"39	
<sub>me</sub>			±1"04	
Reduktion auf die Zentren		- 19"14		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Serie 6	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
3. 9. 1966 21 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup> - 22 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> Weltzeit	I	250°57'38"69 38.91	+0"78 +0.56	Beobachter: N. Danial
	II	39.95 40.05	-0.48 -0.58	Sekretär: W. Schmid, W. Wattenhofer
	III	40.22 38.64	-0.75 +0.83	Wetter: klar, starker Wind, 12,5°C
	IV	38.84 39.32	+0.63 +0.15	Zielpunkt: Campo dei Fiori Scheinwerfer II
	V	38.90 39.88	+0.57 -0.41	
	VI	39.88 40.40	-0.41 -0.93	
Serienmittel a		250°57'39"47	±0"19	
<sub>me</sub>			±0"65	
Reduktion auf die Zentren		- 19"14		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Tabelle 17 (Fortsetzung)

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Monte Generoso Zentrum Zielpunkt: Campo dei Fiori  
 Instrument: T4 Nr.86 968 Hängeniveau Nr.797 Uhr: Quarzchronometer (mittl. Zeit)

Serie 7	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
5. 9. 1966 21 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> - 22 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup> Weltzeit	I	250°57'41"59 41.87	+0"41 +0.13	Beobachter: N. Danial
	II	42.53 42.90	-0.53 -0.90	Sekretär: W. Wattenhofer
	III	41.47 41.75	+0.53 +0.25	Wetter: schön, starker Wind, 12.5°C
	IV	42.21 38.99	-0.21 +3.01	Zielpunkt: Campo dei Fiori Scheinwerfer II
	V	42.13 43.47	-0.13 -1.47	
	VI	38.91 46.24	+3.09 -4.24	
Serienmittel a		250°57'42"00	±0"55	
me			±1"92	
Reduktion auf die Zentren		- 19"14		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Serie 8	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
6. 9. 1966 19 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> - 20 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> Weltzeit	I	250°57'42"05 40.20	-1"77 +0.08	Beobachter: N. Danial
	II	39.36 40.34	+0.92 -0.06	Sekretär: W. Wattenhofer
	III	42.30 40.47	-2.02 -0.19	Wetter: schön, starker Wind, 16.5°C
	IV	42.40 38.75	-2.12 +1.53	Zielpunkt: Campo dei Fiori Scheinwerfer II
	V	41.26 38.30	-0.98 +1.98	
	VI	38.51 39.44	+1.77 +0.84	
Serienmittel a		250°57'40"28	±0"42	
me			±1"47	
Reduktion auf die Zentren		- 19"14		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Serie 9	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
7. 9. 1966 9 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> - 10 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> Weltzeit	I	250°57'39"90 38.91	+1"14 +2.13	Beobachter: N. Danial
	II	42.22 39.33	-1.18 +1.71	Sekretär: W. Schmid, W. Wattenhofer
	III	42.98 41.97	-1.94 -0.93	Wetter: schön, Zielpunkt und Polaris unruhig
	IV	41.78 41.01	-0.74 +0.03	Zielpunkt: Campo dei Fiori Scheinwerfer II
	V	41.54 38.01	-0.50 +3.03	
	VI	42.45 42.42	-1.41 -1.38	
Serienmittel a		250°57'41"04	±0"47	
me			±1"61	
Reduktion auf die Zentren		- 19"14		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Tabelle 18

Azimute Monte Generoso - Campo dei Fiori reduziert auf die Zentren und auf den CIO  
Definitiver Mittelwert des astronomischen Azimuts und die  $\eta$ -Komponente der Lotab-  
weichung

Serie	Datum	Weltzeit		Beobachter	Anzahl pro Serie	Azimut		$v$
		h m	h m			$\pm$		
1	26.8.1966	21 32	- 23 15	H. Müller	12	250°57'21"38	0"19	-0"59
2	28.8.1966	22 48	- 24 18	H. Müller	12	20.38	0.29	+0.41
3	31.8.1966	9 42	- 11 34	H. Müller	12	20.05	0.44	+0.74
4	31.8.1966	21 55	- 23 25	H. Müller	12	20.26	0.37	+0.53
5	1.9.1966	19 32	- 20 27	H. Müller	7	20.78	0.39	+0.01
6	3.9.1966	21 26	- 22 35	N. Danial	12	19.84	0.19	+0.95
7	5.9.1966	21 15	- 22 43	N. Danial	12	22.37	0.55	-1.58
8	6.9.1966	19 22	- 20 56	N. Danial	12	20.65	0.42	+0.14
9	7.9.1966	9 22	- 10 51	N. Danial	12	21.41	0.47	-0.62
						$\pm$		
Definitives astronomisches Azimut						250°57'20"79	0"27	
Ellipsoidisches Azimut						250°57'25"96		
Astronomisches minus ellipsoidisches Azimut						- 5"17		
$\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus dem Azimut $\eta_a$						- 4"58		
$\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus Längen $\eta_\lambda$						- 5"93		
$\eta_a - \eta_\lambda = \Delta\eta$						+ 1"35		
Laplacewiderspruch $w = \Delta\eta \tan \phi$						+ 1"39		

Überlegungen nicht schlecht zu dem 1966 für den Gipfel gefundenen von  $\eta_\lambda = -5,9''$ . Der Wert von Messerschmitt muss nach Elmiger noch wegen eines Zentrierungsfehlers korrigiert werden; danach und unter Berücksichtigung der Polkorrektur erhielt Elmiger  $\eta_a = -7,4''$ , was durch Kombination mit dem  $\eta_\lambda$  von Engi zu einem Laplace-Widerspruch von  $w = -0,9''$  führt gegenüber dem 1966 gefundenen Wert von  $+1,4''$ .

### 3.2.4 Campo dei Fiori

Auf dem Campo dei Fiori wurde zur gleichen Zeit wie auf dem Monte Generoso, und zwar mit dem T4 Nr.33112 beobachtet; alle Daten der einzelnen Azimutmessungen sind in der üblichen Anordnung in der Tabelle 19 zusammengestellt. Der T4 stand hier auf einem eisernen Pfeiler, dessen Mitte gegen das Zentrum des Punktes um 3 cm nach Süden verschoben ist (vgl. 1.2), wie es sich allerdings erst nachträglich herausstellte. Der Scheinwerfer als Zielpunkt war auf dem Monte Generoso auf einem Grenzstein montiert und befand sich 5,52 m östlich und 8,81 m südlich vom Zentrum. Für die Reduktion auf die Zentren ergeben sich damit die folgenden Werte:

Zentrierung des Standpunktes	+ 0,28"
Zentrierung des Zielpunktes	-99,14"
Korrektur wegen der Höhe des Zielpunktes	+ 0,06"
Gesamte Reduktion auf die Zentren	-98,80"

Die Änderung der Meridiankonvergenz des Standpunktes und die Korrektur wegen des Unterschiedes zwischen dem Normalschnitt und der geodätischen Linie sind verschwindend klein.

Die Tabelle 20 enthält die auf die Zentren der Triangulationspunkte und auf den CIO reduzierten Azimutwerte der einzelnen Serien mit ihrem Mittelwert und die  $\eta$ -Komponente der Lotabweichung, letztere mit der Zenitdistanz des Zielpunktes

$$z_{\text{astr.}} = 88^\circ 48' 00''$$

sowie mit der aus Abschnitt 4.2.4 entnommenen astronomischen Breite und  $\xi$ -Komponenten der Lotabweichung berechnet.



Tabelle 19

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Campo dei Fiori Pfeiler Zielpunkt: Monte Generoso Scheinwerfer  
 Instrument: T4 Nr.33 112 Hängeniveau Nr.236 Uhr: Nardin Nr.13 711 (mittl. Zeit)

Serie 1	Stand	Azimut	v	Bemerkungen	
26. 8. 1966 21 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> - 22 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup> Weltzeit	I	70°48'10"07 09.66	-0"99 -0.58	Beobachter: N. Danial	
	II	09.23 06.62	-0.15 +2.46	Sekretär: W. Müller, M. Lienert	
	III	09.21 09.35	-0.13 -0.27	Wetter: schön, windstill, 8°C	
	IV	08.78 08.44	+0.30 +0.64		
	V	07.64 10.28	+1.44 -1.20		
	VI	10.15 09.59	-1.07 -0.51		
	Serienmittel a		70°48'09"08	±0"31	
	me			±1"08	
	Reduktion auf die Zentren		- 1'38"80		
	Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Serie 2	Stand	Azimut	v	Bemerkungen	
28. 8. 1966 21 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> - 23 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> Weltzeit	I	70°48'05"92 08.77	+2"61 -0.24	Beobachter: N. Danial	
	II	08.15 07.94	+0.38 +0.59	Sekretär: M. Lienert, W. Müller	
	III	09.09 09.26	-0.56 -0.73	Wetter: schön, feucht, windstill, 9°C	
	IV	07.24 08.99	+1.29 -0.46		
	V	08.99 09.48	-0.46 -0.95		
	VI	08.22 10.34	+0.31 -1.81		
	Serienmittel a		70°48'08"53	±0"33	
	me			±1"15	
	Reduktion auf die Zentren		- 1'38"80		
	Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Serie 3	Stand	Azimut	v	Bemerkungen	
31. 8. 1966 09 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> - 11 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> Weltzeit	I	70°48'08"93 09.21	-0"04 -0.32	Beobachter: N. Danial	
	II	09.02 08.64	-0.13 +0.25	Sekretär: W. Schneibel, C. Günther	
	III	08.46 08.67	+0.43 +0.22	Wetter: teils Wolken, Zielpunkt unruhig	
	IV	09.39 08.13	-0.50 +0.76		
	V	11.19 06.45	-2.30 +2.44		
	VI	10.22 08.37	-1.33 +0.52		
	Serienmittel a		70°48'08"89	±0"33	
	me			±1"15	
	Reduktion auf die Zentren		- 1'38"80		
	Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Tabelle 19 (Fortsetzung)

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Campo dei Fiori Pfeiler Zielpunkt: Monte Generoso Scheinwerfer  
 Instrument: T4 Nr.33 112 Hängenniveau Nr.236 Uhr: Nardin Nr.13 711 (mittl. Zeit)

Serie 4	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
31. 8. 1966 21 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> - 22 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> Weltzeit	I	70°48'10"76 09.60	-2"40 -1.24	Beobachter: N. Danial Sekretär: W. Schneibel, C. Günther Wetter: leicht bewölkt, leichter bis mässiger Wind, Zielpunkt teils unruhig, 10°C
	II	07.87 08.91	+0.49 -0.55	
	III	07.72 07.69	+0.64 +0.67	
	IV	07.37 07.02	+0.99 +1.34	
	V	09.53 08.62	-1.17 -0.26	
	VI	08.44 06.74	-0.08 +1.62	
Serienmittel a		70°48'08"36	±0"34	
me			±1"19	
Reduktion auf die Zentren		- 1'38"80		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Serie 5	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
1. 9. 1966 09 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> - 10 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> Weltzeit	I	70°48'07"63 07.89	+0"33 +0.07	Beobachter: N. Danial Sekretär: W. Schneibel, C. Günther Wetter: klar, Zielpunkt unruhig
	II	07.26 09.48	+0.70 -1.52	
	III	09.10 09.16	-1.14 -1.20	
	IV	06.72 06.50	+1.24 +1.46	
	V	07.71 07.97	+0.25 -0.01	
	VI	08.17 07.91	-0.21 +0.05	
Serienmittel a		70°48'07"96	±0"27	
me			±0"93	
Reduktion auf die Zentren		- 1'38"80		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Serie 6	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
3. 9. 1966 21 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> - 22 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> Weltzeit	I	70°48'06"48 08.18	+0"62 -1.08	Beobachter: H. Müller Sekretär: C. Günther, W. Schneibel Wetter: schön, klar, Zielpunkt teils unruhig, 13°C
	II	07.29 07.70	-0.19 -0.60	
	III	06.91 07.59	+0.19 -0.49	
	IV	05.94 04.77	+1.16 +2.33	
	V	08.16 07.63	-1.06 -0.53	
	VI	06.52 08.04	+0.58 -0.94	
Serienmittel a		70°48'07"10	±0"30	
me			±1"03	
Reduktion auf die Zentren		- 1'38"80		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Tabelle 19 (Fortsetzung)

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Campo dei Fiori Pfeiler Zielpunkt: Monte Generoso Scheinwerfer  
 Instrument: T4 Nr.33 112 Hängeniveau Nr.236 Uhr: Nardin Nr.13 711 (mittl. Zeit)

Serie 7	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
5. 9. 1966 21 <sup>h</sup> 08 <sup>m</sup> - 22 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> Weltzeit	I	70°48'06"46 04.57	-0"66 +1.23	Beobachter: H. Müller Sekretär: W. Schneibel, M. Lienert Wetter: schön, starker Wind, Nordföhn, 13°C
	II	06.63 04.54	-0.83 +1.26	
	III	05.33 05.52	+0.47 +0.28	
	IV	03.78 04.76	+2.02 +1.04	
	V	06.94 06.54	-1.14 -0.74	
	VI	07.34 07.16	-1.54 -1.36	
	Serienmittel a		70°48'05"80	
$m_e$			±1"20	
Reduktion auf die Zentren		- 1'38"80		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Serie 8	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
6. 9. 1966 20 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup> - 21 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> Weltzeit	I	70°48'07"44 05.92	-1"97 -0.45	Beobachter: H. Müller Sekretär: W. Schneibel, M. Lienert Wetter: schön, aufkommender Nord-West-Wind, Ziel- punkt sehr unruhig, 16°C
	II	08.28 05.12	-2.81 +0.35	
	III	06.81 04.96	-1.34 +0.51	
	IV	04.39 03.73	+1.08 +1.74	
	V	04.32 05.36	+1.15 +0.11	
	VI	05.92 03.41	-0.45 +2.06	
	Serienmittel a		70°48'05"47	
$m_e$			±1"48	
Reduktion auf die Zentren		- 1'38"80		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Serie 9	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
7. 9. 1966 09 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> - 10 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> Weltzeit	I	70°48'05"79 08.37	+2"01 -0.57	Beobachter: H. Müller Sekretär: W. Schneibel, M. Lienert Wetter: schön, Zielpunkt sehr unruhig
	II	06.79 06.53	+1.01 +1.27	
	III	07.76 09.38	+0.04 -1.58	
	IV	09.19 08.27	-1.39 -0.47	
	V	07.75 08.72	+0.05 -0.92	
	VI	08.15 06.89	-0.35 +0.91	
	Serienmittel a		70°48'07"80	
$m_e$			±1"11	
Reduktion auf die Zentren		- 1'38"80		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Tabelle 19 (Fortsetzung)

Die beobachteten und wegen der Kreisstellungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Campo dei Fiori Pfeiler Zielpunkt: Monte Generoso Scheinwerfer  
 Instrument: T4 Nr.33 112 Hängenniveau Nr.236 Uhr: Nardin Nr.13 711 (mittl. Zeit)

Serie 10	Stand	Azimut	v	Bemerkungen		
7. 9. 1966 18 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> - 20 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> Weltzeit	I	70°48'05"46 05.03	-0"45 -0.02	Beobachter: H. Müller Sekretär: M. Lienert, W. Schneibel Wetter: stark dunstig, windstill, 16°C		
	II	05.57 05.43	-0.56 -0.42			
	III	05.34 05.87	-0.33 -0.86			
	IV	04.98 05.01	+0.03 0.00			
	V	04.04 03.46	+0.97 +1.55			
	VI	03.96 05.92	+1.05 -0.91			
	Serienmittel a		70°48'05"01		±0"23 ±0"79	
	$m_e$ Reduktion auf die Zentren		- 1'38"80			
	Reduktion auf den CIO		- 0"49			

Tabelle 20

Azimute Campo dei Fiori - Monte Generoso reduziert auf die Zentren und auf den CIO  
 Definitiver Mittelwert des astronomischen Azimuts und die  $\eta$ -Komponente der Lotabweichung

Serie	Datum	Weltzeit		Beobachter	Anzahl pro Serie	Azimut		v
		h m	h m			±		
1	26.8.1966	21 39	- 22 59	N. Danial	12	70°46'29"79	0"31	-1"68
2	28.8.1966	21 39	- 23 21	N. Danial	12	29.24	0.33	-1.13
3	31.8.1966	09 45	- 11 24	N. Danial	12	29.60	0.33	-1.49
4	31.8.1966	21 36	- 22 50	N. Danial	12	29.07	0.34	-0.96
5	1.9.1966	09 35	- 10 55	N. Danial	12	28.67	0.27	-0.56
6	3.9.1966	21 25	- 22 49	H. Müller	12	27.81	0.30	+0.30
7	5.9.1966	21 08	- 22 30	H. Müller	12	26.51	0.35	+1.60
8	6.9.1966	20 26	- 21 50	H. Müller	12	26.18	0.43	+1.93
9	7.9.1966	09 20	- 10 55	H. Müller	12	28.51	0.32	-0.40
10	7.9.1966	18 30	- 20 15	H. Müller	12	25.72	0.23	+2:39
						±		
Definitives astronomisches Azimut						70°46'28"11		0"47
Ellipsoidisches Azimut						70°46'19"77		
Astronomisches minus ellipsoidisches Azimut						+ 8"34		
$\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus dem Azimut						$\eta_a$	+ 8"57	
$\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus Längen						$\eta_\lambda$	+ 6"60	
$\eta_a - \eta_\lambda = \Delta\eta$							+ 1"97	
Laplacewiderspruch $w = \Delta\eta\text{tg}\phi$							+ 2"03	

Wie schon in 3.2.1 bei diesem T4 festgestellt war, so zeigen auch hier die Azimutwerte der einzelnen Stände keine merklichen Besonderheiten, vor allem nicht die vom Stand III, bei dem Wunderlin früher fast immer einseitige Abweichungen vom Mittel konstatieren konnte. Etwas grösser sind diesmal die Abweichungen beim Stand IV, doch dürfte auch das auf Zufälligkeiten beruhen, zumal bei den Azimutmessungen mit diesem T4 auf den Rochers-de-Naye die Abweichungen bei diesem Stand gerade das entgegengesetzte Vorzeichen haben. Im übrigen sind ganz allgemein die Mittelwerte dieser Abweichungen bei den einzelnen Ständen bei beiden Theodoliten stets von der gleichen Grössenordnung und scheinen durchaus einer zufälligen Verteilung zu entsprechen.

Die mittleren Fehler der einzelnen Serien sind bei beiden Beobachtern im Durchschnitt ziemlich gleich und sind auch gleich denen bei den bisherigen Azimutmessungen, hingegen ist die Streuung der Serienmittel recht erheblich, grösser noch als die entsprechende Streuung damals auf den Rochers-de-Naye und, was als etwas beunruhigend auffällt, man könnte sogar einen systematischen Gang mit dem Datum herauslesen, und dementsprechend differieren die Mittelwerte, wenn man sie einmal getrennt nach den Beobachtern oder auch nach dem Datum bildet, um mehr als 2". Eindeutige Zusammenhänge mit dem Wetter sind nicht zu bemerken, so zeigen gerade die erste und die letzte Serie, die beide bei schönem, windstillem Wetter, bei allerdings sehr verschiedenen Temperaturen beobachtet wurden, die grössten Abweichungen voneinander; bei den Serien 7 und 8, die dagegen bei starkem Wind durchgeführt wurden, sind die Abweichungen nicht viel kleiner als bei der letzten Serie. Einzig könnte man sagen, dass bei den Nachtbeobachtungen auch ein Gang der Temperatur mit dem Datum vorhanden ist, so sind bei den tieferen Temperaturen die Verbesserungen negativ, bei den höheren Temperaturen positiv; dem widerspricht aber, dass bei den Tagesbeobachtungen, bei denen die Temperatur zwar nicht notiert wurde, bei denen sie aber nach der Erinnerung zweifellos stets höher war, die Verbesserungen gerade immer negativ sind. Da sich sonst Tagesbeobachtungen und Nachtbeobachtungen nie unterschieden haben, würde dieser Befund also einen Temperatureffekt ausschliessen.

Auf der Suche nach einem eventuellen instrumentellen Einfluss denkt man natürlich besonders im Hinblick auf die Erfahrungen mit dem Hängenniveau Nr. 797 (vgl. 1.3.2) an die Neigungen und an das Niveau. Bei diesem Hängenniveau Nr. 236 ist bisher nie festgestellt worden, dass der Parswert sich merklich ändert, vor allem war nie eine Temperaturabhängigkeit des Parswertes zu konstatieren wie beim Niveau Nr. 797, auch die Längenbestimmungen auf dem Campo dei Fiori lassen nichts derartiges erkennen, und eine Durchsicht der Azimutmessungen hinsichtlich von Beziehungen zwischen den mittleren Neigungen bei den einzelnen Serien, dem Betrag der Verbesserungen und der Temperatur enthüllt keine überzeugenden Anzeichen für die Notwendigkeit einer Parswertänderung. Hingegen kann man über die auf dem Campo dei Fiori gemessenen Neigungen doch einige Aussagen machen, die von Interesse sind.

Bei Längenbestimmungen nach der Meridianmethode ist meist zu bemerken, dass die Neigungen der Horizontalachse im Durchschnitt positiver sind, wenn die Beobachtung des Sterns bei Okular West begann, als wenn sie bei Okular Ost begann. Dieser Effekt ist nicht sehr gross und auch nicht immer sehr ausgeprägt, man kann ihn sehr schön im Band 28 in den von Wunderlin gelieferten graphischen Darstellungen auf den Seiten 40–45 studieren und Wunderlin hat auch überzeugend nachgewiesen, dass es sich um eine reelle Neigungsänderung handelt, deren Ursache allerdings nicht geklärt ist. Dieses Pendeln wurde auch bei den Längenbestimmungen 1965 und 1966 in ganz ähnlicher Weise festgestellt, auf dem Campo dei Fiori fällt aber auf, dass die Amplitude dieses Pendelns besonders gross ist, sie erreicht oft 0,2 und bisweilen noch mehr, hat aber auf die Verbesserungen der einzelnen Sterndurchgänge einer Serie keinen nennenswerten eindeutigen Einfluss, weshalb auch in 2.3.2 nicht näher darauf eingegangen wurde. Ganz ähnlich zeigen nun auch bei den Azimutmessungen auf dem Campo dei Fiori die Neigungen verhältnismässig grosse Schwankungen innerhalb einer Serie, doch bei den Nachtbeobachtungen dabei keinen systematischen Gang mit der Zeit, wohl aber bei den Tagesbeobachtungen, hier offensichtlich durch den Einfluss der Sonnenbestrahlung bedingt, obwohl diese mit einem Schirm möglichst abgedeckt wurde. Im einzelnen ist noch festzustellen, dass die Neigung bei der Beobachtung von Polaris, wo sie merklich in die Azimutberechnung eingeht, im Durchschnitt bei den ersten fünf Serien verhältnismässig gross ist, etwa 5"–6"; bei den letzten fünf Serien hingegen merklich kleiner, etwa 1", wobei sie aber zwischen den einzelnen Azimutmessungen einer Serie um mehrere Bogensekunden, etwa 3"–4", bei den Tagesbeobachtungen noch stärker schwanken kann.

Dieser ganze Befund, dem bei den Messungen selber zunächst leider nur wenig Beachtung geschenkt wurde, der erst bei der Bearbeitung klarer zu Tage trat, lässt den Verdacht aufkommen, dass der auf dem Campo dei Fiori benutzte eiserne Pfeiler vielleicht doch nicht so stabil ist wie die sonst üblichen Betonpfeiler, dass er durch verschiedene Wirkungen, wie Bewegungen des Beobachters um den Pfeiler, Schwere des Instrumentes, Bewegungen des Instrumentes beim Umlegen, Temperatur des Beobachters, Temperaturunterschiede, Wind usw., stärker beeinflusst wird, was dann eventuell zu irgendwelchen systematischen Effekten führt. Auch wäre es denkbar, dass die Lagerung im

Untergrund, ringsherum ist Wiesenland, das von Felsblöcken durchsetzt ist, nicht solide genug ist, doch wären ganz spezielle Untersuchungen erforderlich, wenn man alle diese Einflüsse ergründen wollte.

