

VERÖFFENTLICHUNGEN DER BAYERISCHEN KOMMISSION
FÜR DIE INTERNATIONALE ERDMESSUNG
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

Astronomisch-Geodätische Arbeiten · Heft Nr. 31

BEITRÄGE aus der BRD zur SATELLITENGEODÄSIE
vorgelegt beim Internationalen Symposium
über terrestrische und Satellittriangulationen
vom 29. Mai bis 2. Juni 1972 in Graz

München 1973

D74b

1049

Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung München

OPTISCHE SATELLITENBEOBACHTUNGEN IN NY ÅLESUND, SPITZBERGEN, 1970/71

von G. Soltau, Frankfurt M.

Zusammenfassung

Eine zweiköpfige Beobachtergruppe des Instituts für Angewandte Geodäsie, Frankfurt/Main, führte von Oktober 1970 bis März 1971 in Spitzbergen optische Satellitenbeobachtungen mit einer Wild BC-4 Kamera durch. Insgesamt wurden 108 brauchbare Aufnahmen des Satelliten Pageos erzielt, von denen 73 Aufnahmen simultan mit Beobachtungen verschiedener anderer Stationen sind. In dem folgenden Beitrag wird über diese Arbeiten berichtet.

Summary

This paper deals with optical satellite-observations at Spitsbergen during the winter-period 1970/71, carried out by a team from the "Institut für Angewandte