Zu beachten ist noch, dass die Laplace-Widersprüche der gegenseitig gemessenen Azimute Monte Generoso-Campo dei Fiori um  $0,6''$  differieren, was auch ein wenig mehr als sonst ist, und dass auch der Laplace-Widerspruch auf dem Campo dei Fiori etwas gross ist. Ein etwas kleinerer Wert des Azimuts Campo dei Fiori-Monte Generoso, mehr den letzten 5 Serien entsprechend, würde zu einem kleineren Wert von  $\eta_a$  und von  $w$ , dem Laplace-Widerspruch, führen, was besser passte, doch sind die Argumente für eine differenzierte Gewichtsverteilung bei den Azimutserien, bei den ersten 5 Serien war die Neigung etwas gross, nicht zwingend genug.

### 3.2.5 Weissfluhgipfel

Auf dem Weissfluhgipfel wurde das Azimut zum Säntis gemessen, auf dem Säntis ungefähr zur gleichen Zeit von einer anderen Beobachtergruppe das Azimut zum Weissfluhgipfel. Beobachter und Gehilfen waren auf der Weissfluh die in 2.3.3 aufgeführten, benutzt wurde der auf dem Pfeiler zentrisch aufgestellte T4 Nr. 86968. Der Scheinwerfer war auf dem Säntis auf einem Ansatz des Anemometerhäuschens befestigt, das Zentrum des dortigen Pfeilers der SGK 1959 liegt 6,45 m westlich und 2,17 m nördlich vom Scheinwerfer. Für die Reduktion auf die Zentren beider Pfeiler sind folgende Korrekturen anzubringen:

Zentrierung des Zielpunktes	—13,41''
Korrektur wegen der Höhe des Zielpunktes	— 0,12''
Gesamte Reduktion auf die Zentren der Pfeiler	—13,53''

Die Zentrierung des Standpunktes fällt weg und die Korrektur auf die geodätische Linie ist zu klein, als dass sie berücksichtigt werden müsste. Alle interessierenden Daten finden sich in der üblichen Anordnung in den Tabellen 21 und 22. Die für die Berechnung von  $\eta_a$  erforderlichen Werte von  $\varphi_{\text{astr.}}$  und  $\xi$  sind dem Abschnitt 4.2.6 entnommen, für die Zenitdistanz des Zielpunktes gilt:

$$z_{\text{astr.}} = 90^\circ 33' 48''$$

Die mittleren Fehler der einzelnen Serien sind von der gleichen Grössenordnung wie bei all den früheren Messungen, sie sind sogar im Mittel noch ein wenig kleiner als sonst. Auch die Streuung der Serienmittel ist relativ gering, sie entspricht etwa der der Azimutmessungen La Dôle-Rochers-de-Naye. Klare Zusammenhänge mit der Witterung sind auch hier nicht zu erkennen. Als Beispiel seien die Serien 2 und 7 gewählt; beide wurden bei Nordwind gewonnen, der bei der Serie 2 besonders stark war, in beiden Fällen wurde notiert, dass der Zielpunkt unruhig war, bei Serie 2 auch die Sterne. Der mittlere Fehler der Serie 2 ist erwartungsgemäss ziemlich gross, der der Serie 7 recht klein, weniger als halb so gross, aber Serie 2 stimmt sehr gut mit dem Mittelwert aller Serien überein, während die Abweichung bei Serie 7 die weitaus grösste aller Serien ist. Zu erwähnen wäre noch, dass die Stehachsenschiefe bei diesen beiden Serien klein und ziemlich konstant war. Wie auch sonst passen übrigens die Tagesazimutmessungen sehr gut hinein und lassen keinerlei systematische Abweichungen erkennen.

So erfreulich dieser bisherige Befund bei Azimutmessungen auf einer Station ist, die wegen ihrer grossen Höhe und der geringen Temperatur besondere Anforderungen an Menschen und Material stellt, so unbefriedigend ist der grosse Laplace-Widerspruch; der schwer zu verstehen ist. Man könnte höchstens auf die Idee kommen, dass die Scheinwerferposition nicht günstig war. Wie aus der Skizze in 1.2 zu ersehen ist, geht der Scheinwerferstrahl zur Weissfluh in etwa 2 m Höhe über dem Boden zwischen dem Anemometerhäuschen und dem Stativ für den Theodolit, um das der Beobachter zirkuliert, hindurch, wohl etwas über den Beobachter hinweg, aber doch sehr nah an dem mehr als 4 m hohen Häuschen vorbei. Es erscheint nicht völlig ausgeschlossen, dass anomale Refraktionseffekte entsprechend der berüchtigten Saalrefraktion aufgetreten sind und das Resultat verfälscht haben. Zu erwähnen wäre dabei noch, dass in den meisten Fällen auf beiden Stationen zur gleichen Zeit die Azimutmessungen durchgeführt wurden und auch sonst in dieser Zeit auf dem Säntis gelegentlich noch andere Beobachtungen angestellt worden sind, so dass der Exzenterplatz wohl meist besetzt war.

### 3.2.6 Säntis

Um auch das Azimut Säntis-Weissfluh zu messen, war für diesen Zweck auf dem Säntis eine weitere Beobachtergruppe eingesetzt worden. Beobachter waren N. Danial aus Kairo und A. Chapuis vom Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETHZ, die sich bei der Beobachtung abwechselten; für Hilfsarbeiten stand noch M. Kuonen, Studierender an der Abteilung für Kulturtechnik und Vermessung der ETHZ zur Verfügung. Als Instrument wurde

Tabelle 21

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Weissfluhgipfel Pfeiler Zielpunkt: Säntis Scheinwerfer  
 Instrument: T4 Nr.86 968 Hängeniveau Nr.797 Uhr: Quarzchronometer (mittl. Zeit)

Serie 1	Stand	Azimut	v	Bemerkungen	
1. 9. 1968 20 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> - 22 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> Weltzeit	I	323°30'32"25 30.93	-2"12 -0.80	Beobachter: H. Müller Sekretär: W. Schneibel, M. Bühlmann Wetter: klar, SW-Wind, +1°C, relativ trocken	
	II	29.57 29.85	+0.56 +0.28		
	III	29.64 30.76	+0.49 -0.63		
	IV	30.53 28.31	-0.40 +1.82		
	V	30.44 30.18	-0.31 -0.05		
	VI	29.16 29.92	+0.97 +0.21		
	Serienmittel a		323°30'30"13		±0"28
	me				±0"99
	Reduktion auf die Zentren		- 13"53		
	Reduktion auf den CIO		- 0"23		

Serie 2	Stand	Azimut	v	Bemerkungen	
5. 9. 1968 21 <sup>h</sup> 07 <sup>m</sup> - 22 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> Weltzeit	I	323°30'27"23 28.79	+2"57 +1.01	Beobachter: H. Müller Sekretär: W. Schneibel, M. Bühlmann Wetter: klar, starker Nordwind, Sterne und Zielpunkt unruhig, -1°C	
	II	28.97 29.16	+0.83 +0.64		
	III	28.88 30.64	+0.92 -0.84		
	IV	31.36 29.58	-1.56 +0.22		
	V	32.72 31.28	-2.92 -1.48		
	VI	30.22 28.76	-0.42 +1.04		
	Serienmittel a		323°30'29"80		±0"43
	me				±1"50
	Reduktion auf die Zentren		- 13"53		
	Reduktion auf den CIO		- 0"23		

Serie 3	Stand	Azimut	v	Bemerkungen	
6. 9. 1968 8 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup> - 9 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup> Weltzeit	I	323°30' Niveau		Beobachter: H. Müller Sekretär: W. Schneibel, M. Bühlmann Wetter: schön, Cirren, +10°C, Zielpunkt sehr unruhig	
	II	völlig abnormal			
	III	29"93 29.88	-0"16 -0.11		
	IV	29.63 29.24	+0.14 +0.53		
	V	29.41 30.24	+0.36 -0.47		
	VI	30.23 29.61	-0.46 +0.16		
	Serienmittel a		323°30'29"77		±0"13
	me				±0"36
	Reduktion auf die Zentren		- 13"53		
	Reduktion auf den CIO		- 0"23		

Tabelle 21 (Fortsetzung)

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Weissfluhgipfel Pfeiler Zielpunkt: Säntis Scheinwerfer  
 Instrument: T4 Nr.86 968 Hängenniveau Nr.797 Uhr: Quarzchronometer (mittl. Zeit)

Serie 4	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
6. 9. 1968 18 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup> - 19 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> Weltzeit	I	323°30'31"00 31.79	-0"61 -1.40	Beobachter: H. Müller Sekretär: W. Schneibel, M. Bühlmann Wetter: klar, gute Sicht, +2.5°C
	II	32.46 30.44	-2.07 -0.05	
	III	28.62 30.58	+1.77 -0.19	
	IV	31.14 30.41	-0.75 -0.02	
	V	30.26 29.52	+0.13 +0.87	
	VI	29.72 28.78	+0.67 +1.61	

Serienmittel a 323°30'30"39 ±0"33  
<sub>me</sub> ±1"13  
 Reduktion auf die Zentren - 13"53  
 Reduktion auf den CIO - 0"23

Serie 5	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
7. 9. 1968 18 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> - 21 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> Weltzeit	I	323°30'29"54 27.89	-0"20 +1.45	Beobachter: H. Müller Sekretär: W. Schneibel, M. Bühlmann Wetter: teils Wolken, teils Nebel, +2.5°C, Zielpunkt unruhig
	II	30.15 30.98	-0.81 -1.64	
	III	28.27 30.63	+1.07 -1.29	
	IV	30.37 29.82	-1.03 -0.48	
	V	27.77 28.15	+1.57 +1.19	
	VI	29.22 29.27	+0.12 +0.07	

Serienmittel a 323°30'29"34 ±0"32  
<sub>me</sub> ±1"11  
 Reduktion auf die Zentren - 13"53  
 Reduktion auf den CIO - 0"23

Serie 6	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
8. 9. 1968 18 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> - 19 <sup>h</sup> 08 <sup>m</sup> Weltzeit	I	323°30'31"29 28.75	-1"73 +0.81	Beobachter: H. Müller Sekretär: W. Schneibel, M. Bühlmann Wetter: teils wolkig, +2.5°C, feucht
	II	28.64 29.26	+0.92 +0.30	
	III	30.01 30.75	-0.45 -1.19	
	IV	27.99 30.64	+1.57 -1.08	
	V	30.00 27.56	-0.44 +2.00	
	VI	30.44 29.42	-0.88 +0.14	

Serienmittel a 323°30'29"56 ±0"34  
<sub>me</sub> ±1"16  
 Reduktion auf die Zentren - 13"53  
 Reduktion auf den CIO - 0"23



Tabelle 21 (Fortsetzung)

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Weissfluhgipfel Pfeiler Zielpunkt: Säntis Scheinwerfer  
 Instrument: T4 Nr.86 968 Hängenniveau Nr.797 Uhr: Quarzchronometer (mittl. Zeit)

Serie 7	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
8. 9. 1968 22 <sup>h</sup> 03 <sup>m</sup> - 23 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> Weltzeit	I	323°30'29"11 27.58	-1"00 +0.53	Beobachter: H. Müller Sekretär: W. Schneibel, M. Bühlmann Wetter: Nordwind, Zielpunkt unruhig, +2.5°C
	II	28.38 27.94	-0.27 +0.17	
	III	27.71 27.97	+0.40 +0.14	
	IV	29.27 27.74	-1.16 +0.37	
	V	27.02 28.30	+1.09 -0.19	
	VI	28.54 27.76	-0.43 +0.35	

Serienmittel a 323°30'28"11 ±0"19  
 me ±0"65  
 Reduktion auf die Zentren - 13"53  
 Reduktion auf den CIO - 0"23

Serie 8	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
9. 9. 1968 8 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> - 9 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup> Weltzeit	I	323°30'27"55 29.28	+2"31 +0.58	Beobachter: H. Müller Sekretär: W. Schneibel, M. Bühlmann Wetter: schön, einige Cirren, +10°C, Zielpunkt sehr unruhig
	II	30.84 30.94	-0.98 -1.08	
	III	30.63 32.06	-0.77 -2.20	
	IV	28.08 30.00	+1.78 -0.14	
	V	28.39 29.61	+1.47 +0.25	
	VI	31.75 29.15	-1.89 +0.71	

Serienmittel a 323°30'29"86 ±0"41  
 me ±1"44  
 Reduktion auf die Zentren - 13"53  
 Reduktion auf den CIO - 0"23

Serie 9	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
9. 9. 1968 19 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> - 20 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> Weltzeit	I	323°30'30"99 29.52	-0"72 +0.75	Beobachter: H. Müller Sekretär: W. Schneibel, M. Bühlmann Wetter: teils Nebel, sehr feucht, +2.5°C, Zielpunkt unruhig
	II	31.90 29.60	-1.63 +0.67	
	III	29.61 31.63	+0.66 -1.36	
	IV	30.33 30.43	-0.06 -0.16	
	V	29.40 29.94	+0.87 +0.33	
	VI	28.81 31.07	+1.46 -0.80	

Serienmittel a 323°30'30"27 ±0"28  
 me ±0"96  
 Reduktion auf die Zentren - 13"53  
 Reduktion auf den CIO - 0"23

Tabelle 22

Azimute Weissfluhgipfel - Säntis reduziert auf die Zentren der Pfeiler und auf den CIO  
Definitiver Mittelwert des astronomischen Azimuts und die  $\eta$ -Komponente der Lotabweichung

Serie	Datum	Weltzeit		Beobachter	Anzahl pro Serie	Azimut		v
		h m	h m			±		
1	1.9.1968	20 31	- 22 05	H. Müller	12	323°30'16"37	0"28	-0"44
2	5.9.1968	21 07	- 22 31	H. Müller	12	16.04	0.43	-0.11
3	6.9.1968	8 59	- 9 43	H. Müller	8	16.01	0.13	-0.08
4	6.9.1968	18 17	- 19 21	H. Müller	12	16.63	0.33	-0.70
5	7.9.1968	18 25	- 21 25	H. Müller	12	15.58	0.32	+0.35
6	8.9.1968	18 06	- 19 08	H. Müller	12	15.80	0.34	+0.13
7	8.9.1968	22 03	- 23 27	H. Müller	12	14.35	0.19	+1.58
8	9.9.1968	8 20	- 9 26	H. Müller	12	16.10	0.41	-0.17
9	9.9.1968	19 11	- 20 19	H. Müller	12	16.51	0.28	-0.58
						±		
Definitives astronomisches Azimut						323°30'15"93	0"28	
Ellipsoidisches Azimut						323°30'32"43		
Astronomisches minus ellipsoidisches Azimut							-16"50	
$\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus dem Azimut $\eta_a$							-15"39	
$\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus Längen $\eta_\lambda$							-12"85	
$\eta_a - \eta_\lambda = \Delta\eta$							- 2"54	
Laplacewiderspruch $w = \Delta\eta\phi$							- 2"71	

in der Regel der T4 Nr.33112 mit dem Hängenniveau Nr.236 benutzt, eine Serie ist ausnahmsweise mit dem DKM3A Nr.115410 in Verbindung mit einer Reiterlibelle gemessen worden. An und für sich ist auf dem Säntis ein Beobachtungspfeiler der SGK 1959 vorhanden, er konnte aber für die Azimutmessungen zur Weissfluh nicht benutzt werden, weil das Anemometerhäuschen genau in dieser Richtung davor steht; deswegen wurde exzentrisch auf einem Stativ beobachtet. Der genannte Pfeiler befindet sich 7,99 m westlich und 2,56 m nördlich vom Exzenter 1968. Der Scheinwerfer auf dem Weissfluhgipfel war auf einem Signal montiert, das dort 1968 von der Eidg. Landestopographie errichtet worden war; der Pfeiler SGK 1968 steht 1,10 m östlich und 2,68 m südlich vom Scheinwerfer.

Für die Reduktion auf die Zentren der jeweiligen Pfeiler sind folgende Korrekturen nötig:

Zentrierung des Standpunktes	-16,88"
Änderung der Meridiankonvergenz	- 0,28"
Zentrierung des Zielpunktes	+ 2,85"
Korrektur wegen der Höhe des Zielpunktes	- 0,14"
Gesamte Reduktion auf die Zentren der beiden Pfeiler	-14,45"

Die Reduktion auf die geodätische Linie ist zu vernachlässigen.

Die Tabellen 23 und 24 bringen die Daten in der gewohnten Anordnung. Die Zenitdistanz des Zielpunktes ist  $z_{astr.} = 89^\circ 52' 56''$ . Die Werte  $\varphi_{astr.} = 47^\circ 15' 08,0''$  und  $\xi = +5,2''$ , die für die Berechnung von  $\eta_a$  notwendig sind, wurden dem Band 28, S. 150, entnommen, wo gleichzeitig auch  $\eta_\lambda = -5,22''$  gegeben ist, das in der Tabelle 24 aufgeführt wird.

Auch bei diesen Azimutmessungen wurde wieder geprüft, ob die Azimutwerte bei einzelnen Ständen irgendwelche Besonderheiten aufweisen; es zeigt sich bei den 8 Serien mit dem T4 nichts dergleichen. Die Abweichungen gegen den Mittelwert sind klein und durchaus nach dem Gesetz des Zufalls verteilt. Die mittleren Fehler der einzelnen Serien sind im Durchschnitt etwas kleiner als sonst, ganz besonders gering ist aber die Streuung der Serienmittel. Das könnte daran liegen, dass das Wetter hier besonders günstig war; nach den Notizen im Feldbuch war es immer schön und fast windstill. Sicherlich war es auch von Vorteil, dass der Lichtweg des Scheinwerferstrahls entsprechend

Tabelle 23

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Säntis Exzenter Stativ Zielpunkt: Weissfluh Scheinwerfer  
 Instrument: T4 Nr.33 112 Hängeniveau Nr.236 Uhr: Nardin Nr.15 282 (Sternzeit)

Serie 1	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
21. 8. 1968 9 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> - 10 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> Weltzeit	I	143°10'52"17 52.44	+0"35 +0.08	Beobachter: N. Danial
	II	53.24 52.16	-0.72 +0.36	Sekretär: A. Chapuis
	III	53.51 53.39	-0.99 -0.87	Wetter: schön, Zielpunkt unruhig 10° bis 14°C
	IV	52.63 52.34	-0.11 +0.18	
	V	51.84 51.50	+0.68 +1.02	
	VI	52.84 52.16	-0.32 +0.36	
Serienmittel a		143°10'52"52	±0"18	
$m_e$			±0"62	
Reduktion auf die Zentren		- 14"45		
Reduktion auf den CIO		- 0"25		

Serie 2	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
21. 8. 1968 19 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> - 21 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> Weltzeit	I	143°10'54"41 55.11	-1"69 -2.39	Beobachter: A. Chapuis
	II	51.74 52.38	+0.98 +0.34	Sekretär: N. Danial
	III	51.65 52.64	+1.07 +0.08	Wetter: schön, 9°C am Anfang
	IV	52.75 52.85	-0.03 -0.13	
	V	52.62 51.75	+0.10 +0.97	
	VI	52.13 52.56	+0.59 +0.16	
Serienmittel a		143°10'52"72	±0"30	
$m_e$			±1"05	
Reduktion auf die Zentren		- 14"45		
Reduktion auf den CIO		- 0"25		

Serie 3	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
1. 9. 1968 19 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> - 21 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> Weltzeit	I	143°10'55"03 52.74	-1"83 +0.46	Beobachter: N. Danial
	II	52.43 52.85	+0.77 +0.35	Sekretär: A. Chapuis, M. Kuonen
	III	53.02 53.78	+0.18 -0.58	Wetter: schön, 3°C
	IV	53.17 53.22	+0.03 -0.02	
	V	52.10 54.03	+1.10 -0.83	
	VI	52.51 53.57	+0.69 -0.37	
Serienmittel a		143°10'53"20	±0"23	
$m_e$			±0"81	
Reduktion auf die Zentren		- 14"45		
Reduktion auf den CIO		- 0"23		

Tabelle 23 (Fortsetzung)

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte.  
 Station: Säntis Exzenter Stativ Zielpunkt: Weissfluh Schainwerfer  
 Instrument: T4 Nr.33 112 Hängeniveau Nr.236 Uhr: Nardin Nr.15 282 (Sternzeit)

Serie 4	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
1. 9. 1968 22 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> - 24 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> Weltzeit	I	143°10'52"17 53.69	-0"41 -1.93	Beobachter: A. Chapuis
	II	51.48 51.44	+0.28 +0.32	Sekretär: N. Danial, M. Kuonen
	III	50.71 50.75	+1.05 +1.01	Wetter: schön, windstill
	IV	54.40 52.80	-2.64 -1.04	Instrument: DKM 3A Nr.115 410
	V	50.65 51.28	+1.11 +0.48	
	VI	50.49 51.23	+1.27 +0.53	
	Serienmittel a me		143°10'51"76	±0"37 ±1"27
Reduktion auf die Zentren		- 14"45		
Reduktion auf den CIO		- 0"23		

Serie 5	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
5. 9. 1968 19 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> - 20 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> Weltzeit	I	143°10'50"86 51.62	+0"99 +0.23	Beobachter: N. Danial
	II	52.91 52.72	-1.06 -0.37	Sekretär: M. Kuonen
	III	52.70 51.20	-0.85 +0.65	Wetter: klar, windstill, +10°C
	IV	52.21 54.25	-0.36 -2.40	
	V	50.09 50.27	+1.76 +1.58	
	VI	52.02 51.40	-0.17 +0.45	
	Serienmittel a me		143°10'51"85	±0"35 ±1"20
Reduktion auf die Zentren		- 14"45		
Reduktion auf den CIO		- 0"23		

Serie 6	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
6. 9. 1968 8 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> - 9 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> Weltzeit	I	143°10'52"82 51.57	-0"30 +0.95	Beobachter: N. Danial
	II	51.90 53.14	+0.62 -0.62	Sekretär: M. Kuonen
	III	50.36 52.14	+2.16 +0.38	Wetter: klar, windstill, Ziel- punkt unruhig, +40°C am Anfang
	IV	53.35 52.29	-0.83 +0.23	
	V	52.64 53.54	-0.12 -1.02	
	VI	53.20 53.33	-0.68 -0.81	
	Serienmittel a me		143°10'52"52	±0"27 ±0"93
Reduktion auf die Zentren		- 14"45		
Reduktion auf den CIO		- 0"23		

Tabelle 23 (Fortsetzung)

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Säntis Exzenter Stativ Zielpunkt: Weissfluh Scheinwerfer  
 Instrument: T4 Nr.33 112 Hängenniveau Nr.236 Uhr: Nardin Nr.15 282 (Sternzeit)

Serie 7	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
6. 9. 1968 18 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> - 20 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> Weltzeit	I	143°10'52"78 50.62	-0"49 +1.67	Beobachter: N. Danial Sekretär: M. Kuonen Wetter: klar, windstill, leichter Dunst, +2°C
	II	52.49 53.44	-0.20 -1.15	
	III	53.39 52.40	-1.10 -0.11	
	IV	51.58 51.70	+0.71 +0.59	
	V	52.14 51.69	+0.15 +0.60	
	VI	52.88 52.35	-0.59 -0.06	

Serienmittel a 143°10'52"29 ±0"23  
 me ±0"81  
 Reduktion auf die Zentren - 14"45  
 Reduktion auf den CIO - 0"23

Serie 8	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
8. 9. 1968 22 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> - 24 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> Weltzeit	I	143°10'53"38 52.86	-0"64 -0.12	Beobachter: A. Chapuis Sekretär: M. Kuonen Wetter: klar, leichter Wind, dunstig, Zielpunkt sehr schwach, +2°C
	II	52.53 52.96	+0.21 -0.22	
	III	51.59 53.61	+1.15 -0.87	
	IV	50.95 51.65	+1.79 +1.09	
	V	53.18 53.39	-0.44 -0.65	
	VI	52.14 54.68	+0.60 -1.94	

Serienmittel a 143°10'52"74 ±0"30  
 me ±1"03  
 Reduktion auf die Zentren - 14"45  
 Reduktion auf den CIO - 0"23

Serie 9	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
9. 9. 1968 19 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> - 20 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> Weltzeit	I	143°10'52"43 52.03	-0"36 +0.04	Beobachter: A. Chapuis Sekretär: M. Kuonen Wetter: klar, leichter Wind, leichter Dunst, +2°C
	II	51.12 52.70	+0.95 -0.63	
	III	51.70 52.45	+0.37 -0.38	
	IV	50.91 52.25	+1.16 -0.18	
	V	51.61 51.60	+0.46 +0.47	
	VI	52.41 53.62	-0.34 -1.55	

Serienmittel a 143°10'52"07 ±0"21  
 me ±0"74  
 Reduktion auf die Zentren - 14"45  
 Reduktion auf den CIO - 0"23

Tabelle 24

Azimute Säntis - Weissfluhgipfel reduziert auf die Zentren der Pfeiler und auf den CIO  
Definitiver Mittelwert des astronomischen Azimuts und die  $\eta$ -Komponente der Lotab-  
weichung

Serie	Datum	Weltzeit		Beobachter	Anzahl pro Serie	Azimut	v
		h m	h m				
1	21.8.1968	9 32	- 10 37	N. Danial	12	143°10'37"82 ± 0"18	-0"10
2	21.8.1968	19 31	- 21 13	A. Chapuis	12	38.02 0.30	-0.30
3	1.9.1968	19 42	- 21 00	N. Danial	12	38.52 0.23	-0.80
4	1.9.1968	22 57	- 24 20	A. Chapuis	12	37.08 0.37	+0.64
5	5.9.1968	19 23	- 20 40	N. Danial	12	37.17 0.35	+0.55
6	6.9.1968	8 37	- 9 58	N. Danial	12	37.84 0.27	-0.12
7	6.9.1968	18 36	- 20 23	N. Danial	12	37.61 0.23	+0.11
8	8.9.1968	22 13	- 24 37	A. Chapuis	12	38.06 0.30	-0.34
9	9.9.1968	19 18	- 20 28	A. Chapuis	12	37.39 0.21	+0.33

Definitives astronomisches Azimut

143°10'37"72 ± 0"15

Ellipsoidisches Azimut

143°10'44"20

Astronomisches minus ellipsoidisches Azimut

- 6"48

$\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus dem Azimut  $\eta_a$

- 5"99

$\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus Längen  $\eta_\lambda$

- 5"22

$\eta_a - \eta_\lambda = \Delta\eta$

- 0"77

Laplacewiderspruch  $w = \Delta\eta \tan\phi$

- 0"83

der Meereshöhe von Säntis und Weissfluh in höheren Schichten der Atmosphäre und stets in beachtlichem Abstand vom darunterliegenden Gelände verlief. Der Scheinwerfer auf der Weissfluh befand sich ebenfalls schon ziemlich hoch über dem Boden und nahe dem Absturz, und auch auf dem Säntis stand der Theodolit recht dicht am Südhang des Massivs. Für die entsprechende Gegenrichtung verliefen die beiden Enden des Lichtweges nicht ganz so günstig, ferner war auf dem Weissfluhgipfel häufig Wind vorhanden, wodurch leichter instrumentelle Effekte auftreten konnten, immerhin war auch hier die Streuung der Serienmittel noch verhältnismässig klein gewesen. Auch auf dem Säntis unterscheiden sich die beiden Tagesazimute in keiner Weise von den Nachtwerten. Zu erwähnen wäre noch, dass die Stehachsenschiefe bei einigen Serien relativ gross war und sich bei den Tagesbeobachtungen stark änderte. Die geringe Streuung der Serienmittel bestätigt aber, dass das Hängenniveau Nr.236 offensichtlich recht gut und nicht temperaturabhängig ist, denn die Temperaturen waren auf dem Säntis nachts im Durchschnitt nicht viel höher als die auf der Weissfluh, also ungewöhnlich niedrig verglichen mit den Temperaturen bei den meisten anderen Messungen und auch verglichen mit denen bei den Tagesbeobachtungen.

Der Laplace-Widerspruch  $-0,8''$  weicht vom schon häufig erwähnten Mittelwert von Elmiger  $+0,9''$  um  $1,7''$  ab; die Abweichung gegen den Laplace-Widerspruch  $-2,7''$  der entgegengesetzten Richtung beträgt  $1,9''$ , was unerfreulich gross ist, doch dürfte nach den Ausführungen in 3.2.5 hieran im wesentlichen das Azimut Weissfluh-Säntis schuld sein. Zu bemerken wäre noch, dass nach Band 28, S. 134, Azimutmessungen vom Säntis zum Hörnli und zum Pfänder im Jahre 1963 ein  $\eta_a$  von  $-4,12''$  bzw.  $-4,73''$  geliefert hatten gegenüber dem Wert von  $-5,99''$ , der 1968 erhalten wurde. Die älteren Werte passen zum mittleren Laplace-Widerspruch besser als der jetzige Wert.

### 3.2.7 Rötiflüh

Erst 1970 war von der Schweizerischen Geodätischen Kommission der Beschluss gefasst worden, Rötiflüh und Wisenberg zu Laplace-Punkten zu machen. Der Grund für diesen Beschluss war, die schweizerische Satellitenbeobachtungsstation Zimmerwald, die in massgeblicher Weise an der europäischen Beobachtung solcher Satelliten beteiligt ist, die für die Geodäsie von Bedeutung sind, an das europäische Netz der Beobachtungsstationen anzuschliessen. Zu diesem Zweck sollten auch nicht nur wie üblich die wechselseitigen Azimute Rötiflüh-Wisenberg gemessen

werden, sondern auch die Azimute Rötifluh-Gurten und Wisenberg-Feldberg, denn Zimmerwald liegt sehr nah beim Gurten und der Feldberg ist an die Stationen Strassburg und Karlsruhe angeschlossen.

Die Beobachtergruppen und die benutzten Instrumente sind die gleichen wie bei den entsprechenden Längenbestimmungen. Der T4 Nr. 86968 war auf der Rötifluh exzentrisch auf einem Stativ aufgestellt, das Zentrum des Triangulationspunktes lag 1,75 m westlich und 0,93 m nördlich vom Beobachtungsstandpunkt. Der Scheinwerfer war auf dem Gurten zentrisch über dem Triangulationspunkt Gurten-Ost angebracht, auf dem Wisenberg wurde er über einem Bolzen auf dem Aussichtsturm montiert, der sich 16,56 m westlich und 0,86 m nördlich vom Zentrum des Triangulationspunktes befindet, wie es in 1.2 im einzelnen dargestellt ist. Für die Reduktion auf die Zentren erhält man folgende Werte:

	Scheinwerfer Gurten	Scheinwerfer Wisenberg
Zentrierung des Standpunktes	-10,10"	+11,26"
Änderung der Meridiankonvergenz	- 0,06"	- 0,06"
Zentrierung des Zielpunktes	-	+61,54"
Korrektur wegen der Höhe des Zielpunktes	+ 0,01"	+ 0,04"
Gesamte Reduktion auf die Zentren	-10,15"	+72,78"

Die Reduktion auf die geodätische Linie ist kleiner als 0,01".

Die Daten für die einzelnen Azimutmessungen sind getrennt nach den Zielpunkten in den Tabellen 25 und 26 in der gewohnten Anordnung gegeben, die Tabelle 27 liefert die auf die Zentren der Triangulationspunkte und auf den CIO reduzierten Azimutwerte der einzelnen Serien, ihren Mittelwert und die  $\eta$ -Komponente der Lotabweichung für beide Visuren. Die für die Berechnung von  $\eta_a$  notwendige astronomische Breite und  $\xi$ -Komponente der Lotabweichung sind dem Abschnitt 4.2.7 entnommen, für die Zenitdistanz des Zielpunktes gilt:

$$z_{\text{astr. Gurten}} 90^\circ 56' 59'' \quad z_{\text{astr. Wisenberg}} 90^\circ 49' 02''$$

Die mittleren Fehler der einzelnen Serien sind im Durchschnitt etwas kleiner als bei den meisten früheren Azimutmessungen, sie sind durchweg bei Müller etwas kleiner als bei Brandenberger, sie sind kleiner bei der Richtungsmessung zum Gurten als bei der zum Wisenberg. Die Streuung der Serienmittel ist beim Azimut zum Gurten recht gering, etwa vergleichbar mit der des Azimuts Säntis-Weissfluh, beim Azimut zum Wisenberg ist sie merklich grösser, bleibt aber auch noch im üblichen Rahmen. Eindeutige Zusammenhänge mit der Witterung sind nicht zu erkennen. Bei der Serie 4 der Messung des Azimuts zum Gurten ist zwar bei stürmischem Wind der mittlere Fehler der Serie relativ gross, doch ist die Abweichung vom Mittelwert recht gering. Bei der Azimutmessung zum Wisenberg am gleichen Abend ist der mittlere Fehler der Serie kleiner und auch die Abweichung vom Mittelwert ist nicht sehr bedeutend. Die stärkste Abweichung vom Mittelwert liefert bei der Azimutmessung zum Wisenberg die Serie 1, die gerade bei ruhigem Wetter und klarer Sicht gewonnen wurde und einen ziemlich kleinen mittleren Fehler der Serie aufwies. Es gelang übrigens auf der Rötifluh nicht, Tagesbeobachtungen durchzuführen; meist war am Tage die Sicht zu schlecht, oder es verhinderten zahlreiche Wolken die Beobachtung von Polaris. Dass bei der Azimutmessung zum Gurten die Streuung der einzelnen Abendwerte relativ gering ist, dürfte zum grossen Teil darauf zurückzuführen sein, dass hier der Lichtweg in vernünftiger Höhe über ziemlich ausgeglichenes Gelände hinweggeht, so dass Refraktionsanomalien keine grosse Rolle spielen werden. Wesentlich ungünstiger ist dies zweifellos in der Richtung zum Wisenberg, wo sich mannigfache Quer- und Längstäler und merkliche Erhebungen unter dem Lichtweg finden.

Beim Azimut zum Gurten passt der Laplace-Widerspruch von +0,67" recht gut zu dem Mittelwert von Elmiger, der Laplace-Widerspruch von -0,13" beim Azimut zum Wisenberg weicht etwas mehr davon ab. Von Interesse sind noch Azimutmessungen vom Gurten zur Rötifluh. Hunziker hat 1945 dieses Azimut nach der direkten Methode der Azimutbestimmung von Niethammer gemessen (vgl. Bd. 27 dieser Reihe). Nach Verbesserung des geodätischen Azimuts auf  $9^\circ 32' 29,28''$  erhält man:

$$\eta_a -0,26'' \quad \eta_\lambda -0,41'' \quad \eta_a - \eta_\lambda = \Delta\eta \quad +0,15'' \quad w = \Delta\eta t g \varphi \quad +0,16''$$

Im Jahre 1962 ist das gleiche Azimut von Fischer und Wunderlin nach der Polarismethode bestimmt worden (vgl. Bd. 28 dieser Reihe), wobei 9 vollständige Serien vorliegen. Die Beobachtung erfolgte mit dem T4 Nr. 33112; der Kreis wurde in gewohnter Weise jeweils um  $30^\circ 0' 10''$  verstellt, doch ist keine Korrektur wegen der Kreisteilungsfehler vorgenommen worden. Zu bemerken wäre, dass hier die Messungen beim Stand III besonders stark heraus-

Tabelle 25

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Rötifluh Exzenter Stativ Zielpunkt: Gurten Ost Scheinwerfer  
 Instrument: T4 Nr.86 968 Hängeniveau Nr.950 Uhr: Nardin Nr.15 282 (Sternzeit)

Serie 1	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
4. 8. 1970 19 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup> - 21 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup> Weltzeit	I	189°36'27"12	+0"73	Beobachter: H. Müller Sekretär: M. Janett, W. Schneibel Wetter: bewölkt, leichter Nord-Ost-Wind, am Schluss stark bewölkt
		26.90	+0.95	
	II	27.78	+0.07	
		28.16	-0.31	
	III	27.49	+0.36	
		28.34	-0.49	
	IV	26.66	+1.19	
		27.30	+0.55	
	V	28.63	-0.78	
		28.47	-0.62	
	VI	29.60	-1.75	
		27.70	+0.15	

Serienmittel a 189°36'27"85 ±0"24  
<sub>me</sub> ±0"84  
 Reduktion auf die Zentren - 10"15  
 Reduktion auf den CIO - 0"50

Serie 2	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
5. 8. 1970 20 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup> - 21 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> Weltzeit	I	189°36'27"69	-0"62	Beobachter: H. Müller Sekretär: W. Schneibel, M. Janett Wetter: klar, leichter Nord-Ost-Wind, Ziel- punkt unruhig
		28.33	-1.26	
	II	27.63	-0.56	
		26.56	+0.51	
	III	27.07	0.00	
		27.15	-0.08	
	IV	27.99	-0.92	
		24.79	+2.28	
	V	26.76	+0.31	
		27.36	-0.29	
	VI	26.05	+1.02	
		27.42	-0.35	

Serienmittel a 189°36'27"07 ±0"27  
<sub>me</sub> ±0"95  
 Reduktion auf die Zentren - 10"15  
 Reduktion auf den CIO - 0"50

Serie 3	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
6. 8. 1970 19 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> - 20 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> Weltzeit	I	189°36'28"38	-1"04	Beobachter: H. Müller Sekretär: W. Schneibel, M. Janett Wetter: schön, dunstig, windstill
		27.69	-0.35	
	II	27.50	-0.16	
		28.15	-0.81	
	III	27.30	+0.04	
		26.39	+0.95	
	IV	26.11	+1.23	
		26.52	+0.82	
	V	28.33	-0.99	
		28.00	-0.66	
	VI	26.44	+0.90	
		27.22	+0.12	

Serienmittel a 189°36'27"34 ±0"23  
<sub>me</sub> ±0"81  
 Reduktion auf die Zentren - 10"15  
 Reduktion auf den CIO - 0"49



Tabelle 25 (Fortsetzung)

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Rötifluh Exzenter Stativ Zielpunkt: Gurten Ost Scheinwerfer  
 Instrument: T4 Nr.86 968 Hängeniveau Nr.950 Uhr: Nardin Nr.15 282 (Sternzeit)

Serie 4	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
7. 8. 1970 21 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> - 22 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> Weltzeit	I	189°36'27"28	+0"33	Beobachter: F. Brandenberger Sekretär: W. Schneibel, M. Janett Wetter: klar, stürmischer West-Süd-West-Wind
		25.85	+1.76	
	II	28.91	-1.30	
		28.22	-0.61	
	III	29.04	-1.43	
		27.74	-0.13	
	IV	26.03	+1.58	
		26.47	+1.14	
	V	28.41	-0.80	
		26.28	+1.33	
	VI	27.94	-0.33	
	29.18	-1.57		
Serienmittel a		189°36'27"61	±0"35	
me			±1"21	
Reduktion auf die Zentren		- 10"15		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Serie 5	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
12. 8. 1970 21 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> - 22 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> Weltzeit	I	189°36'27"61	+0"33	Beobachter: F. Brandenberger Sekretär: W. Schneibel, M. Janett Wetter: klar, mässiger Ost-Wind
		27.12	+0.82	
	II	27.77	+0.17	
		29.55	-1.61	
	III	26.70	+1.24	
		27.51	+0.43	
	IV	28.91	-0.97	
		27.64	+0.30	
	V	27.43	+0.51	
		28.46	-0.52	
	VI	28.11	-0.17	
	28.43	-0.49		
Serienmittel a		189°36'27"94	±0"23	
me			±0"80	
Reduktion auf die Zentren		- 10"15		
Reduktion auf den CIO		- 0"47		

Serie 6	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
13. 8. 1970 21 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> - 22 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> Weltzeit	I	189°36'28"54	-0"40	Beobachter: F. Brandenberger Sekretär: W. Schneibel, M. Janett Wetter: bewölkt, Zielpunkt unruhig
		30.22	-2.08	
	II	28.09	+0.05	
		28.58	-0.44	
	III	28.42	-0.28	
		29.63	-1.49	
	IV	28.13	+0.01	
		27.14	+1.00	
	V	27.75	+0.39	
		26.91	+1.23	
	VI	28.00	+0.14	
	26.27	+1.87		
Serienmittel a		189°36'28"14	±0"32	
me			±1"09	
Reduktion auf die Zentren		- 10"15		
Reduktion auf den CIO		- 0"47		

Tabelle 26

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte

Station: Rötifluh      Exzenter Stativ      Zielpunkt: Wisenberg Scheinwerfer  
 Instrument: T4 Nr.86 968      Hängeniveau Nr.950      Uhr: Nardin Nr.15 282 (Sternzeit)

Serie 1	Stand	Azimut	v	Bemerkungen	
1. 8. 1970 01 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> - 03 <sup>h</sup> 03 <sup>m</sup> Weltzeit	I	58°52'26"91 26.90	+0"46 +0.47	Beobachter: H. Müller Sekretär: W. Schneibel, M. Janett Wetter: klar, teils etwas Nebel	
	II	28.53 26.27	-1.16 +1.10		
	III	25.20 27.60	+2.17 -0.23		
	IV	27.71 28.44	-0.34 -1.07		
	V	26.99 27.38	+0.38 -0.01		
	VI	28.06 28.49	-0.69 -1.12		
	Serienmittel a		58°52'27"37	±0"29	
	me			±0"99	
	Reduktion auf die Zentren		+ 1'12"78		
	Reduktion auf den CIO		- 0"51		

Serie 2	Stand	Azimut	v	Bemerkungen	
4. 8. 1970 00 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> - 02 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> Weltzeit	I	58°52'29"93 28.74	-0"94 +0.25	Beobachter: H. Müller Sekretär: W. Schneibel, M. Janett Wetter: klar, schön, Zielpunkt sehr schwach, unruhig	
	II	27.99 29.38	+1.00 -0.39		
	III	29.35 30.16	-0.36 -1.17		
	IV	28.42 29.63	+0.57 -0.64		
	V	29.58 29.20	-0.59 -0.21		
	VI	29.05 26.49	-0.06 +2.50		
	Serienmittel a		58°52'28"99	±0"29	
	me			±1"00	
	Reduktion auf die Zentren		+ 1'12"78		
	Reduktion auf den CIO		- 0"50		

Serie 3	Stand	Azimut	v	Bemerkungen	
5. 8. 1970 22 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> - 23 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> Weltzeit	I	58°52'28"37 28.03	-0"47 -0.13	Beobachter: H. Müller Sekretär: M. Janett, W. Schneibel Wetter: klar, leichter Nord-Ost-Wind	
	II	26.96 29.61	+0.94 -1.71		
	III	28.46 26.17	-0.56 +1.73		
	IV	27.43 28.07	+0.47 -0.17		
	V	27.65 28.48	+0.25 -0.58		
	VI	27.19 28.39	+0.71 -0.49		
	Serienmittel a		58°52'27"90	±0"26	
	me			±0"89	
	Reduktion auf die Zentren		+ 1'12"78		
	Reduktion auf den CIO		- 0"50		

Tabelle 26 (Fortsetzung)

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Rötifluh Exzenter Stativ Zielpunkt: Wisenberg Scheinwerfer  
 Instrument: T4 Nr.86 968 Hängeniveau Nr.950 Uhr: Nardin Nr.15 282 (Sternzeit)

Serie 4	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
7. 8. 1970	I	58°52'28"94	-0"20	Beobachter: F. Brandenberger Sekretär: W. Schneibel, M. Janett Wetter: dunstig in östl. Richtung, stürmischer West-Süd-West-Wind
23 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> - 24 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> Weltzeit		28.52	+0.22	
	II	27.74	+1.00	
		28.02	+0.72	
	III	28.85	-0.11	
		30.38	-1.64	
	IV	28.50	+0.24	
		28.12	+0.62	
	V	28.92	-0.18	
		30.23	-1.49	
	VI	27.34	+1.40	
		29.38	-0.64	
Serienmittel a		58°52'28"74	±0"27	
$m_e$			±0"92	
Reduktion auf die Zentren		+ 1'12"78		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Serie 5	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
12. 8. 1970	I	58°52'29"24	-0"64	Beobachter: F. Brandenberger Sekretär: W. Schneibel, M. Janett Wetter: klar, leichter Ost-Wind, Zielpunkt unruhig
23 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> - 24 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> Weltzeit		27.02	+1.58	
	II	31.04	-2.44	
		27.68	+0.92	
	III	28.91	-0.31	
		29.84	-1.24	
	IV	26.70	+1.90	
		29.32	-0.72	
	V	30.10	-1.50	
		27.62	+0.98	
	VI	27.23	+1.37	
		28.48	+0.12	
Serienmittel a		58°52'28"60	±0"39	
$m_e$			±1"37	
Reduktion auf die Zentren		+ 1'12"78		
Reduktion auf den CIO		- 0"47		

fallen. Die mittleren Fehler der einzelnen Serien sind im Durchschnitt ziemlich gleich denen, die 1970 erhalten wurden, doch ist die Streuung der Serienmittel sogar noch kleiner als 1970. Für die Lotabweichung erhält man:

$$\eta_a + 0,75'' \quad \eta_\lambda - 0,41'' \quad \eta_a - \eta_\lambda = \Delta\eta + 1,16'' \quad w = \Delta\eta \operatorname{tg}\varphi + 1,24''$$

Bildet man das Mittel dieser beiden Laplace-Widersprüche, der Messungen von 1945 und der von 1962, die, was zu beachten ist, mit verschiedenen Instrumenten und vor allem mit verschiedenen Methoden gewonnen wurden, so erhält man  $w = +0,70''$ . Das ist praktisch identisch mit dem Laplace-Widerspruch, der 1970 aus der Gegenrichtung, dem Azimut Rötifluh-Gurten, erhalten wurde, ein Beweis für die Güte der astronomischen Beobachtungen.

### 3.2.8 Wisenberg

Für die Azimutmessungen auf dem Wisenberg wurde der T4 Nr.33112 benutzt. Die Beobachter waren Brandenberger und Müller, die nach der Halbzeit ihre Standorte Wisenberg, Rötifluh vertauschten, während die übrige Gruppe mit dem Instrumentarium jeweils am gleichen Ort verblieb. Der Theodolit war auf einem Stativ auf der Plattform eines Aussichtsturms aus Beton aufgestellt, auf der schon mehrere Punkte vermarktet und eingemessen waren, da der ursprüngliche Triangulationspunkt jetzt im Wald liegt und wegen der Höhe der Bäume für jegliche

Tabelle 27

Azimute Rötifluh - Gurten Ost reduziert auf die Zentren und auf den CIO  
 Definitiver Mittelwert des astronomischen Azimuts und die  $\eta$ -Komponente der Lotabweichung

Serie	Datum	Weltzeit		Beobachter	Anzahl pro Serie	Azimut		v
		h m	h m			$\pm$		
1	4.8.1970	19 43	- 21 44	H. Müller	12	189°36'17"20	0"24	-0"18
2	5.8.1970	20 01	- 21 30	H. Müller	12	16.42	0.27	+0.60
3	6.8.1970	19 10	- 20 37	H. Müller	12	16.70	0.23	+0.32
4	7.8.1970	21 45	- 22 49	F. Brandenberger	12	16.97	0.35	+0.05
5	12.8.1970	21 40	- 22 35	F. Brandenberger	12	17.32	0.23	-0.30
6	13.8.1970	21 45	- 22 32	F. Brandenberger	12	17.52	0.32	-0.50
						$\pm$		
Definitives astronomisches Azimut						189°36'17"02	0"17	
Ellipsoidisches Azimut						189°36'11"11		
Astronomisches minus ellipsoidisches Azimut						+ 5"91		
$\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus dem Azimut $\eta\alpha$						+ 5"57		
$\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus Längen $\eta\lambda$						+ 4"95		
$\eta\alpha - \eta\lambda = \Delta\eta$						+ 0"62		
Laplacewiderspruch $w = \Delta\eta\text{tg}\phi$						+ 0"67		

Azimute Rötifluh - Wisenberg reduziert auf die Zentren und auf den CIO  
 Definitiver Mittelwert des astronomischen Azimuts und die  $\eta$ -Komponente der Lotabweichung

Serie	Datum	Weltzeit		Beobachter	Anzahl pro Serie	Azimut		v
		h m	h m			$\pm$		
1	1.8.1970	01 12	- 03 03	H. Müller	12	58°53'39"64	0"29	+0"97
2	4.8.1970	00 51	- 02 39	H. Müller	12	41.27	0.29	-0.66
3	5.8.1970	22 21	- 23 39	H. Müller	12	40.18	0.26	+0.43
4	7.8.1970	23 23	- 24 35	F. Brandenberger	12	41.03	0.27	-0.42
5	12.8.1970	23 21	- 24 13	F. Brandenberger	12	40.91	0.39	-0.30
						$\pm$		
Definitives astronomisches Azimut						58°53'40"61	0"30	
Ellipsoidisches Azimut						58°53'35"24		
Astronomisches minus ellipsoidisches Azimut						+ 5"37		
$\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus dem Azimut $\eta\alpha$						+ 4"83		
$\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus Längen $\eta\lambda$						+ 4"95		
$\eta\alpha - \eta\lambda = \Delta\eta$						- 0"12		
Laplacewiderspruch $w = \Delta\eta\text{tg}\phi$						- 0"13		

Messungen nicht mehr zu gebrauchen ist. Das Zentrum des Triangulationspunktes befindet sich 14,54 m östlich und 1,19 m nördlich vom Beobachtungsstandpunkt. Für die Azimutmessung war der Scheinwerfer auf der Rötiflüh zentrisch auf dem dort vorhandenen Pfeiler unter der Pyramide montiert, auf dem Feldberg hingegen auf einem eigens dafür erstellten temporären Aluminiumgerüst 61,39 m westlich und 40,90 m nördlich vom Gradmesspfeiler. Für die Reduktion auf die Zentren ergeben sich nach den Daten in 1.2 die folgenden Werte:

	Scheinwerfer Feldberg	Scheinwerfer Rötiflüh
Zentrierung des Standpunktes	— 54,82"	+43,03"
Änderung der Meridiankonvergenz	+ 0,51"	+ 0,51"
Zentrierung des Zielpunktes	+261,03"	—
Korrektur wegen der Höhe des Zielpunktes	+ 0,02"	+ 0,06"
Gesamte Reduktion auf die Zentren	+206,74"	+43,60"

Die Reduktion auf die geodätische Linie ist kleiner als 0,01".

Die Angaben der einzelnen Azimutmessungen sind getrennt nach den Zielpunkten in der üblichen Anordnung in den Tabellen 28 und 29 zusammengestellt, die Tabelle 30 liefert sodann die auf die Zentren der Triangulationspunkte und auf den CIO reduzierten Azimutwerte der einzelnen Serien, ihren Mittelwert und die  $\eta$ -Komponente der Lotabweichung; die astronomische Breite und die  $\xi$ -Komponente sind aus dem Abschnitt 4.2.8 entnommen, für die Zenitdistanz des Zielpunktes gilt:

$$z_{\text{astr. Feldberg}} \quad 89^{\circ}41'06'' \quad z_{\text{astr. Rötiflüh}} \quad 89^{\circ}25'17''$$

Die mittleren Fehler der einzelnen Serien sind im Durchschnitt von der gleichen Grössenordnung wie auch sonst, sie sind ein wenig grösser als bei den Messungen auf der Rötiflüh und sind für beide Beobachter praktisch gleich; die grössten mittleren Fehler finden sich bei der Messung der Richtung zur Rötiflüh. Ein eindeutiger Einfluss der Witterung ist wiederum nicht zu erkennen. Wie auf der Rötiflüh gelangen übrigens auch auf dem Wisenberg aus den in 3.2.7 erwähnten Gründen diesmal keine Tagesbeobachtungen. Die Streuung der Serienmittel ist ziemlich gross, übersteigt beim Azimut zum Feldberg allerdings nicht frühere Beträge, wohl aber beim Azimut zur Rötiflüh. Dass dies entsprechend den Geländebeziehungen nicht überrascht, war schon bei der Messung der Gegenrichtung in 3.2.7 erwähnt worden. Leider liegen für das Azimut zur Rötiflüh auch nur 4 Serien vor, eine 5. Serie am 15.8.1970 musste wegen Bewölkung nach Messungen bei 2 Stunden abgebrochen werden und wurde darum als zu dürftig weggelassen.

Bei der Azimutmessung zum Feldberg wirkte sich zweifellos der etwas nachteilige Umstand aus, dass der Scheinwerfer auf dem Feldberg nicht abgeblendet werden konnte. Es war, worauf schon in 1.3.5 hingewiesen wurde, der einzige Fall, dass als Zielpunkt ein anderer Scheinwerfer als die sonst üblichen installiert war. Wegen des dadurch bisweilen zu hellen Zielpunktes ist die grössere Streuung innerhalb der einzelnen Serien zu verstehen, weniger hingegen die Streuung der Serienmittel. Im übrigen fällt bei der Azimutmessung zum Feldberg die erste Serie besonders stark heraus. Da aber gerade bei dieser Serie der mittlere Fehler ziemlich klein ist und auch sonst ausser starker Luftunruhe nichts Nachteiliges vermerkt ist, liegt kein Grund vor, diese Serie wegzulassen. Der Laplace-Widerspruch von +0,76" passt bei dieser Visur recht gut zu dem Mittelwert von Elmiger.

Am wenigsten befriedigt die Azimutmessung zur Rötiflüh. Der Laplace-Widerspruch von +1,6" stimmt mit dem der Gegenrichtung von -0,1" nicht gerade sehr gut überein. Betrachtet man die einzelnen Serien, so fällt am stärksten die Serie 2 vom frühen Morgen des 4. August heraus; das Wetter war keineswegs abnorm oder ungünstig, die Stehachsenschiefe war klein und änderte sich nur wenig, auch sonst ist im Feldbuch nichts Besonderes notiert, so dass kein Anlass zu erkennen ist, diese Serie auszuschliessen, obwohl dies den Laplace-Widerspruch merklich verringern würde. Zu erwähnen wäre dabei noch, dass die unvollständige Serie vom 15.8.1970 einen ziemlich kleinen Wert des Azimuts ergibt, was ebenfalls zu einer Verkleinerung des Laplace-Widerspruchs führen würde.

Tabelle 28

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte.

Station: Wisenberg      Exzenter Stativ      Zielpunkt: Feldberg Scheinwerfer  
 Instrument: T4 Nr.33 112      Hängeniveau Nr.236      Uhr: Nardin Nr.13 711 (mittl Zeit)

Serie 1	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
5. 8. 1970 20 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> - 21 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> Weltzeit	I	9°51'05"76 06.47	+0"83 +0.12	Beobachter: F. Brandenberger
	II	06.40 05.10	+0.19 +1.49	Sekretär: V. Zeller, D. Schneider
	III	06.98 05.49	-0.39 +1.10	Wetter: klar, windstill, starke Luftunruhe
	IV	07.48 06.92	-0.89 -0.33	
	V	07.61 06.53	-1.02 +0.06	
	VI	07.56 06.81	-0.97 -0.22	
	Serienmittel a me		9°51'06"59	
Reduktion auf die Zentren		+ 3'26"74		
Reduktion auf den CIO		- 0"50		

Serie 2	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
6. 8. 1970 20 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> - 21 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> Weltzeit	I	9°51'04"14 05.08	+0"94 0.00	Beobachter: F. Brandenberger
	II	03.70 03.76	+1.38 +1.32	Sekretär: D. Schneider, V. Zeller
	III	06.19 06.30	-1.11 -1.22	Wetter: klar, Westwind
	IV	06.74 04.03	-1.66 +1.05	Uhr: Omega-Time-Recorder, OTR 2 (Sternzeit)
	V	04.95 03.48	+0.13 +1.60	
	VI	06.67 05.91	-1.59 -0.83	
	Serienmittel a me		9°51'05"08	±0"36 ±1"24
Reduktion auf die Zentren		+ 3'26"74		
Reduktion auf den CIO		- 0"50		

Serie 3	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
7. 8. 1970 21 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> - 22 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> Weltzeit	I	9°51'01"90 03.33	+2"00 +0.57	Beobachter: H. Müller
	II	04.00 01.92	-0.10 +1.98	Sekretär: V. Zeller, D. Schneider
	III	05.64 04.70	-1.74 -0.80	Wetter: klar nach Gewitter, starker Westwind, zuerst äusserst starke Luft- unruhe, später besser
	IV	04.50 05.40	-0.60 -1.50	
	V	03.48 02.24	+0.42 +1.66	
	VI	04.98 04.74	-1.08 -0.84	
	Serienmittel a me		9°51'03"90	
Reduktion auf die Zentren		+ 3'26"74		
Reduktion auf den CIO		- 0"49		

Tabelle 28 (Fortsetzung)

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Wisenberg Exzenter Stativ Zielpunkt: Feldberg Scheinwerfer  
 Instrument: T4 Nr.33 112 Hängeniveau Nr.236 Uhr: Nardin Nr.13 711 (mittl. Zeit)

Serie 4	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
12. 8. 1970 19 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> - 20 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> Weltzeit	I	9°51'04"17 04.60	-0"10 -0.53	Beobachter: H. Müller
	II	03.86 03.49	+0.21 +0.58	Sekretär: D. Schneider, V. Zeller  Wetter: klar, leichter Nord- Ost-Wind, Sicht mittel bis schlecht, später besser
	III	04.60 04.52	-0.53 -0.45	
	IV	03.68 02.68	+0.39 +1.39	
	V	05.55 02.85	-1.48 +1.22	
	VI	04.62 04.20	-0.55 -0.13	

Serienmittel a  
 $m_e$   
 Reduktion auf die Zentren + 3'26"74  
 Reduktion auf den CIO - 0"47

Serie 5	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
13. 8. 1970 19 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> - 20 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> Weltzeit	I	9°51'04"10 05.81	-0"16 -1.87	Beobachter: H. Müller
	II	03.47 03.89	+0.47 +0.05	Sekretär: D. Schneider, V. Zeller  Wetter: klar, dunstig, leichter Nord-West-Wind, Sicht am Anfang schwach, später gut
	III	02.34 05.01	+1.60 -1.07	
	IV	05.47 03.28	-1.53 +0.66	
	V	04.67 02.95	-0.73 +0.99	
	VI	03.75 02.52	+0.19 +1.42	

Serienmittel a  
 $m_e$   
 Reduktion auf die Zentren + 3'26"74  
 Reduktion auf den CIO - 0"47

Serie 6	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
15. 8. 1970 19 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> - 20 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> Weltzeit	I	9°51'03"11 05.02	+1"41 -0.50	Beobachter: H. Müller
	II	05.98 05.43	-1.46 -0.91	Sekretär: D. Schneider, V. Zeller  Wetter: bewölkt, windstill
	III	05.02 05.83	-0.50 -1.31	
	IV	02.73 04.22	+1.79 +0.30	
	V	02.85 05.76	+1.67 -1.24	
	VI	03.67 04.68	+0.85 -0.16	

Serienmittel a  
 $m_e$   
 Reduktion auf die Zentren + 3'26"74  
 Reduktion auf den CIO - 0"46

Tabelle 29

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Wisenberg Exzenter Stativ Zielpunkt: Rötifluh Scheinwerfer  
 Instrument: T4 Nr.33 112 Hängenniveau Nr.236 Uhr: Nardin Nr.13 711 (mittl. Zeit)

Serie 1	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
1. 8. 1970 01 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> - 03 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> Weltzeit	I	239°08'34"20 35.19	-1"71 -2.70	Beobachter: F. Brandenberger
	II	33.14 33.35	-0.65 -0.86	Sekretär: D. Schneider, V. Zeller
	III	32.95 32.71	-0.46 -0.22	Wetter: schön, leichter Dunst, leichter Westwind
	IV	31.93 30.33	+0.56 +2.16	
	V	31.44 33.40	+1.05 -0.91	
	VI	31.11 30.08	+1.38 +2.41	
Serienmittel a		239°08'32"49	±0"45	
<sub>me</sub>			±1"55	
Reduktion auf die Zentren		+ 43"60		
Reduktion auf den CIO		- 0"52		

Serie 2	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
4. 8. 1970 01 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> - 02 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> Weltzeit	I	239°08'34"49 37.06	+0"90 -1.67	Beobachter: F. Brandenberger
	II	33.44 36.34	+1.95 -0.95	Sekretär: V. Zeller, D. Schneider
	III	37.77 37.08	-2.38 -1.69	Wetter: dunstig, Süd-West-Wind
	IV	34.69 34.32	+0.70 +1.07	
	V	35.75 34.34	-0.36 +1.05	
	VI	35.02 34.40	+0.37 +0.99	
Serienmittel a		239°08'35"39	±0"40	
<sub>me</sub>			±1"38	
Reduktion auf die Zentren		+ 43"60		
Reduktion auf den CIO		- 0"51		

Serie 3	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
5. 8. 1970 22 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> - 23 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> Weltzeit	I	239°08'33"44 32.77	+0"58 +1.25	Beobachter: F. Brandenberger
	II	34.24 32.75	-0.22 +1.27	Sekretär: D. Schneider, V. Zeller
	III	34.44 34.80	-0.42 -0.78	Wetter: klar, rasch vorbeiziehende Wolken
	IV	33.99 34.63	+0.03 -0.61	
	V	35.06 34.38	-1.04 -0.36	
	VI	33.01 34.67	+1.01 -0.65	
Serienmittel a		239°08'34"02	±0"24	
<sub>me</sub>			±0"82	
Reduktion auf die Zentren		+ 43"60		
Reduktion auf den CIO		- 0"50		



Tabelle 29 (Fortsetzung)

Die beobachteten und wegen der Kreisteilungsfehler verbesserten Azimutwerte  
 Station: Wisenberg Exzenter Stativ Zielpunkt: Rötifluh Scheinwerfer  
 Instrument: T4 Nr.33 112 Hängeniveau Nr.236 Uhr: Nardin Nr.13 711 (mittl. Zeit)

Serie 4	Stand	Azimut	v	Bemerkungen
12. 8. 1970 23 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> - 24 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> Weltzeit	I	239°08'32"03	+0"50	Beobachter: H. Müller
		30.08	+2.45	
	II	30.74	+1.79	Sekretär: V. Zeller, D. Schneider
		34.24	-1.71	
	III	31.96	+0.57	Wetter: klar, leichter Nord- Ost-Wind, Zielpunkt sehr unruhig
		33.97	-1.44	
	IV	31.88	+0.65	
		32.79	-0.26	
	V	33.33	-0.80	
		33.46	-0.93	
	VI	33.29	-0.76	
		32.63	-0.10	
Serienmittel a		239°08'32"53	±0"36	
me			±1"26	
Reduktion auf die Zentren		+ 43"60		
Reduktion auf den CIO		- 0"47		

Tabelle 30

Azimute Wisenberg-Feldberg Gradmesspfeiler reduziert auf die Zentren und auf den CIO  
 Definitiver Mittelwert des astronomischen Azimuts und die  $\eta$ -Komponente der Lotabweichung

Serie	Datum	Weltzeit		Beobachter	Anzahl pro Serie	Azimut		v
		h m	h m					
1	5.8.1970	20 31	- 21 57	F. Brandenberger	12	9°54'32"83	0"23	-1"89
2	6.8.1970	20 00	- 21 00	F. Brandenberger	12	31.32	0.36	-0.38
3	7.8.1970	21 23	- 22 51	H. Müller	12	30.15	0.38	+0.79
4	12.8.1970	19 30	- 20 53	H. Müller	12	30.34	0.23	+0.60
5	13.8.1970	19 19	- 20 35	H. Müller	12	30.21	0.32	+0.73
6	15.8.1970	19 27	- 20 36	H. Müller	12	30.80	0.34	+0.14
						±		
Definitives astronomisches Azimut						9°54'30"94	0"42	
Ellipsoidisches Azimut						9°54'27"54		
Astronomisches minus ellipsoidisches Azimut						+ 3"40		
$\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus dem Azimut $\eta_a$						+ 3"15		
$\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus Längen $\eta_\lambda$						+ 2"45		
$\eta_a - \eta_\lambda = \Delta\eta$						+ 0"70		
Laplacewiderspruch $w = \Delta\eta \tan\phi$						+ 0"76		

Azimute Wisenberg - Rötifluh reduziert auf die Zentren und auf den CIO  
 Definitiver Mittelwert des astronomischen Azimuts und der  $\eta$ -Komponente der Lotabweichung

Serie	Datum	Weltzeit		Beobachter	Anzahl pro Serie	Azimut		v
		h m	h m					
1	1.8.1970	01 12	- 03 12	F. Brandenberger	12	239°09'15"57	0"45	+1"14
2	4.8.1970	01 06	- 02 57	F. Brandenberger	12	18.48	0.40	-1.77
3	5.8.1970	22 28	- 23 39	F. Brandenberger	12	17.12	0.24	-0.41
4	12.8.1970	23 10	- 24 31	H. Müller	12	15.66	0.36	+1.05
						±		
Definitives astronomisches Azimut						239°09'16"71	0"69	
Ellipsoidisches Azimut						239°09'12"36		
Astronomisches minus ellipsoidisches Azimut						+ 4"35		
$\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus dem Azimut $\eta_a$						+ 3"93		
$\eta$ -Komponente der Lotabweichung aus Längen $\eta_\lambda$						+ 2"45		
$\eta_a - \eta_\lambda = \Delta\eta$						+ 1"48		
Laplacewiderspruch $w = \Delta\eta \tan\phi$						+ 1"61		

### 3.3 Einige Schlussbemerkungen zu den Azimutmessungen

Bezugnehmend auf die Azimutmessungen im Band 28 wäre nochmals festzustellen, dass sich diesmal bei keinem der beiden Theodolite gezeigt hat, dass die Azimutwerte einzelner Kreisstände systematische Abweichungen aufweisen, höchstens ist die Streuung beim T4 Nr. 33112 etwas grösser als beim T4 Nr. 86968. Diese früher beim T4 Nr. 33112 aufgetretene Erscheinung, die nicht erklärt werden konnte, ist also jetzt offenbar verschwunden.

Die mittleren Fehler vom Gesamtmittel wurden in der vorliegenden Bearbeitung aus den Abweichungen der Serienmittel vom Gesamtmittel berechnet, im Band 28 hingegen aus den Verbesserungen sämtlicher Einzelbeobachtungen auf dieses Gesamtmittel. Letztere werden wegen Nichtberücksichtigung der Korrelation der Werte jeder Serie etwas zu klein herauskommen. Rechnet man im vorliegenden Fall die mittleren Fehler nach dem Verfahren im Band 28, so erhält man Werte, die im allgemeinen zwischen  $\pm 0,10''$  und  $\pm 0,17''$  liegen, einzig bei der sowieso etwas kritischen Visur Wisenberg-Rötifluh ergibt sich  $\pm 0,25''$ . Man sieht aber daraus, dass dann die mittleren Fehler ganz wesentlich kleiner sind, als die nach der hier benutzten Methode erhaltenen, sie sind um einen Faktor, der zwischen 0,34 und 0,71 liegt, reduziert, also im Durchschnitt etwa auf die Hälfte des hier angegebenen Wertes verkleinert worden. Der Unterschied gegen die sehr kleinen mittleren Fehler im Band 28, S. 133, von  $\pm 0,08''$  bis  $\pm 0,13''$  ist dann nicht mehr so sehr erheblich und entspricht auch durchaus den etwas kleineren mittleren Fehlern der einzelnen Serien bei den früheren Messungen.

Es wird damit aber auch eher verständlich, dass, ganz ähnlich wie vorher bei den Längenbestimmungen, die nach der hier angewandten Methode berechneten mittleren Fehler vom Gesamtmittel im allgemeinen grösser sind, als man aus den mittleren Fehlern der einzelnen Serien erwarten sollte, und vor allem gar nicht so sehr von letzteren abhängen. Als Beispiel kann angeführt werden, dass bei der Azimutmessung Rochers de Naye-La Dôle die mittleren Fehler der einzelnen Serien mit  $0,29''$  im Durchschnitt relativ klein waren, während der mittlere Fehler am Gesamtmittel mit  $0,38''$  ziemlich gross ist; hingegen ist es bei der Azimutmessung Monte Generoso-Campo dei Fiori nahezu umgekehrt, bei einem durchschnittlichen mittleren Fehler von  $0,37''$  der Serienmittel ist der mittlere Fehler des Gesamtmittels  $0,27''$ . Nach der anderen Berechnungsmethode würde man im ersten Fall  $\pm 0,14''$ , im zweiten Fall  $\pm 0,15''$  erhalten, also praktisch beide Male das gleiche. Es sind offenbar die Einflüsse durch Refraktionsanomalien und durch meist auch witterungsbedingte instrumentelle Effekte stärker als die reine innere Beobachtungsgenauigkeit der Messungen.

Eine Durchsicht der mittleren Fehler des Gesamtmittels für die einzelnen Visuren zeigt, dass diese am kleinsten bei den Azimuten Säntis-Weissfluh, Rötifluh-Gurten und nur wenig grösser bei den Azimuten La Dôle-Rochers de Naye und Weissfluh-Säntis sind; als nächste in der Reihenfolge kämen dann die Azimute Monte Generoso-Campo dei Fiori, Rötifluh-Wisenberg, sodann Rochers-de-Naye-La Dôle, Wisenberg-Feldberg, Campo dei Fiori-Monte Generoso und schliesslich Wisenberg-Rötifluh, wo allerdings nur 4 Serien vorliegen, während es sonst 8-10 Serien und auf der Rötifluh und dem Wisenberg 5-6 Serien sind. Dass Refraktionsanomalien bei manchen Lichtwegen je nach dem darunterliegenden Gelände in stärkerem Masse auftreten werden als bei andern Lichtwegen, ist zu erwarten, so sind sicher die Lichtwege Rötifluh-Gurten, Säntis-Weissfluh besonders günstig, der Lichtweg Wisenberg-Rötifluh besonders ungünstig, was zu dieser Reihenfolge passt, weniger gut ist bei alleiniger Annahme von Refraktionsanomalien zu verstehen, dass die mittleren Fehler des Gesamtmittels bei den wechselseitigen Azimuten, also bei den gleichen Lichtwegen, meist sehr verschieden sind, so dass hier sicherlich noch andere Einflüsse eine merkliche Rolle spielen. Ausser instrumentellen Effekten könnte das beim Campo dei Fiori eine gewisse Instabilität des Eisenfeilers sein und auch beim Wisenberg könnte man den Verdacht hegen, dass der schlanke Aussichtsturm doch nicht so stabil ist, wie es zunächst den Anschein hat, dass er von Wind und von Temperaturänderungen beeinflusst wird.

Unterteilt man schliesslich noch nach den Instrumenten, so sind die mittleren Fehler des Gesamtmittels im Durchschnitt beim T4 Nr. 86968 merklich kleiner als beim T4 Nr. 33112, obwohl sich ja gerade das Niveau vom T4 Nr. 86968 wegen der Abhängigkeit seines Parswertes von der Temperatur als das unzuverlässigere erwiesen hatte. Dies bestätigt aber immerhin, dass die in 1.3.2 diskutierte Korrektur des Parswertes sicherlich berechtigt und nicht unrichtig war. Die Kreisteilungsfehler sind beim T4 Nr. 33112 merklich grösser als beim T4 Nr. 86968. Da ihr Einfluss aber berücksichtigt wurde und auch die Messungen stets bei verschiedenen Kreisständen durchgeführt worden sind, sollte das eigentlich auf das Resultat keinen Einfluss mehr haben. Immerhin scheint bei den Azimutmessungen noch ein instrumenteller Effekt vorhanden zu sein, der sich bei dem älteren T4 Nr. 33112 stärker auswirkt als bei dem neueren T4 Nr. 86968, der sich aber bei den Längenbestimmungen nicht bemerkbar gemacht hat, da hier kein Unterschied zwischen den beiden Instrumenten festgestellt werden konnte. Worauf dieser Effekt beruht, ist nicht ohne weiteres zu sagen; es wären zur Erklärung sehr spezielle instrumentelle Untersuchungen notwendig.

## 4. Breitenbestimmungen

### 4.1. Beobachtungsverfahren und Auswertung

Bei den Breitenbestimmungen wurde stets die sogenannte Sterneckmethode angewandt, wie sie im Band 26, S. 87, und im Band 28, S. 137, ausführlich beschrieben worden ist. Das Prinzip besteht darin, dass man Meridianzenitdistanzen von Sternen misst, die bald nacheinander den Meridian passieren, aber der eine Stern südlich, der andere nördlich vom Meridian, wobei die Fernrohrlage gewechselt wird, um den Zenitpunktfehler zu eliminieren. Jedes dieser Sternpaare liefert eine abgeschlossene Breitenbestimmung. Um den Einfluss der Refraktion, die sicherlich die grösste Fehlerquelle darstellt, möglichst zu reduzieren, wäre es zweckmässig, dass sich die Zenitdistanzen der Sterne eines Paares nur wenig voneinander unterscheiden. Da sich dies aber praktisch ohne zu grossen Zeitverlust nicht durchführen lässt, wird zumindestens angestrebt, dass die Summe der Zenitdistanzen der südlichen Sterne möglichst gleich der Summe der Zenitdistanzen der nördlichen Sterne wird, was meist genähert erreicht werden kann. Ferner wurden zur Verminderung des Einflusses der Refraktion im allgemeinen nur Sterne mit Zenitdistanzen kleiner als  $30^\circ$  benutzt. Für eine Beobachtungsserie wählte man im Durchschnitt 8 Sternpaare, welche Zahl je nach den Wetterverhältnissen nicht immer eingehalten werden konnte.

Die Beobachtung erfolgte mit dem T4 Nr. 33112 oder mit dem T4 Nr. 86968, welcher von beiden jeweils gerade auf der Station vorhanden war. Da sich beim T4 das Ableseokular des Höhenkreises und die Kollimationslibelle auf der dem Beobachtungsookular entgegengesetzten Seite der Kippachse befinden, wurden Kreis und Libelle meist nicht vom Beobachter des Sterns abgelesen, sondern von einem anderen, um unnötige Bewegungen um das Instrument zu vermeiden und um auch Zeit zu sparen. Ein weiterer Vorteil ist dann dabei, dass es dadurch leichter möglich ist, die Kollimationslibelle beim Kreisablesen zum Einspielen zu bringen, zumal sich häufig gezeigt hat, dass die Blase ohne erkennbaren Grund manchmal ziemlich plötzlich ihre Position ändert. Die Parswerte der Höhenkreislibellen wurden im wesentlichen aus früheren Untersuchungen (Bd. 28, S. 19 und S. 23) übernommen und nur gelegentlich kurz überprüft. Es sind folgende Parswerte benutzt worden:

T4 Nr. 33112 2,64"    T4 Nr. 86968 2,06"

Temperatur und Luftdruck wurden während einer Serie mehrfach abgelesen; bei nicht zu grossen Temperaturänderungen konnte man sich häufig mit einem Mittelwert für die ganze Serie begnügen.

Für die Berücksichtigung der Refraktion wurden im Prinzip die Tabellen benutzt, die im Jahrbuch *Connaissance des Temps* vom Bureau des Longitudes in Paris enthalten sind und die auf der Refraktionstheorie von R. Radau basieren. Man erhält die Refraktion  $r$  aus der Formel

$$r = r_0(1+A)(1+B)$$

$r_0$  ist die Refraktion für eine Bodentemperatur von  $0^\circ\text{C}$  und für den Luftdruck von 760 mm Quecksilber, und hierfür ist eine Tabelle mit den Argument der scheinbaren Höhe gegeben,  $A$  und  $B$  sind Korrektionsfaktoren, die von der Temperatur und vom Luftdruck abhängen und ebenfalls aus Tabellen zu entnehmen sind. Es gilt dabei:

$$A = \frac{-0,00383 T}{1 + 0,00367 T} \quad T \text{ in Grad Celsius}$$
$$B = \frac{p - 760 \text{ Torr}}{760 \text{ Torr}} = \frac{p - 1013,25 \text{ mb}}{1013,25 \text{ mb}} \quad 1 \text{ mb} = 0,750061 \text{ Torr}$$

Für den praktischen Gebrauch wurde die Haupttabelle für  $r_0$  in eine solche mit dem Argument scheinbare Zenitdistanz umgewandelt, die zudem für den in Frage kommenden Bereich  $z = 0^\circ$  bis  $z = 30^\circ$  in einem engeren Intervall gerechnet wurde, dass man bequem interpolieren kann, und ferner wurde die Tabelle für  $B$  in eine solche mit dem Argument mb umgerechnet, da der Luftdruck im Feld stets mit Präzisions-Aneroid-Barometern Thomson gemessen worden ist, die den Druck in Millibar anzeigen.

Die Deklinationen der Sterne wurden in gewohnter Weise aus den Apparent Places of Fundamental Stars unter Berücksichtigung der zweiten Differenzen und unter Anbringen der kurzperiodischen Nutation interpoliert. Ver-

wendet man auch noch für die Korrektur wegen der Stellung der Kollimationslibelle eine zweckmässig angelegte Hilfstabelle, so geht die ganze Reduktionsarbeit bei der Breitenbestimmung sehr rasch, so dass hier auf die elektronische Rechenmaschine verzichtet werden konnte.

## 4.2 Die Resultate

Wie in den vorangehenden Abschnitten sollen auch hier die Resultate getrennt nach den einzelnen Beobachtungsstationen zusammengestellt und besprochen werden. Die dazugehörigen Tabellen sind alle in der gleichen Weise angeordnet, so dass stets auf die erste Erklärung verwiesen werden kann. Auch über die Beobachter und das Hilfspersonal ist nicht viel zu sagen, da es im allgemeinen die gleichen sind, die auch die Längenbestimmungen und die Azimutmessungen durchgeführt haben. Zu bemerken wäre noch, dass man sich bei den Breitenbestimmungen im allgemeinen mit 6–7 Beobachtungsserien begnügte.

### 4.2.1 Rochers-de-Naye

Die Beobachtungen erfolgten mit dem T4 Nr.33112, und wegen der schon erwähnten sehr ungünstigen Wetterlage während der ersten Hälfte der Beobachtungszeit und der verspäteten Errichtung des Pfeilers gelang H. Müller in der ersten Halbzeit nur eine Serie, so dass die meisten Serien von W. Keller beobachtet worden sind. Die Beobachtungsergebnisse sind mit allen noch interessierenden Angaben, wie Instrument, Datum, Zeit der Beobachtung, Beobachter am Fernrohr und am Höhenkreis, Sekretär, Wetter, geordnet nach den einzelnen Serien, in der Tabelle 31 zusammengestellt. Ausser den erhaltenen Breiten für jedes Sternpaar, dem Serienmittelwert mit seinem mittleren Fehler, der aus den beigegeführten Verbesserungen berechnet wurde, und dem mittleren Fehler für jedes Sternpaar sind auch die gleichen Daten für den Zenitpunktfehler, also den Indexfehler des Höhenkreises, aufgeführt. Die Tabelle 32 bringt dann für alle Serien die auf das Zentrum des Triangulationspunktes und auf den konventionellen internationalen Ursprung, CIO, reduzierten Breiten. Erstere Reduktion errechnet sich aus den Angaben im Abschnitt 1.2, letztere aus den in 3.2.1 erwähnten Koordinaten des momentanen Pols bezogen auf den CIO, die den Monthly Notes des IPMS entnommen worden sind, wobei die bekannte Formel gilt:

$$\Delta\varphi = \varphi_0 - \varphi_b = -(x \cos\lambda + y \sin\lambda),$$

die Länge  $\lambda$  positiv nach Westen gezählt,  $\varphi_b$  die beobachtete Breite,  $\varphi_0$  die auf den CIO bezogene Breite. Schliesslich ist auch noch der aus den Serienmitteln berechnete Mittelwert der astronomischen Breite mit seinem aus den Verbesserungen der Serienmittel auf diesen Mittelwert errechneten mittleren Fehler aufgeführt, wobei allen Serien das gleiche Gewicht gegeben wurde, um den speziellen Charakter jeder Serie zu betonen, obwohl die bei jeder Serie benutzten Paarzahlen ein wenig differieren, sowie die daraus resultierende  $\xi$ -Komponente der Lotabweichung.

Die mittleren Fehler der Breiten der einzelnen Serien sind von der gewohnten Grössenordnung, sie sind hier weder für die Beobachter noch für die einzelnen Abende sehr verschieden, der grösste Wert bei der Serie 5 könnte eventuell auf die etwas kritische Wetterlage zurückzuführen sein. Auch der Indexfehler des Höhenkreises variiert im üblichen Rahmen, hier ist die Streuung innerhalb einer Serie meist etwas grösser als bei den Breitenwerten. Die Serienmittel der Breiten differieren vielleicht ein wenig mehr, als man nach den eben betrachteten mittleren Fehlern erwarten würde, doch ist das eine gewohnte Erfahrung, Refraktionsanomalien und instrumentelle Effekte dürften die Ursachen hierfür sein. Die stärksten Abweichungen weisen die Serien 2 und 5 auf. Bei der Serie 2 ist «zeitweilig starker Wind» notiert, während es bei den andern Serien meist windstill oder fast windstill war, und die etwas ungewöhnliche Wetterlage bei der Serie 5 wurde bereits erwähnt, so dass man in diesen beiden Fällen vielleicht zum Teil das Wetter für die Abweichungen verantwortlich machen kann.

Im Jahre 1892 ist von Messerschmitt die Breite auf den Rochers-de-Naye gemessen worden (Bd. 6 dieser Publikationsserie); für die  $\xi$ -Komponente der Lotabweichung ergab sich hier  $\xi = -0,67''$ , wenn man gemäss Band 10 die Reduktion auf den mittleren Pol anbringt. Der Unterschied gegen den 1965 erhaltenen Wert ist nicht sehr gross und ist zudem noch gut zu verstehen, denn Messerschmitt hat auf einem Pfeiler beobachtet, der 121 m östlich vom Zentrum in einem 50 m tiefer gelegenen Kessel errichtet war. Betrachtet man das Gelände, so kann man erwarten, dass dort der astronomische Zenit etwas südlicher vom ellipsoidischen liegt, als im Zentrum des Triangulationspunktes, also die Übereinstimmung ist durchaus befriedigend.

Tabelle 31

Die beobachteten Breiten

Station: Rochers de Naye Pfeiler

Instrument: T4 Nr.33 112

Okularlage	Breite $\phi$	$v_{\phi}$	Zenitpunkt- fehler $V_0$	$V_{V_0}$
Serie 1	17. 7. 1965	21 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup> - 23 <sup>h</sup> 04 <sup>m</sup>	Weltzeit	
Beobachter: H. Müller		Kreisablesung: N. Danial		Sekretär: W. Schneibel
Wetter: zuerst klar, später Nebel und Wolken, sehr feucht, Niveau, auch Objektiv beschlagen, +5°C				
W - E	46°25'59"54	-0"98	+ 7"22	+0"28
E - W	58.74	-0.18	6.72	+0.78
W - E	59.00	-0.44	7.24	+0.26
E - W	58.70	-0.14	8.15	-0.65
W - E	57.80	+0.76	8.53	-1.03
E - W	57.07	+1.49	6.89	+0.61
W - E	59.04	-0.48	7.75	-0.25
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
7	46°25'58"56 ±0"32	±0"84	+ 7"50 ±0"25	±0"67

Serie 2      4. 8. 1965      23<sup>h</sup>35<sup>m</sup> - 24<sup>h</sup>43<sup>m</sup>      Weltzeit  
 Beobachter: W. Keller      Kreisablesung: M. Lienert      Sekretär: N. Danial  
 Wetter: schön, zeitweise starker Wind, +12°C

W - E	46°25'58"66	-0"64	+ 5"96	+2"41
E - W	58.98	-0.96	8.18	+0.19
W - E	56.77	+1.25	9.89	-1.52
E - W	57.70	+0.32	9.42	-1.05
W - E	57.61	+0.41	10.03	-1.66
E - W	58.00	+0.02	9.20	-0.83
W - E	59.32	-1.30	7.61	+0.76
E - W	57.16	+0.86	6.65	+1.72
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	46°25'58"02 ±0"32	±0"89	+ 8"37 ±0"54	±1"52

Serie 3      5. 8. 1965      23<sup>h</sup>06<sup>m</sup> - 24<sup>h</sup>20<sup>m</sup>      Weltzeit  
 Beobachter: W. Keller      Kreisablesung: M. Lienert      Sekretär: N. Danial  
 Wetter: schön, +15°C

E - W	46°25'58"44	+0"55	+ 9"06	-2"32
W - E	60.66	-1.67	6.62	+0.12
E - W	58.04	+0.95	7.88	-1.14
W - E	60.52	-1.53	5.18	+1.56
E - W	58.28	+0.71	6.26	+0.48
W - E	58.15	+0.84	7.02	-0.28
E - W	57.70	+1.29	6.08	+0.66
W - E	58,80	+0.19	7.01	-0.27
E - W	59.52	-0.53	5.84	+0.90
W - E	59.82	-0.83	6.44	+0.30
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
10	46°25'58"99 ±0"34	±1"06	+ 6"74 ±0"35	±1"10

Tabelle 31 (Fortsetzung)

Die beobachteten Breiten

Station: Rochers de Naye Pfeiler

Instrument: T4 Nr.33 112

Okularlage	Breite $\phi$	$v_{\phi}$	Zenitpunkt- fehler $V_0$	$V_{V_0}$
Serie 4	6, 8, 1965	21 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> - 23 <sup>h</sup> 04 <sup>m</sup>	Weltzeit	
Beobachter: W. Keller		Kreisablesung: M. Lienert		Sekretär: N. Danial
Wetter: schön, trocken, wenig Wind, +15°C				
E - W	46°25'59"70	-0"22	+ 4"64	+0"36
W - E	58.55	+0.93	5.14	-0.14
E - W	60.36	-0.88	6.23	-1.23
W - E	59.68	-0.20	5.20	-0.20
E - W	59.51	-0.03	5.08	-0.08
W - E	58.15	+1.33	5.47	-0.47
E - W	59.49	-0.01	4.90	+0.10
W - E	59.60	-0.12	3.53	+1.47
E - W	59.85	-0.37	4.77	+0.23
W - E	59.93	-0.45	5.06	-0.06
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
10	46°25'59"48 ±0"21	±0"65	+ 5"00 ±0"21	±0"68

Serie 5 9. 8. 1965 19<sup>h</sup>33<sup>m</sup> - 20<sup>h</sup>39<sup>m</sup> Weltzeit  
 Beobachter: W. Keller Kreisablesung: M. Lienert Sekretär: N. Danial  
 Wetter: Cirren, im Süd-Osten Gewitter, windstill, trocken, 7°C, Wolkendecke  
 auf 1850m

E - W	46°25'61"52	-1"42	+ 4"46	+2"34
W - E	61.81	-1.71	9.38	-2.58
E - W	60.49	-0.39	6.95	-0.15
W - E	59.19	+0.91	8.45	-1.65
E - W	58.60	+1.50	5.34	+1.46
W - E	59.46	+0.64	7.04	-0.24
E - W	61.00	-0.90	5.80	+1.00
W - E	58.69	+1.41	7.00	-0.20
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	46°25'60"10 ±0"45	±1"28	+ 6"80 ±0"57	±1"61

Serie 6 10. 8. 1965 22<sup>h</sup>10<sup>m</sup> - 23<sup>h</sup>34<sup>m</sup> Weltzeit  
 Beobachter: W. Keller Kreisablesung: M. Lienert Sekretär: N. Danial  
 Wetter: zuerst wolzig, später klar, aber dunstig, fast windstill, trocken,  
 Vollmond, 6°C

E - W	46°25'60"18	-1"11	+ 6"06	+1"88
W - E	57.34	+1.73	8.38	-0.44
E - W	58.88	+0.19	7.91	+0.03
W - E	59.16	-0.09	8.52	-0.58
E - W	60.21	-1.14	9.15	-1.21
W - E	59.62	-0.55	8.66	-0.72
E - W	58.22	+0.85	8.11	-0.17
W - E	59.50	-0.43	7.62	+0.32
E - W	58.52	+0.55	7.02	+0.92
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
9	46°25'59"07 ±0"31	±0"94	+ 7"94 ±0"31	±0"94

Tabelle 31 (Fortsetzung)

Die beobachteten Breiten

Station: Rochers de Naye Pfeiler

Instrument: T4 Nr.33 112

Okularlage	Breite $\phi$	$v_\phi$	Zenitpunkt- fehler $V_0$	$V_{V_0}$
Serie 7	11. 8. 1965	23 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> - 24 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	Weltzeit	
Beobachter: W. Keller		Kreisablesung: M. Lienert		Sekretär: N. Danial
Wetter: schön, wenig Wind, 7°C				
E - W	46°25'58"84	+0"71	+ 5"60	+1"80
W - E	59.24	+0.31	7.34	+0.06
E - W	60.47	-0.92	9.01	-1.61
W - E	60.48	-0.93	8.58	-1.18
E - W	60.18	-0.63	8.24	-0.84
W - E	58.88	+0.67	9.37	-1.97
E - W	59.48	+0.07	7.34	+0.06
E - W	58.80	+0.75	3.72	+3.68
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	46°25'59"55 ±0"26	±0"73	+ 7"40 ±0"67	±1"90

Tabelle 32

Astronomische Breite

Rochers de Naye Zentrum

T4 Nr.33 112

 $\xi$ -Komponente der Lotabweichung

Serie	Datum 1965	Weltzeit	Beobach- ter	Paar- zahl	Reduktion auf das Zentrum	Reduktion auf den CIO	Astronomische Breite	$v$
1	17.7.	h m    h m 21 43 - 23 04	Müller	7	-0"27	-0"01	46°25'58"28 ±0"32	+0"49
2	4.8.	23 35 - 24 43	Keller	8	-0.27	-0.07	57.68 0.32	+1.09
3	5.8.	23 06 - 24 20	Keller	10	-0.27	-0.07	58.65 0.34	+0.12
4	6.8.	21 25 - 23 04	Keller	10	-0.27	-0.07	59.14 0.21	-0.37
5	9.8.	19 33 - 20 39	Keller	8	-0.27	-0.08	59.75 0.45	-0.98
6	10.8.	22 10 - 23 34	Keller	9	-0.27	-0.08	58.72 0.31	+0.05
7	11.8.	23 39 - 24 40	Keller	8	-0.27	-0.09	59.19 0.26	-0.42
Definitive astronomische Breite							46°25'58"77 ±0"25	
Ellipsoidische Breite							46°25'59.07	
Astronomische minus ellipsoidische Breite = $\xi$							-0"30	



Tabelle 33

Die beobachteten Breiten

Station: La Dôle Pfeiler

Instrument: T4 Nr.86 968

Okularlage	Breite $\phi$	$v_{\phi}$	Zenitpunkt- fehler $V_0$	$V_{V_0}$
Serie 1 12. 7. 1965		$23^h 17^m - 24^h 46^m$	Weltzeit	
Beobachter: W. Keller		Kreisablesung: H. Lautenschlager	Sekretär: W. Müller	
Wetter: schön, zeitweilig stark windig, 14°C				
W - E	46°25'23"83	-0"59	+ 9"48	-0"02
E - W	21.92	+1.32	9.83	-0.37
W - E	22.60	+0.64	8.78	+0.68
E - W	23.72	-0.48	10.80	-1.34
W - E	23.24	0.00	9.44	+0.02
E - W	23.36	-0.12	9.18	+0.28
W - E	24.18	-0.94	9.58	-0.12
E - W	23.10	+0.14	8.58	+0.88
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	46°25'23"24 ±0"26	±0"72	+ 9"46 ±0"24	±0"68

Serie 2 13. 7. 1965  $22^h 54^m - 23^h 56^m$  Weltzeit  
 Beobachter: W. Keller Kreisablesung: H. Lautenschlager Sekretär: W. Müller  
 Wetter: schön, windig, teils stark windig, 14°C

W - E	46°25'24"00	+0"01	-3'10"92	+0"16
E - W	23.70	+0.31	10.40	-0.36
W - E	23.90	+0.11	10.01	-0.75
E - W	22.52	+1.49	11.36	+0.60
W - E	24.75	-0.74	11.89	+1.13
E - W	24.79	-0.78	10.64	-0.12
W - E	23.80	+0.21	10.92	+0.16
E - W	24.62	-0.61	9.97	-0.79
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	46°25'24"01 ±0"26	±0"75	-3'10"76 ±0"23	±0"66

Serie 3 14. 7. 1965  $22^h 34^m - 23^h 35^m$  Weltzeit  
 Beobachter: W. Keller Kreisablesung: H. Lautenschlager Sekretär: W. Müller  
 Wetter: Cirren, windig, 11°C

E - W	46°25'23"94	+0"61	-3'17"68	-0"03
W - E	25.16	-0.61	18.86	+1.15
E - W	24.90	-0.35	16.00	-1.71
W - E	25.02	-0.47	18.04	+0.33
E - W	24.72	-0.17	16.94	-0.77
W - E	24.22	+0.33	17.68	-0.03
E - W	23.96	+0.59	17.46	-0.25
W - E	24.49	+0.06	19.01	+1.30
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	46°25'24"55 ±0"17	±0"47	-3'17"71 ±0"35	±0"98

Tabelle 33 (Fortsetzung)

Die beobachteten Breiten  
Station: La Dôle Pfeiler

Instrument: T4 Nr.86 968

Okularlage	Breite $\phi$	$v_{\phi}$	Zenitpunkt- fehler $V_0$	$V_{V_0}$
Serie 4 28. 7. 1965		20 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> - 22 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup>		Weltzeit
Beobachter: W. Keller		Kreisablesung: W. Keller		Sekretär: W. Müller
Wetter: schön, windig, 7°C				
W - E	46°25'25"06	+1"04	-3'38"55	+0"39
E - W	25.88	+0.22	37.26	-0.90
W - E	24.07	+2.03	38.58	+0.42
E - W	25.22	+0.88	37.62	-0.54
W - E	27.67	-1.57	37.69	-0.47
E - W	25.92	+0.18	39.58	+1.42
W - E	27.86	-1.76	37.76	-0.40
E - W	27.10	-1.00	38.25	+0.09
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	46°25'26"10 ±0"47	±1"34	-3'38"16 ±0"26	±0"74

Serie 5 3. 8. 1965 21<sup>h</sup>17<sup>m</sup> - 22<sup>h</sup>30<sup>m</sup> Weltzeit  
Beobachter: H. Müller Kreisablesung: H. Müller Sekretär: W. Müller  
W. Schneibel  
Wetter: schön, 6°C

W - E	46°25'23"73	+3"15	+ 3"59	-1"59
E - W	26.06	+0.82	0.90	+1.10
W - E	25.99	+0.89	1.02	+0.98
E - W	26.69	+0.19	0.51	+1.49
W - E	28.96	-2.08	1.80	+0.20
E - W	28.62	-1.74	2.04	-0.04
W - E	27.54	-0.66	2.30	-0.30
E - W	27.45	-0.57	3.81	-1.81
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	46°25'26"88 ±0"59	±1"67	+ 2"00 ±0"43	±1"21

Serie 6 6. 8. 1965 0<sup>h</sup>13<sup>m</sup> - 01<sup>h</sup>09<sup>m</sup> Weltzeit  
Beobachter: H. Müller Kreisablesung: H. Müller Sekretär: W. Müller,  
W. Schneibel  
Wetter: schön, stark windig, 17°5C

W - E	46°25'23"50	+0"93	-2'25"16	+1"21
E - W	24.46	-0.03	23.15	-0.80
W - E	23.32	+1.11	23.08	-0.87
E - W	24.02	+0.41	24.58	+0.63
W - E	25.30	-0.87	24.86	+0.91
E - W	23.97	+0.46	22.55	-1.40
W - E	26.08	-1.65	24.88	+0.93
E - W	24.76	-0.33	23.36	-0.59
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	46°25'24"43 ±0"33	±0"93	-2'23"95 ±0"36	±1"02

Tabelle 33 (Fortsetzung)

Die beobachteten Breiten  
Station: La Dôle Pfeiler

Instrument: T4 Nr.86 968

Okularlage	Breite $\phi$	$V_{\phi}$	Zenitpunkt- fehler $V_0$	$V_{V_0}$
Serie 7 10. 8. 1965		$20^{\text{h}}15^{\text{m}} - 21^{\text{h}}18^{\text{m}}$	Weltzeit	
Beobachter: H. Müller		Kreisablesung: H. Müller	Sekretär: W. Müller, W. Schneibel	
Wetter: zuerst klar, am Schluss stark bewölkt, feucht, Okular und Niveau oft beschlagen, 7°C				
W - E	46°25'24"50	+0"86	-2'36"72	+0"95
E - W	25.56	-0.20	35.44	-0.33
W - E	25.11	+0.25	34.87	-0.90
E - W	24.86	+0.50	37.26	+1.49
W - E	24.70	+0.66	35.41	-0.36
E - W	26.26	-0.90	36.68	+0.91
W - E	25.78	-0.42	34.74	-1.03
E - W	26.12	-0.76	35.04	-0.73
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	46°25'25"36 ±0"23	±0"66	-2'35"77 ±0"34	±0"97

Tabelle 34

Astronomische Breite

La Dôle Zentrum

T4 Nr.86 968

 $\xi$ -Komponente der Lotabweichung

Serie	Datum 1965	Weltzeit	Beobach- ter	Paar- zahl	Reduktion auf das Zentrum	Reduktion auf den CIO	Astronomische Breite	v
1	12.7.	$23^{\text{h}}17^{\text{m}} - 24^{\text{h}}46^{\text{m}}$	Keller	8	+0"13	0"00	46°25'23"37 ±0"26	+1'65
2	13.7.	22 54 - 23 56	Keller	8	+0.13	0.00	24.14 0.26	+0.88
3	14.7.	22 34 - 23 35	Keller	8	+0.13	-0.01	24.67 0.17	+0.35
4	28.7.	20 52 - 22 16	Keller	8	+0.13	-0.06	26.17 0.47	-1.15
5	3.8.	21 17 - 22 30	Müller	8	+0.13	-0.08	26.93 0.59	-1.91
6	6.8.	0 13 - 01 09	Müller	8	+0.13	-0.08	24.48 0.33	+0.54
7	10.8.	20 15 - 21 18	Müller	8	+0.13	-0.09	25.40 0.23	-0.38
							±	
Definitive astronomische Breite							46°25'25"02 0"46	
Ellipsoidische Breite							46°25'35"96	
Astronomische minus ellipsoidische Breite = $\xi$							-10"94	

#### 4.2.2 *La Dôle*

Auf der La Dôle wurden die Breitenbestimmungen mit dem T4 Nr. 86968 auf dem 1965 daselbst errichteten Pfeiler durchgeführt, wobei man hier 7 Serien mit jeweils 8 Paaren erhielt. Die Ergebnisse für die einzelnen Beobachtungen sind in der Tabelle 33 zusammengestellt, die genauso wie die Tabelle 31 angeordnet ist, und in der Tabelle 34 findet man ganz analog zur Tabelle 32 für alle Serien die auf das Zentrum des Triangulationspunktes und auf den CIO reduzierten Breiten, wie sie sich mit den Angaben in 1.2 und mit den Daten in den Monthly Notes des IPMS errechnen, ferner den definitiven Mittelwert der astronomischen Breite und die  $\xi$ -Komponente der Lotabweichung. Der mittlere Fehler der definitiven Breite wurde aus den Verbesserungen der 7 Serienwerte gerechnet.

Die mittleren Fehler der Breiten der einzelnen Serien sind bei Keller ein wenig kleiner als bei den Messungen auf den Rochers-de-Naye, bei Müller etwas grösser, die des Indexfehlers sind im Durchschnitt gleich gross. Deutlich zeigt sich aber die schon früher gelegentlich beobachtete Tatsache, dass der Zenitpunktfehler bei den einzelnen Serien sehr verschieden ist. Auch wenn er einmal durch Verstellen des Höhenkreises nahezu zum Verschwinden gebracht worden war wie am 3. August, so tritt er bereits bei der nächsten Serie wieder sehr merklich auf und ändert sich von Serie zu Serie ständig. Da beim T4 Nr. 86968 im Gegensatz zum T4 Nr. 33112 der Höhenkreis verstellbar ist, verschiebt sich offenbar der Höhenkreis beim Einpacken und Aufbauen des Instruments selbständig. Während einer Serie ändert sich aber der Zenitpunktfehler offensichtlich nicht, die Streuung ist von der gleichen Grössenordnung wie beim T4 Nr. 33112, auch ist kein systematischer Gang zu erkennen.

Ein Zusammenhang des mittleren Fehlers einer Serie mit dem Wetter lässt sich nicht herauslesen. Die grössten mittleren Fehler bei den Serien 4 und 5 treten zwar bei relativ niedrigen Temperaturen auf, doch ist bei der Serie 7 die Temperatur bei einem recht kleinen mittleren Fehler genau so niedrig. Auch zum Wind besteht keine deutliche Beziehung; bei Serie 5 wurde kein Wind vermerkt, bei Serie 4 mässiger Wind, andererseits war bei den Serien 1, 2, 6 bei starkem Wind der mittlere Fehler kleiner als im Durchschnitt.

Ganz wesentlich grösser als auf den Rochers-de-Naye ist aber auf der La Dôle die Streuung der Mittelwerte der einzelnen Serien, hier fallen die Serien 1 und 5 besonders aus dem Rahmen. Das Wetter war in beiden Fällen gut, bei Serie 1 herrschte zeitweilig starker Wind, auch wurde notiert, dass bisweilen die Kollimationslibelle sehr unruhig war, doch ist dies auch sonst oft beobachtet worden, und bei Serie 1 war im übrigen der mittlere Fehler klein, bei Serie 5 allerdings gross. Es verbleiben zur Erklärung nur Refraktionsanomalien und instrumentelle Einflüsse.

Im Jahre 1900 ist auf der La Dôle die Breite von Niethammer bestimmt worden (Bd. 10 dieser Reihe), und zwar einerseits durch Messungen von Sternen im Meridian, andererseits auch durch Messungen von Sternen im ersten Vertikal. Niethammer beobachtete auf einem Pfeiler, der etwa 13 m westlich vom Pfeiler 1965 ziemlich auf der gleichen Höhe in ebenem Gelände stand; man sollte also etwa die gleiche Lotabweichung erwarten. Niethammers Wert  $\xi = -10,71''$  passt auch recht gut zu dem jetzt gefundenen Wert  $\xi = -10,94''$ .

#### 4.2.3 *Monte Generoso*

Auf dem Monte Generoso stand für die Breitenbestimmungen der T4 Nr. 86968 zur Verfügung, und die Messungen erfolgten auf dem im Zentrum des Triangulationspunktes aufgestellten Pfeiler. Wie üblich wechselten die Beobachter nach der Halbzeit und es wurden insgesamt 7 Serien mit 8, einmal 9 Sternpaaren erhalten. Die Ergebnisse der Messungen jedes Paares sind in der Tabelle 35 in der gewohnten Weise angeordnet, und die Tabelle 36 bringt die auf den CIO reduzierten Serienmittel, den endgültigen Wert der astronomischen Breite und die  $\xi$ -Komponente der Lotabweichung sowie den aus den Verbesserungen der 7 Serienmittel gerechneten mittleren Fehler vom Gesamtmittel.

Die mittleren Fehler der einzelnen Serien sind etwas grösser als bei den früheren Messungen, besonders bei Danial, und zwar sowohl die der Breiten wie die des Zenitpunktfehlers, der im übrigen, wie schon auf der La Dôle bei diesem Instrument festgestellt worden war, bei den einzelnen Serien recht verschieden ist, aber innerhalb einer Serie keinen systematischen Gang aufweist. Die starke Streuung der einzelnen gemessenen Breiten wird man sicherlich zum Teil auf den meist vorhandenen starken und vor allem oft böigen Wind zurückführen können, wie es bei den Serien 3, 5 und 6 vermerkt ist, bei der Serie 7 haben offensichtlich Mückenschwärme den Beobachter sehr gestört; ist kein Wind oder gleichmässiger Wind vorhanden, so sind die mittleren Fehler stets merklich kleiner. Die Streuung der Serienmittel ist etwas kleiner als auf der La Dôle, aber immer noch erheblich grösser als auf den Rochers-de-Naye. Da der Monte Generoso nach drei Seiten hin ziemlich schroff abfällt, sind Refraktionsanomalien ziemlich wahrscheinlich.

Tabelle 35

Die beobachteten Breiten

Station: Monte Generoso Pfeiler = Zentrum

Instrument: T4 Nr.86 968

Okularlage	Breite $\phi$	$v_{\phi}$	Zenitpunkt- fehler $V_0$	$V_{V_0}$
Serie 1 26. 8. 1966		$23^{\text{h}}26^{\text{m}} - 24^{\text{h}}52^{\text{m}}$	Weltzeit	
Beobachter: H. Müller		Kreisablesung: W. Wattenhofer	Sekretär: W. Schneibel	
Wetter: leicht bewölkt, wenig Wind, 7°C				
W - E	45°55'34"25	+0"36	-1'24"05	+0"50
E - W	33.54	+1.07	22.16	-1.39
W - E	34.16	+0.45	23.12	-0.43
E - W	35.12	-0.51	23.54	-0.01
W - E	34.19	+0.42	23.41	-0.14
E - W	35.14	-0.53	24.00	+0.45
W - E	36.74	-2.13	23.03	-0.52
E - W	35.24	-0.63	24.78	+1.23
W - E	33.14	+1.47	23.90	+0.35
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
9	45°55'34"61 ±0"36	±1"08	-1'23"55 ±0"25	±0"75

Serie 2 29. 8. 1966  $0^{\text{h}}29^{\text{m}} - 01^{\text{h}}35^{\text{m}}$  Weltzeit  
 Beobachter: H. Müller Kreisablesung: H. Müller Sekretär: W. Schneibel  
 Wetter: schön, 8°C

W - E	45°55'35"08	+0"12	-1'33"27	+0"45
E - W	35.20	0.00	31.70	-1.12
W - E	34.92	+0.28	33.32	+0.50
E - W	35.65	-0.45	34.74	+1.92
W - E	35.25	-0.05	33.05	+0.23
E - W	34.12	+1.08	31.96	-0.86
W - E	35.21	-0.01	31.36	-1.46
E - W	36.21	-1.01	33.19	+0.37
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	45°55'35"20 ±0"21	±0"60	-1'32"82 ±0"39	±1"10

Serie 3 31. 8. 1966  $23^{\text{h}}37^{\text{m}} - 24^{\text{h}}42^{\text{m}}$  Weltzeit  
 Beobachter: H. Müller Kreisablesung: H. Müller Sekretär: W. Schmid,  
 W. Müller

Wetter: stürmischer, böiger Wind, klar, 10°C

W - E	45°55'36"55	-0"03	- 26"31	-0"83
E - W	37.63	-1.11	27.41	+0.27
W - E	33.14	+3.38	28.38	+1.24
E - W	36.28	+0.24	27.00	-0.14
W - E	37.08	-0.56	26.68	-0.46
E - W	37.10	-0.58	25.52	-1.62
W - E	36.72	-0.20	29.06	+1.92
E - W	37.70	-1.18	26.72	-0.42
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	45°55'36"52 ±0"51	±1"45	- 27"14 ±0"40	±1"14

Tabelle 35 (Fortsetzung)

Die beobachteten Breiten

Station: Monte Generoso Pfeiler = Zentrum

Instrument: T4 Nr.86 968

Okularlage	Breite $\phi$	$v_{\phi}$	Zenitpunkt- fehler $V_0$	$V_{V_0}$
Serie 4	3. 9. 1966	22 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> - 24 <sup>h</sup> 02 <sup>m</sup>	Weltzeit	
Beobachter: N. Danial		Kreisablesung: W. Wattenhofer		Sekretär: W. Schmid
Wetter: schön, teils starker Wind, 12°C				
W - E	45°55'35"98	+1"48	-50"84	-0"38
E - W	36.25	+1.21	52.82	+1.60
W - E	37.05	+0.41	50.94	-0.28
E - W	37.02	+0.44	51.52	+0.30
W - E	38.33	-0.87	50.08	-1.14
E - W	38.30	-0.84	52.14	+0.92
W - E	38.54	-1.08	52.14	+0.92
E - W	38.18	-0.72	49.24	-1.98
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	45°55'37"46 ±0"36	±1"01	-51"22 ±0"42	±1"18

Serie 5 5. 9. 1966 23<sup>h</sup>36<sup>m</sup> - 24<sup>h</sup>39<sup>m</sup> Weltzeit  
 Beobachter: N. Danial Kreisablesung: W. Schmid Sekretär: W. Wattenhofer  
 Wetter: schön, sehr starker, teils böiger Wind, 12°C

E - W	45°55'34"44	+1"31	-1'17"82	+0"16
W - E	36.60	-0.85	12.68	-4.98
E - W	34.32	+1.43	18.86	+1.20
W - E	36.02	-0.27	17.04	-0.62
E - W	37.26	-1.51	20.70	+3.04
W - E	33.36	+2.39	17.98	+0.32
E - W	37.80	-2.05	19.40	+1.74
W - E	36.21	-0.46	16.79	-0.87
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	45°55'35"75 ±0"55	±1"56	-1'17"66 ±0"84	±2"38

Serie 6 6. 9. 1966 21<sup>h</sup>49<sup>m</sup> - 22<sup>h</sup>58<sup>m</sup> Weltzeit  
 Beobachter: N. Danial Kreisablesung: W. Schmid Sekretär: W. Wattenhofer  
 Wetter: schön, starker, teils böiger Wind, 16°C

W - E	45°55'36"32	+1"22	-1'18"06	+1"42
E - W	38.84	-1.30	17.50	+0.86
W - E	37.05	+0.49	14.65	-1.99
E - W	37.98	-0.44	16.44	-0.20
W - E	37.65	-0.11	16.77	+0.13
E - W	39.34	-1.80	18.83	+2.19
W - E	36.30	+1.24	15.96	-0.68
E - W	36.84	+0.70	14.92	-1.72
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	45°55'37"54 ±0"40	±1"13	-1'16"64 ±0"52	±1"46

Tabelle 35 (Fortsetzung)

Die beobachteten Breiten

Station: Monte Generoso Pfeiler = Zentrum

Instrument: T4 Nr.86 968

Okularlage	Breite $\phi$	$v_{\phi}$	Zenitpunkt- fehler $V_0$	$V_{V_0}$
Serie 7	7. 9. 1966	$18^h 47^m - 19^h 48^m$	Weltzeit	
Beobachter: N. Danial		Kreisablesung: W. Schmid		Sekretär: W. Wattenhofer
Wetter: schön, 16°C, Beobachter durch Mücken gestört				
W - E	45°55'33"86	+2"27	-08"91	+1"12
E - W	35.46	+0.67	04.90	-2.89
W - E	35.61	+0.52	07.61	-0.18
E - W	36.98	-0.85	07.96	+0.17
W - E	37.46	-1.33	08.70	+0.91
E - W	36.70	-0.57	08.00	+0.21
W - E	37.92	-1.79	09.38	+1.59
E - W	35.08	+1.05	06.88	-0.91
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	45°55'36"13 ±0"48	±1"36	-07"79 ±0"50	±1"41

Tabelle 36

Astronomische Breite

Monte Generoso Zentrum

T4 Nr.86 968

$\xi$ -Komponente der Lotabweichung

Serie	Datum 1966	Weltzeit	Beobach- ter	Paar- zahl	Reduktion auf das Zentrum	Reduktion auf den CIO	Astronomische Breite	$v$
1	26.8.	$23^h 26^m - 24^h 52^m$	Müller	9	0	+0"06	45°55'34"67 ±0"36	+1"54
2	29.8.	0 29 - 01 35	Müller	8	0	+0.06	35.26 0.21	+0.95
3	31.8.	23 37 - 24 42	Müller	8	0	+0.05	36.57 0.51	-0.36
4	3.9.	22 45 - 24 02	Danial	8	0	+0.04	37.50 0.36	-1.29
5	5.9.	23 36 - 24 39	Danial	8	0	+0.03	35.78 0.55	+0.43
6	6.9.	21 49 - 22 58	Danial	8	0	+0.03	37.57 0.40	-1.36
7	7.9.	18 47 - 19 48	Danial	8	0	+0.02	36.15 0.48	+0.06
							±	
Definitive astronomische Breite							45°55'36"21	0"41
Ellipsoidische Breite							45°55'56"93	
Astronomische minus ellipsoidische Breite = $\xi$							-20"72	

Auf dem Monte Generoso sind schon zweimal Breitenbestimmungen durchgeführt worden, 1895 von Messerschmitt (Bd. 9 dieser Reihe) und 1939 von Engi (Bd. 24); beide Messungen erfolgten aber nicht auf dem Gipfel des Monte Generoso, sondern 100 m tiefer und 558 m bzw. 541 m süd-südwestlich vom Triangulationspunkt auf ziemlich ebenem, nach Süden flach, nur nach Norden steil abfallendem Gelände. Messerschmitt erhielt für die  $\xi$ -Komponente der Lotabweichung  $-23,02''$ , Engi  $-23,52''$ , und bei dem geringen Abstand dieser beiden Stationen von etwa 22 m und nach dem Geländeverlauf zu urteilen, sollte der  $\xi$ -Wert auf diesen beiden Punkten ziemlich gleich sein, hingegen ist ein beträchtlicher Unterschied gegen den  $\xi$ -Wert auf dem Gipfel zu erwarten, wo der astronomische Zenit entsprechend den topographischen Verhältnissen ganz sicher weniger weit südlich liegt als auf den Stationen von Messerschmitt und Engi, wie der jetzige Befund auch bestätigt.

#### 4.2.4 *Campo dei Fiori*

Auf dem Campo dei Fiori wurden die Breitenbestimmungen mit dem T4 Nr.33112 durchgeführt, der auf dem im Zentrum des Triangulationspunktes vorhandenen eisernen Pfeiler aufgestellt war; es gelangen in der kurzen Zeit vom 26. August bis zum 7. September neben den Längenbestimmungen und den Azimutmessungen 6 Serien von Breitenbestimmungen mit meist 8 Sternpaaren. In den beiden Tabellen 37 und 38 sind in der gewohnten Anordnung die Messresultate der einzelnen Sternpaare und die Serienmittel mit ihrem mittleren Fehler sowie die auf den CIO reduzierten Serienmittel, die definitive astronomische Breite mit ihrem aus den Verbesserungen der einzelnen Serienmittel berechneten mittleren Fehler und die  $\xi$ -Komponente der Lotabweichung zusammengestellt.

Die mittleren Fehler der einzelnen Serien sind von der üblichen Grössenordnung, sie sind bei Danial etwas grösser als bei Müller, ferner sind sie diesmal beim Indexfehler durchweg merklich grösser als bei den Breiten; der Indexfehler selber dagegen variiert bei diesem T4, dessen Höhenkreis nicht verstellbar ist, nur ganz unwesentlich, er bleibt in diesem Zeitraum praktisch konstant. Das Wetter war im allgemeinen recht günstig und meist herrschte wenig Wind, so ist auch kein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem mittleren Fehler und dem Wetter zu erkennen. Die Serienmittel streuen ebenfalls verhältnismässig wenig, die stärksten Abweichungen zeigen sich bei den beiden ersten Serien, wo gerade die Wetterlage ganz ähnlich war, nur war es das eine Mal feucht, das andere Mal trocken, wodurch vielleicht ein instrumenteller Effekt bewirkt wurde. Der Breitenwert der Serie 4, wo Nordföhn herrschte, weicht nur wenig vom endgültigen Mittelwert ab, dessen mittlerer Fehler etwa von der gleichen Grösse ist wie auf den Rochers-de-Naye, also ein befriedigendes Resultat.

#### 4.2.5 *Sauverny*

Auf Wunsch des Genfer Observatoriums wurde auf dem Pfeiler der neuen Sternwarte von Genf in Sauverny, dessen astronomische Länge durch 32 Serien in den Jahren 1965 und 1966 recht zuverlässig ermittelt worden ist, auch noch eine Breitenbestimmung durchgeführt, wobei man sich allerdings aus Mangel an Zeit mit 2 Serien begnügte. Die Ergebnisse sollen kurz in diesem Band publiziert werden, da sie in Zusammenhang mit den Beobachtungen der Laplace-Punkte gewonnen wurden. Die Beobachtungen der einzelnen Sternpaare und der auf den CIO reduzierte Mittelwert finden sich in der Tabelle 39. Die mittleren Fehler beider Serien entsprechen den üblichen Erfahrungen, und die beiden Serienmittel weichen nur wenig voneinander ab; die Wetterlage war in beiden Fällen günstig, weil kein Wind herrschte. Da hier nur zwei Serien vorliegen, erschien es sinnvoller, den mittleren Fehler der endgültigen Breite nicht aus den Verbesserungen der beiden Serienmittel zu berechnen, sondern aus den Verbesserungen sämtlicher 16 Einzelmessungen auf das definitive Mittel.

#### 4.2.6 *Weissfluhgipfel*

Auf dem Weissfluhgipfel erfolgten die Breitenbestimmungen mit dem T4 Nr.86968, der auf dem dort errichteten Pfeiler aufgestellt war. Es wurden im ganzen 8 Serien mit stets 8 Sternpaaren gewonnen; es sollte in Anbetracht der infolge von Kälte und Wind schwierigen Beobachtungsbedingungen ein ausreichendes Beobachtungsmaterial zur Verfügung stehen. Im Gegensatz zu allen übrigen Laplace-Punkten wurden sämtliche Beobachtungen von dem gleichen Beobachter durchgeführt. Die Resultate der einzelnen Messungen und die endgültigen Ergebnisse für die astronomische Breite und die  $\xi$ -Komponente der Lotabweichung sind in der üblichen Weise in den beiden Tabellen 40 und 41 angeordnet.



Tabelle 37

Die beobachteten Breiten

Station: Campo dei Fiori Pfeiler = Zentrum

Instrument: T4 Nr.33 112

Okularlage	Breite $\phi$	$v_{\phi}$	Zenitpunkt- fehler $V_0$	$V_{V_0}$
Serie 1 26. 8. 1966			23 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> - 24 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	Weltzeit
Beobachter: N. Danial			Kreisablesung: M. Lienert	Sekretär: W. Müller
Wetter: schön, windstill, trocken, 8°C				
E - W	45°51'52"64	-1"08	+ 10"61	+2"91
E - W	49.48	+2.08	13.13	+0.39
W - E	51.18	+0.38	15.35	-1.83
E - W	51.60	-0.04	12.80	+0.72
W - E	51.37	+0.19	15.92	-2.40
E - W	52.99	-1.43	13.48	+0.04
W - E	51.67	-0.11	14.73	-1.21
E - W	51.56	0.00	12.17	+1.35
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	45°51'51"56 ±0"37	±1"05	+ 13"52 ±0"62	±1"75

Serie 2 28. 8. 1966 23<sup>h</sup>32<sup>m</sup> - 24<sup>h</sup>26<sup>m</sup> Weltzeit  
 Beobachter: N. Danial Kreisablesung: M. Lienert Sekretär: W. Müller  
 Wetter: schön, windstill, feucht, 9°C

E - W	45°51'49"62	+0"13	+ 10"88	+1"16
W - E	50.38	-0.63	12.63	-0.59
E - W	50.57	-0.82	13.43	-1.39
W - E	50.66	-0.91	11.00	+1.04
E - W	50.10	-0.35	10.49	+1.55
W - E	48.32	+1.43	11.62	+0.42
E - W	48.59	+1.16	14.24	-2.20
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
7	45°51'49"75 ±0"36	±0"95	+ 12"04 ±0"54	±1"42

Serie 3 3. 9. 1966 22<sup>h</sup>55<sup>m</sup> - 24<sup>h</sup>03<sup>m</sup> Weltzeit  
 Beobachter: H. Müller Kreisablesung: H. Müller Sekretär: W. Schneibel  
 C. Günther  
 Wetter: schön, 12°C

W - E	45°51'49"97	+0"74	+ 16"31	-2"09
E - W	49.66	+1.05	13.34	+0.88
W - E	49.82	+0.89	16.14	-1.92
E - W	51.85	-1.14	12.17	+2.05
W - E	51.06	-0.35	13.46	+0.76
E - W	50.66	+0.05	14.22	0.00
W - E	51.75	-1.04	14.43	-0.21
E - W	50.95	-0.24	13.68	+0.54
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	45°51'50"71 ±0"30	±0"85	+ 14"22 ±0"50	±1"41

Tabelle 37 (Fortsetzung)

Die beobachteten Breiten

Station: Campo dei Fiori Pfeiler = Zentrum

Instrument: T4 Nr.33 112

Okularlage	Breite $\phi$	$v_{\phi}$	Zenitpunkt- fehler $V_0$	$V_0$
Serie 4	5. 9. 1966	20 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup> - 21 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> ; 22 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> - 23 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup>		Weltzeit
Beobachter: H. Müller		Kreisablesung: M. Lienert		Sekretär: W. Schneibel
Wetter: schön, starker Wind, Nordföhn, 14°C				
W - E	45°51'50"52	-0"27	+ 14"33	-1"68
E - W	50.34	-0.09	11.98	+0.67
W - E	49.62	+0.63	13.01	-0.36
E - W	50.39	-0.14	11.96	+0.69
W - E	51.69	-1.44	13.98	-1.33
E - W	48.24	+2.01	12.15	+0.50
W - E	50.27	-0.02	11.33	+1.32
E - W	50.89	-0.64	12.47	+0.18
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	45°51'50"25 ±0"35	±1"00	+ 12"65 ±0"37	±1"05

Serie 5	6. 9. 1966	21 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup> - 22 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup>		Weltzeit
Beobachter: H. Müller		Kreisablesung: M. Lienert		Sekretär: W. Schneibel
Wetter: schön, unten starker Dunst, mässiger Nord-West-Wind, später abflauend, 16°C				
W - E	45°51'49"94	+1"14	+ 10"56	+2"53
E - W	49.09	+1.99	13.00	+0.09
W - E	52.39	-1.31	14.76	-1.67
E - W	51.48	-0.40	11.81	+1.28
W - E	50.64	+0.44	16.05	-2.96
E - W	51.95	-0.87	12.84	+0.25
W - E	51.08	0.00	13.62	-0.53
E - W	52.10	-1.02	12.09	+1.00
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	45°51'51"08 ±0"40	±1"14	+ 13"09 ±0"61	±1"73

Serie 6	7. 9. 1966	20 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> - 21 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>		Weltzeit
Beobachter: H. Müller		Kreisablesung: M. Lienert		Sekretär: W. Schneibel
Wetter: schön, stark dunstig, leichter Wind, 15.5°C				
W - E	45°51'50"56	-0"42	+ 13"10	-1"51
E - W	51.04	-0.90	11.39	+0.20
W - E	50.41	-0.27	12.09	-0.50
E - W	50.11	+0.03	10.02	+1.57
W - E	50.22	-0.08	10.57	+1.02
E - W	50.07	+0.07	10.73	+0.86
W - E	49.12	+1.02	12.12	-0.53
E - W	49.60	+0.54	12.69	-1.10
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	45°51'50"14 ±0"21	±0"59	+ 11"59 ±0"39	±1"09

Tabelle 38

Astronomische Breite

Campo dei Fiori Zentrum

T4 Nr.33 112

 $\xi$ -Komponente der Lotabweichung

Serie	Datum 1966	Weltzeit		Beobach- ter	Paar- zahl	Reduktion auf das Zentrum	Reduktion auf den CIO	Astronomische Breite		$\nu$
		h m	h m					$\pm$	$\pm$	
1	26.8.	23 27	- 24 40	Danial	8	0	+0"06	45°51'51"62	0"37	-1"00
2	28.8.	23 32	- 24 26	Danial	7	0	+0.06	49.81	0.36	+0.81
3	3.9.	22 55	- 24 03	Müller	8	0	+0.04	50.75	0.30	-0.13
4	5.9.	20 54	- 21 05	Müller	8	0	+0.03	50.28	0.35	+0.34
		22 33	- 23 16							
5	6.9.	21 54	- 22 46	Müller	8	0	+0.03	51.11	0.40	-0.49
6	7.9.	20 39	- 21 32	Müller	8	0	+0.02	50.16	0.21	+0.46
								$\pm$		
Definitive astronomische Breite								45°51'50"62	0"27	
Ellipsoidische Breite								45°52'12"22		
Astronomische minus ellipsoidische Breite = $\xi$								-21"60		

Die mittleren Fehler der einzelnen Serien sind hier bei den Breiten im Durchschnitt eher etwas kleiner als sonst, beim Indexfehler wie meist stets grösser als bei den Breiten; ein Zusammenhang mit dem Wetter ist nicht zu erkennen. Der Zenitpunktfehler variiert von Serie zu Serie, teils wenig, teils erheblich, wie stets bei diesem T4 festgestellt wurde, doch zeigt sich innerhalb einer Serie nirgends ein systematischer Gang, auch ist die Streuung von der gleichen Grössenordnung wie beim T4 Nr.33112, dessen Höhenkreis nicht verstellbar ist. Die Abweichungen der Serienmittel vom endgültigen Wert der Breite sind hier wieder ziemlich beträchtlich, von der gleichen Grössenordnung wie auf dem Monte Generoso und etwas kleiner als auf der La Dôle. Bei der exponierten Lage des recht hohen Gipfels ist dies nicht unerwartet, Refraktionsanomalien sind nicht unwahrscheinlich, instrumentelle Effekte können bei den ziemlich niedrigen Temperaturen, beim meist vorhandenen Wind, bei oft extremer Feuchtigkeit eine beachtliche Rolle spielen. Bei den Serien 5 und 6, wo die Abweichungen vom Mittelwert erheblich sind und das entgegengesetzte Vorzeichen haben, ist auch die Windrichtung nahezu entgegengesetzt; bei der Serie 8 ist die Abweichung ebenfalls gross und hat das gleiche Vorzeichen wie bei der Serie 6, in beiden Fällen herrschte Nordwind, am 5. September noch stärker als am 8. September. Das kann natürlich ein Zufall sein, da das Material viel zu klein für einen zwingenden Beweis ist, es soll aber wieder darauf hingewiesen werden, dass es doch recht wünschenswert ist, wenn bei astronomischen Beobachtungen möglichst detaillierte Angaben über das Wetter und über die Windrichtung gemacht werden, man könnte dann vielleicht doch eher nützliche Schlüsse daraus ziehen.

#### 4.2.7 Rötiflüh

Auf der Rötiflüh hatte man auf die Errichtung eines Pfeilers verzichtet, der T4 Nr.86968 war hier auf einem Stativ 2 m südöstlich vom Zentrum aufgestellt, wo die Sicht im Meridian durch die Pyramide über dem Zentrum des Triangulationspunktes in keiner Weise behindert war. Es wurden 5 Serien von Breitenbestimmungen mit je 8 Sternpaaren durchgeführt, vier von H. Müller, eine von F. Brandenberger. Die Ergebnisse der Messungen aller Sternpaare mit den dabei interessierenden Angaben finden sich nach Beobachtungsabenden geordnet in der Tabelle 42, während die Tabelle 43 die auf das Zentrum und den CIO reduzierten Serienmittel sowie die definitive Breite mit ihrem mittleren Fehler und die  $\xi$ -Komponente der Lotabweichung bringt.

Die mittleren Fehler der einzelnen Serien sind von der üblichen Grössenordnung; der von Brandenbergers Serie ist etwas grösser, vielleicht durch zeitweilig auftretenden stärkeren Wind bedingt. Die mittleren Fehler des Indexfehlers sind diesmal kaum grösser als die der Breiten; der Zenitpunktfehler variiert bei den ersten 4 Serien nur geringfügig, hat sich aber bei der letzten Serie sehr stark, um fast 8', geändert. Die Serienmittel streuen bemerkenswert wenig, der aus den Verbesserungen der Serienmittel auf den definitiven Mittelwert der Breite gerechnete mittlere Fehler ist mit  $\pm 0,08''$  ungewöhnlich klein, obwohl nur 5 Serien vorliegen, während es auf den andern Stationen stets 6-8 Serien waren. Würde man einmal anders als bisher den mittleren Fehler aus allen 40 Sternpaaren ohne Rücksicht auf die Abende rechnen, so erhielte man für den mittleren Fehler jeder einzelnen Bestimmung

Tabelle 39

Die beobachteten Breiten

Station: Sauvigny, Neubau des Observatoriums Genf, Mittelpfeiler Instrument: T4 Nr.33112

Okularlage	Breite $\phi$	$v_{\phi}$	Zenitpunkt- fehler $V_0$	$V_{V_0}$
Serie 1	14. 9. 1966	$22^{\text{h}}49^{\text{m}} - 23^{\text{h}}58^{\text{m}}$	Weltzeit	
Beobachter: H. Müller		Kreisablesung: H. Müller	Sekretär: M. Lienert	
Wetter: schön, teils etwas Cirren, fast windstill, 9.5°C				
W - E	46°18'25"19	-1"06	+ 15"19	-0"11
E - W	23.71	+0.42	14.77	+0.31
W - E	24.07	+0.06	14.91	+0.17
E - W	23.52	+0.61	15.16	-0.08
W - E	22.91	+1.22	14.69	+0.39
E - W	23.61	+0.52	15.89	-0.81
W - E	24.51	-0.38	15.00	+0.08
E - W	25.54	-1.41	15.00	+0.08
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	46°18'24"13 ±0"32	±0"89	+ 15"08 ±0"13	±0"37
Reduktion auf den CIO -0"02				

Serie 2	20. 9. 1966	$22^{\text{h}}05^{\text{m}} - 23^{\text{h}}17^{\text{m}}$	Weltzeit	
Beobachter: N. Danial		Kreisablesung: N. Danial	Sekretär: W. Schneibel	
Wetter: schön, sehr dunstig, nahende Hochnebelschicht, feucht, 10°C				
W - E	46°18'23"99	+0"36	+ 15"81	-0"71
E - W	24.78	-0.43	13.94	+1.16
W - E	24.79	-0.44	16.31	-1.21
E - W	24.96	-0.61	14.44	+0.66
W - E	24.35	0.00	15.58	-0.48
E - W	24.47	-0.12	16.73	-1.63
W - E	22.33	+2.02	13.62	+1.48
E - W	25.15	-0.80	14.36	+0.74
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	46°18'24"35 ±0"32	±0"90	+ 15"10 ±0"41	±1"16
Reduktion auf den CIO -0"04				
Definitive astronomische Breite		46°18'24"21	±0"22	

Tabelle 40

Die beobachteten Breiten

Station: Weissfluhgipfel Pfeiler

Instrument: T4 Nr.86 968

Okularlage	Breite $\phi$	$v_{\phi}$	Zenitpunkt- fehler $V_0$	$V_{V_0}$
Serie 1	25. 8. 1968	$02^{\text{h}}09^{\text{m}} - 03^{\text{h}}00^{\text{m}}$	Weltzeit	
Beobachter: H. Müller		Kreisablesung: M. Bühlmann		Sekretär: W. Schneibel
Wetter: schön, feucht nach Nebel, +1°C				
W - E	46°50'19"07	-0"86	-1'44"69	-0"78
W - E	17.22	+0.99	47.48	+2.01
E - W	18.78	-0.57	44.74	-0.73
W - E	17.00	+1.21	45.60	+0.13
E - W	16.81	+1.40	46.82	+1.35
W - E	18.51	-0.30	44.93	-0.54
E - W	18.72	-0.51	46.32	+0.85
W - E	19.60	-1.39	43.21	-2.26
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	46°50'18"21 ±0"37	±1"05	-1'45"47 ±0"48	±1"37

Serie 2 26. 8. 1968  $0^{\text{h}}30^{\text{m}} - 01^{\text{h}}40^{\text{m}}$  Weltzeit  
 Beobachter: H. Müller Kreisablesung: M. Bühlmann Sekretär: W. Schneibel  
 Wetter: nach Gewitter am Abend später schön, +2.5°C

W - E	46°50'16"03	+0"39	-1'61"67	+0"66
E - W	17.26	-0.84	61.20	+0.19
W - E	16.04	+0.38	62.88	+1.87
E - W	16.17	+0.25	59.88	-1.13
W - E	17.49	-1.07	61.85	+0.84
E - W	17.06	-0.64	62.22	+1.21
W - E	14.73	+1.69	60.37	-0.64
E - W	16.58	-0.16	58.03	-2.98
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	46°50'16"42 ±0"31	±0"89	-2'01"01 ±0"55	±1"54

Serie 3 26. 8. 1968  $22^{\text{h}}27^{\text{m}} - 23^{\text{h}}14^{\text{m}}$  Weltzeit  
 Beobachter: H. Müller Kreisablesung: M. Bühlmann Sekretär: W. Schneibel  
 Wetter: schön, dunstig, teils Nebel, sehr feucht, Wetterleuchten, +3.5°C

W - E	46°50'17"56	-0"17	-1'58"28	+0"80
E - W	16.30	+1.09	58.08	+0.60
W - E	18.52	-1.13	57.20	-0.28
E - W	17.95	-0.56	56.18	-1.30
W - E	17.66	-0.27	56.60	-0.88
E - W	16.08	+1.31	56.03	-1.45
W - E	17.70	-0.31	58.54	+1.06
E - W	17.38	+0.01	58.90	+1.42
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	46°50'17"39 ±0"29	±0"82	-1'57"48 ±0"40	±1"12

Tabelle 40 (Fortsetzung)

Die beobachteten Breiten

Station: Weissfluhgipfel Pfeiler

Instrument: T4 Nr.86 968

Okularlage	Breite $\phi$	$v_{\phi}$	Zenitpunkt- fehler $V_0$	$V_{V_0}$
Serie 4	27. 8. 1968	22 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> - 23 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup>	Weltzeit	
Beobachter: H. Müller		Kreisablesung: M. Bühlmann		Sekretär: W. Schneibel
Wetter: nach Gewitter schön, starker Wind, +2°C				
W - E	46°50'15"61	+0"96	-1'56"73	+1"38
E - W	16.69	-0.12	56.19	+0.84
W - E	17.70	-1.13	56.04	+0.69
E - W	15.90	+0.67	55.14	-0.21
W - E	14.88	+1.69	54.56	-0.79
E - W	17.64	-1.07	54.46	-0.89
W - E	17.34	-0.77	56.07	+0.72
E - W	16.80	-0.23	53.60	-1.75
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	46°50'16"57 ±0"36	±1"02	-1'55"35 ±0"38	±1"08

Serie 5      1. 9. 1968      22<sup>h</sup>39<sup>m</sup> - 23<sup>h</sup>38<sup>m</sup>      Weltzeit  
 Beobachter: H. Müller      Kreisablesung: M. Bühlmann      Sekretär: W. Schneibel  
 Wetter: klar, ziemlich trocken, mässiger Süd-West-Wind, 0°C

W - E	46°50'15"52	+0"14	-2'59"62	+1"18
E - W	16.58	-0.92	59.44	+1.00
W - E	16.12	-0.46	58.30	-0.14
E - W	16.18	-0.52	58.59	+0.15
W - E	14.78	+0.88	58.32	-0.12
E - W	16.28	-0.62	57.78	-0.66
W - E	14.46	+1.20	57.22	-1.22
E - W	15.32	+0.34	58.24	-0.20
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	46°50'15"66 ±0"27	±0"76	-2'58"44 ±0"28	±0"79

Serie 6      5. 9. 1968      23<sup>h</sup>08<sup>m</sup> - 24<sup>h</sup>16<sup>m</sup>      Weltzeit  
 Beobachter: H. Müller      Kreisablesung: M. Bühlmann      Sekretär: W. Schneibel  
 Wetter: klar, starker Nordwind, Sterne unruhig, -1°C

W - E	46°50'17"46	+1"62	-3'06"33	+2"48
E - W	19.37	-0.29	04.10	+0.25
W - E	20.15	-1.07	03.32	-0.53
E - W	19.52	-0.44	04.32	+0.47
W - E	18.36	+0.72	02.14	-1.71
E - W	19.54	-0.46	04.24	+0.39
W - E	18.95	+0.13	02.85	-1.00
E - W	19.30	-0.22	03.52	-0.33
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	46°50'19"08 ±0"29	±0"83	-3'03"85 ±0"44	±1"25

Tabelle 40 (Fortsetzung)

Die beobachteten Breiten

Station: Weissfluhgipfel Pfeiler

Instrument: T4 Nr.86 968

Okularlage	Breite $\phi$	$v_{\phi}$	Zenitpunkt- fehler $V_0$	$V_{V_0}$
Serie 7	6. 9. 1968	22 <sup>h</sup> 08 <sup>m</sup> - 23 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup>	Weltzeit	
Beobachter: H. Müller		Kreisablesung: M. Bühlmann		Sekretär: W. Schneibel
Wetter: leicht bewölkt, Sterne teils sehr schwach, windstill, +2.5°C				
W - E	46°50'15"66	+1"14	-3'04"58	+2"05
E - W	16.42	+0.38	00.84	-1.69
W - E	18.10	-1.30	01.40	-1.13
E - W	17.82	-1.02	04.26	+1.73
W - E	16.94	-0.14	04.78	+2.25
E - W	17.20	-0.40	00.56	-1.97
W - E	16.70	+0.10	01.74	-0.79
E - W	15.60	+1.20	02.10	-0.43
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	46°50'16"80 ±0"32	±0"91	-3'02"53 ±0"61	±1"74

Serie 8 8. 9. 1968 20<sup>h</sup>08<sup>m</sup> - 21<sup>h</sup>16<sup>m</sup> Weltzeit  
 Beobachter: H. Müller Kreisablesung: M. Bühlmann Sekretär: W. Schneibel  
 Wetter: schön, mässiger Nordwind, +2°C

W - E	46°50'19"36	-0"74	-2'53"48	+0"31
E - W	19.34	-0.72	54.16	+0.99
W - E	18.02	+0.60	53.26	+0.09
E - W	17.98	+0.64	51.19	-1.98
W - E	18.38	+0.24	52.88	-0.29
E - W	18.33	+0.29	52.98	-0.19
W - E	18.60	+0.02	52.52	-0.65
E - W	18.98	-0.36	54.92	+1.75
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	46°50'18"62 ±0"19	±0"55	-2'53"17 ±0"39	±1"11

±0,95" und für den mittleren Fehler des Gesamtmittels ±0,15", also sogar etwas mehr als bei der Berechnung mit den Serienmitteln, während sonst der nach diesem Verfahren berechnete mittlere Fehler im Durchschnitt nur halb so gross ist wie der hier stets aufgeführte aus den Verbesserungen der Serienmittel errechnete. Letzterer ist diesmal allerdings ein wenig unsicher wegen der kleinen Anzahl der Serien. Welchem Wert des mittleren Fehlers man auch den Vorzug gibt, so ist er doch auf jeden Fall bemerkenswert klein, weit kleiner als auf allen anderen Stationen. Das mag ein Zufall sein, wird aber wahrscheinlich zumindestens zum Teil daran liegen, dass das Wetter an allen 5 Abenden recht ähnlich und angenehm war, es herrschte meist kein Wind, die Temperatur variierte wenig, etwa zwischen 12° und 15°C, es war im allgemeinen etwas dunstig und auch über die oft recht störende Feuchtigkeit ist nichts vermerkt, so dürften Refraktionsanomalien wie instrumentelle Effekte wenig verschieden und vermutlich auch klein gewesen sein.

#### 4.2.8 Wisenberg

Auch auf dem Wisenberg wurde auf einen Pfeiler verzichtet und der T4 Nr.33112 auf einem Stativ aufgebaut; der Betonboden auf dem Aussichtsturm ist hinreichend fest, so dass die Stativbeine sicher aufgestellt werden können, auch wäre für einen Pfeiler der Platz sehr beschränkt gewesen. Der Abstand von dem für astronomische Beobach-

Tabelle 41

Astronomische Breite  
 $\xi$ -Komponente der Lotabweichung

Weissfluhgipfel Pfeiler

T4 Nr.86 968

Serie	Datum 1968	Weltzeit		Beobach- ter	Paar- zahl	Reduktion auf das Zentrum	Reduktion auf den CIO	Astronomische Breite		v			
		h	m					h	m		$\pm$		
1	25.8.	02	09	-	03	00	Müller	8	0	-0 <sup>''</sup> 03	46°50'18 <sup>''</sup> 18	0 <sup>''</sup> 37	-0 <sup>''</sup> 85
2	26.8.	00	30	-	01	40	Müller	8	0	-0.03	16.39	0.31	+0.94
3	26.8.	22	27	-	23	14	Müller	8	0	-0.02	17.37	0.29	-0.04
4	27.8.	22	47	-	23	41	Müller	8	0	-0.02	16.55	0.36	+0.78
5	1.9.	22	39	-	23	38	Müller	8	0	-0.01	15.65	0.27	+1.68
6	5.9.	23	08	-	24	16	Müller	8	0	0.00	19.08	0.29	-1.75
7	6.9.	22	08	-	23	06	Müller	8	0	+0.01	16.81	0.32	+0.52
8	8.9.	20	08	-	21	16	Müller	8	0	+0.01	18.63	0.19	-1.30
								Definitive astronomische Breite			46°50'17 <sup>''</sup> 33	0 <sup>''</sup> 42	
								Ellipsoidische Breite			46°50'11 <sup>''</sup> 50		
								Astronomische minus ellipsoidische Breite = $\xi$			+ 5 <sup>''</sup> 83		

tungen unbrauchbaren Zentrum des Triangulationspunktes, das sich 14,5 m östlich, 1,2 m nördlich vom Beobachtungsstandpunkt befindet, ist zwar ziemlich gross, doch dürfte, nach den Geländebeziehungen zu urteilen, die Lotabweichung auf beiden Punkten wenig verschieden voneinander sein. Es wurden wie auf der Rötifluh 40 Sternpaare beobachtet, wobei die Messungen sich hier aber auf 6 Abende mit 4, 6 oder 8 Paaren pro Abend verteilen; Brandenberger war mit 24 Paaren an 4 Serien, Müller mit 16 Paaren an 2 Serien beteiligt.

Die Resultate der einzelnen Messungen sowie die auf das Zentrum des Triangulationspunktes und auf den CIO reduzierten Serienmittel, die definitive astronomische Breite und die  $\xi$ -Komponente der Lotabweichung sind in der üblichen Weise in den beiden Tabellen 44 und 45 angeordnet. Die mittleren Fehler der Breiten der einzelnen Serien sind im Durchschnitt eher etwas kleiner als sonst und für beide Beobachter ziemlich gleich, die mittleren Fehler des Zenitpunktfehlers sind erheblich grösser; auch ändert sich der Zenitpunktfehler selber von Serie zu Serie etwas mehr als sonst bei diesem Instrument, was allerdings zum Teil auf die geringere Zahl der Sternpaare pro Serie zurückzuführen ist. Die Streuung der Serienmittel der Breite hält sich in mässigen Grenzen, was vielleicht auch an dem meist ziemlich ähnlichen Wetter liegt; es herrschte im allgemeinen wenig Wind oder war sogar windstill, auch die Temperatur variierte nicht viel, etwa zwischen 15° und 19°C, was also für das Beobachten recht angenehm. Auffallend ist höchstens, dass die Verbesserungen der Serienmittel für beide Beobachter das entgegengesetzte Vorzeichen haben; da sie aber absolut genommen nicht gross sind, wäre es voreilig, aus diesen wenigen Werten Schlüsse auf eventuelle systematische Unterschiede zwischen beiden Beobachtern zu ziehen, zumal auch bei den Breitenmessungen auf der Rötifluh bei den gleichen Beobachtern nichts derartiges festzustellen ist.

Da bei den Breitenmessungen auf dem Wisenberg die Zahl der beobachteten Sternpaare bei 3 Serien zum Teil merklich kleiner war als bei den übrigen 3 Serien, schien es doch angebracht zu sein, diesmal den Serienwerten Gewichte nach der Zahl der Sternpaare zu geben. Praktisch ändert sich allerdings am Mittelwert und auch am mittleren Fehler nur sehr wenig, für die definitive Breite wurde aber hier der nach diesen Gewichten berechnete Mittelwert gewählt. Zu bemerken wäre noch, dass, wenn man auch hier einmal ausnahmsweise wie vorhin in 4.2.7 bei der Rötifluh den mittleren Fehler am Gesamtmittel aus den Verbesserungen der 40 Einzelmessungen auf das Gesamtmittel rechnet, man dafür den Wert  $\pm 0,14''$  erhält, also einen kleineren Betrag, als wenn man ihn aus den Serienmitteln rechnet, wie schon vorher erwähnt war und wie auch zu erwarten ist, da zwischen den  $\varphi$ -Werten einer Serie, also eines bestimmten Abends, eine Korrelation besteht. Wunderlin ist in Band 28, S. 138-141, auf diese Fragen ausführlicher eingegangen. Es wurde hier aber auf eine Berechnung des mittleren Fehlers nach der dort vorgeschlagenen Methode verzichtet, da der tatsächliche Wert des Korrelationskoeffizienten doch mit einer ziemlichen Unsicherheit behaftet ist. Für die Praxis dürfte der hier stets aus den Serienmitteln gewonnene mittlere Fehler bei der Anzahl von 5-8 Serien ein brauchbares Mass für die Genauigkeit der Breite sein.



Tabelle 42

Die beobachteten Breiten

Station: Rötifluh Exzenter 1970

Instrument: T4 Nr.86 968

Okularlage	Breite $\phi$	$v\phi$	Zenitpunkt- fehler $V_0$	$V_{V_0}$
Serie 1	2. 8. 1970	0 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> - 0 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup>		Weltzeit
Beobachter: H. Müller		Kreisablesung: M. Janett		Sekretär: W. Schneibel
Wetter: schön, sehr dunstig, Wind stossweise, 14.5°C				
W - E	47°15'24"54	-0"33	-1'36"40	+0"32
E - W	25.32	-1.11	35.14	-0.94
W - E	23.40	+0.81	37.24	+1.16
E - W	24.40	-0.19	36.08	0.00
W - E	24.52	-0.31	35.38	-0.70
E - W	24.08	+0.13	35.49	-0.59
W - E	24.38	-0.17	38.25	+2.17
E - W	23.07	+1.14	34.69	-1.39
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	47°15'24"21 ±0"25	±0"70	-1'36"08 ±0"42	±1"18

Serie 2 2. 8. 1970 23<sup>h</sup>13<sup>m</sup> - 24<sup>h</sup>23<sup>m</sup> Weltzeit  
 Beobachter: H. Müller Kreisablesung: M. Janett Sekretär: W. Schneibel  
 Wetter: schön, sehr dunstig, fast windstill, 14°C

W - E	47°15'23"88	+0"69	-1'36"08	+0"20
E - W	24.34	+0.23	36.14	+0.26
W - E	23.32	+1.25	35.66	-0.22
E - W	24.83	-0.26	35.14	-0.74
W - E	24.70	-0.13	36.10	+0.22
E - W	24.44	+0.13	35.74	-0.14
W - E	26.97	-2.40	37.53	+1.65
E - W	24.10	+0.47	34.68	-1.20
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	47°15'24"57 ±0"38	±1"08	-1'35"88 ±0"30	±0"84

Serie 3 3. 8. 1970 22<sup>h</sup>23<sup>m</sup> - 24<sup>h</sup>37<sup>m</sup> Weltzeit  
 Beobachter: H. Müller Kreisablesung: M. Janett Sekretär: W. Schneibel  
 Wetter: schön, dunstig, windstill, 14°C

W - E	47°15'24"54	+0"06	-1'42"36	+0"88
E - W	24.56	+0.04	42.10	+0.62
W - E	24.22	+0.38	42.66	+1.18
E - W	22.88	+1.72	41.94	+0.46
W - E	26.07	-1.47	40.31	-1.17
E - W	23.64	+0.96	40.90	-0.58
W - E	24.40	+0.20	41.50	+0.02
E - W	26.48	-1.88	40.04	-1.44
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	47°15'24"60 ±0"42	±1"18	-1'41"48 ±0"34	±0"97

Tabelle 42 (Fortsetzung)

Die beobachteten Breiten

Station: Rötifluh Exzenter 1970

Instrument: T4 Nr.86 968

Okularlage	Breite $\phi$	$v_\phi$	Zenitpunkt- fehler $V_0$	$V_{V_0}$
Serie 4	4. 8. 1970	22 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> - 23 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup>		Weltzeit
Beobachter: H. Müller		Kreisablesung: M. Janett		Sekretär: W. Schneibel
Wetter: bewölkt, ferne Gewitter, leichter Nord-Ost-Wind, 15.5°C				
W - E	47°15'24"25	+0"24	-1'36"35	-0"35
E - W	25.12	-0.63	36.32	-0.38
W - E	24.88	-0.39	38.18	+1.48
E - W	25.00	-0.51	35.08	-1.62
W - E	24.28	+0.21	36.20	-0.50
E - W	24.18	+0.31	38.01	+1.31
W - E	24.04	+0.45	36.50	-0.20
E - W	24.15	+0.34	36.99	+0.29
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	47°15'24"49 ±0"15	±0"44	-1'36"70 ±0"36	±1"01

Serie 5 13. 8. 1970 0<sup>h</sup>46<sup>m</sup> - 02<sup>h</sup>02<sup>m</sup> Weltzeit  
 Beobachter: F. Brandenberger Kreisablesung: M. Janett Sekretär: W. Schneibel  
 Wetter: klar, zuerst fast windstill, später teils starker Westwind, 11.5°C

W - E	47°15'22"35	+1"94	+6'13"66	+0"62
E - W	23.27	+1.02	13.83	+0.45
W - E	24.04	+0.25	14.04	+0.24
E - W	24.40	-0.11	16.62	-2.34
W - E	24.31	-0.02	12.41	+1.87
E - W	23.78	+0.51	15.02	-0.74
W - E	25.90	-1.61	13.86	+0.42
E - W	26.25	-1.96	14.76	-0.48
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	47°15'24"29 ±0"45	±1"29	+6'14"28 ±0"43	±1"23

Tabelle 43

Astronomische Breite

Rötifluh Zentrum

T4 Nr.86 968

 $\xi$ -Komponente der Lotabweichung

Serie	Datum 1970	Weltzeit	Beobach- ter	Paar- zahl	Reduktion auf das Zentrum	Reduktion auf den CIO	Astronomische Breite	$v$
		h m h m					$\pm$	
1	2.8.	0 00 - 0 56	Müller	8	+0"03	-0"19	47°15'24"05	0"25 +0"22
2	2.8.	23 13 - 24 23	Müller	8	+0.03	-0.19	24.41	0.38 -0.14
3	3.8.	22 23 - 24 37	Müller	8	+0.03	-0.19	24.44	0.42 -0.17
4	4.8.	22 45 - 23 56	Müller	8	+0.03	-0.19	24.33	0.15 -0.06
5	13.8.	0 46 - 02 02	Brandenber.	8	+0.03	-0.21	24.11	0.45 +0.16
Definitive astronomische Breite							47°15'24"27	$\pm$ 0.08
Ellipsoidische Breite							47°15'33"59	
Astronomische minus ellipsoidische Breite = $\xi$							- 9"32	

Tabelle 44

Die beobachteten Breiten

Station: Wisenberg Exzenter 1970 (Aussichtsturm)

Instrument: T4 Nr.33 112

Okularlage	Breite $\phi$	$v_{\phi}$	Zenitpunkt- fehler $V_0$	$V_{V_0}$
Serie 1	30. 7. 1970	$23^{\text{h}}26^{\text{m}} - 25^{\text{h}}38^{\text{m}}$	Weltzeit	
Beobachter: F. Brandenberger		Kreisablesung: V. Zeller		Sekretär: D. Schneider
Wetter: klar, mässiger Nord-Ost-Wind, 15°C				
W - E	47°24'07"10	+0"56	+13"98	-0"20
W - E	07.54	+0.12	13.44	+0.34
E - W	08.26	-0.60	13.78	0.00
W - E	08.66	-1.00	14.94	-1.16
E - W	08.18	-0.52	14.08	-0.30
W - E	08.06	-0.40	15.08	-1.30
E - W	07.32	+0.34	12.68	+1.10
W - E	06.16	+1.50	12.23	+1.55
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	47°24'07"66 ±0"28	±0"80	+13"78 ±0"35	±0"99

Serie 2 31. 7. 1970  $23^{\text{h}}49^{\text{m}} - 24^{\text{h}}41^{\text{m}}$  Weltzeit  
 Beobachter: F. Brandenberger Kreisablesung: V. Zeller Sekretär: D. Schneider  
 Wetter: klar, leichter West-Wind, 16.5°C

W - E	47°24'06"88	+0"49	+12"06	+0"38
E - W	07.96	-0.59	12.66	-0.22
W - E	06.36	+1.01	13.31	-0.87
E - W	08.27	-0.90	11.75	+0.69
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
4	47°24'07"37 ±0"45	±0"90	+12"44 ±0"34	±0"69

Serie 3 2. 8. 1970  $0^{\text{h}}22^{\text{m}} - 01^{\text{h}}30^{\text{m}}$  Weltzeit  
 Beobachter: F. Brandenberger Kreisablesung: V. Zeller Sekretär: D. Schneider  
 Wetter: klar, sehr feucht, leichter Nord-Wind, 16°C

E - W	47°24'07"60	-0"07	+16"13	+1"76
W - E	08.16	-0.63	18.31	-0.42
E - W	07.42	+0.11	16.96	+0.93
W - E	07.46	+0.07	19.98	-2.09
E - W	07.16	+0.37	17.12	+0.77
W - E	07.38	+0.15	18.86	-0.97
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
6	47°24'07"53 ±0"14	±0"34	+17"89 ±0"58	±1"42

Tabelle 44 (Fortsetzung)

Die beobachteten Breiten

Station: Wisenberg Exzenter 1970 (Aussichtsturm)

Instrument: T4 Nr.33 112

Okularlage	Breite $\phi$	$v_{\phi}$	Zenitpunkt- fehler $V_0$	$V_{V_0}$
Serie 4 2. 8. 1970 21 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> - 22 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> Weltzeit				
Beobachter: F. Brandenberger Kreisablesung: V. Zeller Sekretär: D. Schneider				
Wetter: klar, dunstig, feucht, windstill, 18°C				
E - W	47°24'07"54	+0"08	+ 15"33	+1"11
W - E	06.68	+0.94	18.26	-1.82
E - W	07.83	-0.21	16.27	+0.17
W - E	07.23	+0.39	17.23	-0.79
E - W	08.66	-1.04	15.86	+0.58
W - E	07.76	-0.14	15.72	+0.72
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
6	47°24'07"62 ±0"27	±0"66	+ 16"44 ±0"45	±1"10
Serie 5 13. 8. 1970 22 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> - 24 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> Weltzeit				
Beobachter: H. Müller Kreisablesung: V. Zeller Sekretär: D. Schneider				
Wetter: leicht bewölkt, schwacher Süd-Wind, 19°C, Sterne sehr unruhig				
W - E	47°24'06"50	-0"02	+ 12"76	+2"25
E - W	06.98	-0.50	17.66	-2.65
W - E	07.00	-0.52	15.08	-0.07
E - W	06.24	+0.24	15.65	-0.64
W - E	06.46	+0.02	13.08	+1.93
E - W	06.00	+0.48	16.66	-1.65
W - E	07.05	-0.57	14.42	+0.59
E - W	05.60	+0.88	14.75	+0.26
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	47°24'06"48 ±0"18	±0"52	+ 15"01 ±0"59	±1"66
Serie 6 15. 8. 1970 22 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> - 24 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> Weltzeit				
Beobachter: H. Müller Kreisablesung: V. Zeller Sekretär: D. Schneider				
Wetter: bewölkt, aber Zenitgend frei, schwacher West-Wind, 15.5°C				
W - E	47°24'05"26	+1"34	+ 14"47	+1"61
E - W	06.70	-0.10	19.02	-2.94
W - E	08.38	-1.78	14.16	+1.92
E - W	07.23	-0.63	16.98	-0.90
W - E	05.70	+0.90	15.68	+0.40
E - W	05.84	+0.76	17.20	-1.12
W - E	07.68	-1.08	15.45	+0.63
E - W	06.00	+0.60	15.65	+0.43
n	$\phi$	$m_e$	$V_0$	$m_e$
8	47°24'06"60 ±0"38	±1"09	+ 16"08 ±0"56	±1"59

Tabelle 45

Astronomische Breite

Wisenberg Zentrum

T4 Nr.33 112

 $\xi$ -Komponente der Lotabweichung

Serie	Datum 1970	Weltzeit		Beobach- ter	Paar- zahl	Reduktion auf das Zentrum	Reduktion auf den CIO	Astronomische Breite		$v$
		h m	h m					$\pm$		
1	30.7.	23 26	- 25 38	Brandenb.	8	+0"04	-0"18	47°24'07"52	0"28	-0"52
2	31.7.	23 49	- 24 41	Brandenb.	4	+0.04	-0.19	07.22	0.45	-0.22
3	2.8.	0 22	- 01 30	Brandenb.	6	+0.04	-0.19	07.38	0.14	-0.38
4	2.8.	21 05	- 22 14	Brandenb.	6	+0.04	-0.19	07.47	0.27	-0.47
5	13.8.	22 58	- 24 14	Müller	8	+0,04	-0.20	06.32	0.18	+0.68
6	15.8.	22 50	- 24 06	Müller	8	+0.04	-0.21	06.43	0.38	+0.57
Mittelwert, jeder Abend gleiches Gewicht								47°24'07"06	0"22	
Mittelwert mit Gewichten nach Zahl der Paare								47°24'07"00	0"23	
Definitive astronomische Breite								47°24'07"00	0"23	
Ellipsoidische Breite								47°24'13"73		
Astronomische minus ellipsoidische Breite = $\xi$								-6"73		

Von Interesse ist noch der Vergleich mit einer allerdings weit zurückliegenden Breitenbestimmung aus dem Jahre 1892. Im Zentrum des Triangulationspunktes sind von Hilfiker und Messerschmitt mit einem Repsold'schen Universalinstrument Breitenbestimmungen durch Messungen von Zenitdistanzen von Südsternen und von Polaris in der Nähe des Meridians sowie durch Beobachtungen einiger Sterne im ersten Vertikal durchgeführt worden (Band 8 dieser Reihe). Nach Reduktion auf den mittleren Pol gemäss Elmiger ergibt sich:

$$\varphi_{\text{astr.}} 47^{\circ}24'06,81'' \quad \xi = -6,92''$$

Der Unterschied gegen den 1970 erhaltenen Wert beträgt 0,2", so dass von einer befriedigenden Übereinstimmung gesprochen werden kann.

### 4.3 Einige Schlussbemerkungen zu den Breitenbestimmungen

An den Breitenbestimmungen waren als Beobachter Brandenberger, Danial, Keller und Müller beteiligt, wobei sich auf allen Stationen bis auf den Weissfluhgipfel stets zwei Beobachter abwechselten. Die mittleren Fehler der einzelnen Serien sind im Durchschnitt nicht sehr verschieden und sind auch für die einzelnen Beobachter ziemlich gleich, so dass es keinen grossen Sinn hätte, für die Beobachter verschiedene Gewichte einzuführen, atmosphärische und instrumentelle Effekte haben zweifellos einen grösseren Einfluss, wie die im allgemeinen stärkere Streuung der Serienmittel zeigt. Es ist genau die gleiche Erscheinung wie bei den Längenbestimmungen und bei den Azimutmessungen. Im einzelnen ist der aus den Abweichungen der Serienmittel vom Gesamtmittel berechnete mittlere Fehler am kleinsten bei der Rötiflüh, er hält sich in mässigen Grenzen zwischen 0,23" und 0,27" beim Wisenberg, bei den Rochers-de-Naye, beim Campo dei Fiori und liegt zwischen 0,41" und 0,46" beim Monte Generoso, bei der Weissflüh und bei der La Dôle. Es ist schwierig, für diese Reihenfolge eine vernünftige Erklärung zu finden. Es scheint eine gewisse Tendenz zu bestehen, dass mit zunehmender Meereshöhe, mit abnehmender Temperatur und mit grösseren Temperaturunterschieden an den einzelnen Abenden – drei Werte, die sich ungefähr konform miteinander ändern – auch die betrachteten mittleren Fehler zunehmen, was gerade in Hinblick auf instrumentelle Effekte nicht unplausibel wäre. Nicht ganz in dieses Schema passen die Rochers-de-Naye, die dabei zu gut abschneiden, wie auch der Weissfluhgipfel mit seinen extrem niedrigen Temperaturen, allerdings waren auf der Weissflüh die Temperaturunterschiede der einzelnen Abende recht gering, während diese bei der La Dôle, wo man den grössten mittleren Fehler hat, auch am grössten sind. Jedenfalls hat es doch sehr den Anschein, dass instrumentelle Effekte neben Refraktionsanomalien, die nie zu unterschätzen sind, besonders nicht auf Berggipfeln, einen merklichen Beitrag zu diesen starken Streuungen der einzelnen Abendwerte liefern.

Eine solche instrumentelle Störquelle ist sicherlich auch die Kollimationslibelle. Oft verhält sie sich völlig ruhig, so dass sie sehr wahrscheinlich vor, nach und beim Kreisablesen die gleiche Position hat. Andererseits konnte man aber auch immer wieder beobachten, dass die Blase ohne ersichtlichen Grund, wenn keiner das Instrument berührte, sich überhaupt niemand bewegte, plötzlich und oft ziemlich erheblich wanderte, so dass man keineswegs genau weiss, wie die wirkliche Position der Blase war, als man die Koinzidenz der Kreisteilungen einstellte. Es wäre wahrscheinlich von Nutzen, wenn man in diesem Moment die Blasenstellung photographieren könnte, auch wäre es sicherlich gut, wenn die Kollimationslibelle besser gegen Wind und Temperaturvariation geschützt eingebaut wäre.

Dass ganz allgemein die mittleren Fehler bei den Längenbestimmungen kleiner sind als bei den Breitenbestimmungen, wo natürlich auch ganz dementsprechend die grössten Abweichungen eines Serienmittels gegen den endgültigen Mittelwert grösser und oft recht erheblich sind, wird verschiedene Ursachen haben. Man kann vor allem erwarten, dass von der Refraktion herrührende Fehler bei Zenitdistanzen, wo die Refraktion immer voll eingeht, grösser sind als bei Azimuten, wo normalerweise überhaupt keine Refraktion wirksam sein sollte, wo nur Refraktionsanomalien auftreten, zumal die Bedingung der Sterneckmethode der Breitenbestimmungen, dass die Summe der nördlichen Zenitdistanzen gleich der der südlichen sein soll, aus praktischen und zeitlichen Gründen nie ganz streng erfüllt ist. Wesentlich ist ferner, dass man bei Längenbestimmungen durch die Benutzung des unpersönlichen Mikrometers für jeden einzelnen Stern sehr viele Beobachtungszeiten hat, also durch die Mittelbildung schon einen recht zuverlässigen Wert für die Durchgangszeit erhält, während bei der Breitenbestimmung immer nur eine einzige Ablesung vorliegt. Schliesslich ist auch noch zu beachten, dass beim T4 der Horizontalkreis einen Durchmesser von 250 mm, der Vertikalkreis einen von nur 145 mm hat, man also die Einstellung des Azimuts, die zudem bei der Meridianmethode immer beim gleichen Strich der Teilung erfolgt, so dass auch Teilungsfehler des Kreises hier keine Rolle spielen, genauer durchführen kann als die Ablesung des Vertikalkreises, wo ausserdem noch eventuelle Kreisteilungsfehler voll eingehen. Dass bei den Azimutmessungen trotz des grösseren Kreises die Fehler von der gleichen Grössenordnung sind wie bei den Zenitdistanzmessungen, steht dazu nicht im Widerspruch, weil bei den Azimutmessungen die Einstellung des Objektes wegen der viel grösseren Zenitdistanzen und der damit verbundenen weit grösseren Schwankungen durch die Luftunruhe, das gilt schon für Polaris, aber ganz besonders für den nahezu im Horizont befindlichen Zielpunkt, zweifellos unsicherer ist als bei den Breitenbestimmungen.

## 5. Zusammenfassung der Resultate

Die Ergebnisse der in den voraufgehenden Abschnitten beschriebenen Längen-, Azimut- und Breitenbestimmungen auf den 7 Laplace-Punkten, Rochers-de-Naye, La Dôle, Monte Generoso, Campo dei Fiori, Weissfluh, Rötiflüh und Wisenberg, sind in der Tabelle 46 noch einmal zusammengestellt. Diese Tabelle enthält auch das dazu gehörende astronomische Azimut Säntis-Weissfluh, das in der gleichen Zeit gemessen wurde, die Längen und Breiten vom Säntis wurden dem Band 28 entnommen und sind der Vollständigkeit halber hinzugefügt worden, ferner sind auch die astronomischen Längen und Breiten der neuen Genfer Sternwarte in Sauverny aufgeführt, die in Verbindung mit diesen Messungen auf den Laplace-Punkten erhalten wurden. Die Längen sind in der Tabelle 46 in Gradmass, nicht wie vorher in Zeitmass, gegeben, und zwar werden sie hier von Greenwich aus positiv nach Osten gezählt. Bei den ellipsoidischen Koordinaten ist für den Koordinaten-Nullpunkt Bern  $\lambda_0 = 7^\circ 26' 22,50''$ ,  $\varphi_0 = 46^\circ 57' 08,66''$  angesetzt worden, um in Übereinstimmung mit allen früher publizierten Werten zu sein; nur im Band 28 wurde für  $\varphi_0$  der neuere im Jahre 1937 bestimmte Wert  $46^\circ 57' 07,89''$  verwendet. Dementsprechend ist in der Tabelle 46 die ellipsoidische Breite vom Säntis gegen den Wert im Band 28 geändert, damit alle Lotabweichungen in einem einheitlichen System sind. Die Laplace-Widersprüche variieren etwas mehr als bei den 5 Triangulationspunkten vom Band 28, doch überdecken die hier untersuchten 7 Triangulationspunkte auch einen grösseren Bereich des Landesnetzes. Bei einer allfälligen Betrachtung der Netzverdrehung, die auch nach diesen Werten zweifellos klein ist, ist es wahrscheinlich angebracht, die Azimutmessung Weissfluh-Säntis auszuschliessen, die stark herausfällt und auch zum Gegenazimut nicht passt, wie bereits in 3.2.5 und 3.2.6 erörtert wurde.

Tabelle 46

Astronomische und ellipsoidische Längen, Azimute und Breiten  
mit den dazu gehörigen Lotabweichungskomponenten und Laplace - Widersprüchen

Triangulations- punkt Zielpunkt	Länge astronomisch ellipsoidisch	$\eta_\lambda$	Azimet astronomisch ellipsoidisch	$\eta_a$ $\Delta\eta \text{ tg}\phi$	Breite astronomisch ellipsoidisch	$\xi$
Rochers de Naye Zentrum* La Dôle	6°58'07"95 6°58'36"90	-19"95	269°42'17"41 269°42'38"80	-20"35 - 0"42	46°25'58"77 46°25'59"07	- 0"30
La Dôle Zentrum* Rochers de Naye	6°06'08"49 6°06'01"35	+ 4"92	89°04'37"10 89°04'32"47	+ 4"42 - 0"53	46°25'25"02 46°25'35"96	-10"94
Monte Generoso Zentrum Campo dei Fiori	9°01'07"52 9°01'16"04	- 5"93	250°57'20"79 250°57'25"96	- 4"58 + 1"39	45°55'36"21 45°55'56"93	-20"72
Campo dei Fiori Zentrum Monte Generoso	8°45'57"87 8°45'48"39	+ 6"60	70°46'28"11 70°46'19"77	+ 8"57 + 2"03	45°51'50"62 45°52'12"22	-21"60
Weissfluh Pfeiler Säntis	9°47'24"84 9°47'43"62	-12"85	323°30'15"93 323°30'32"43	-15"39 - 2"71	46°50'17"33 46°50'11"50	+ 5"83
Säntis Pfeiler Weissfluh	9°20'32"40 9°20'40"09	- 5"22	143°10'37"72 143°10'44"20	- 5"99 - 0"83	47°15'08"0 47°15'02"79	+ 5"2
Rötiflugh Zentrum* Gurten Ost	7°31'51"23 7°31'43"94	+ 4"95	189°36'17"02 189°36'11"11	+ 5"57 + 0"67	47°15'24"27 47°15'33"59	- 9"32
Wisenberg			58°53'40"61 58°53'35"24	+ 4"83 - 0"13		
Wisenberg Zentrum* Feldberg	7°53'02"04 7°52'58"42	+ 2"45	9°54'30"94 9°54'27"54	+ 3"15 + 0"76	47°24'07"00 47°24'13"73	- 6"73
Rötiflugh			239°09'16"71 239°09'12"36	+ 3"93 + 1"61		
Sauverny	6°08'10"66				46°18'24"21	

\* Die astronomischen Werte sind auf das Zentrum reduziert, die Lotabweichungen gelten für die exzentrischen Beobachtungspunkte

Die ellipsoidischen Werte sind im schweizerischen Referenzsystem (Ellipsoid von Bessel) mit dem Koordinaten - Nullpunkt Bern:

$$\lambda_0 = 7^\circ 26' 22'' 50 \quad \text{östlich von Greenwich} \quad \phi_0 = 46^\circ 57' 08'' 66$$

gerechnet.

Die Längen sind allgemein positiv nach Osten gezählt.





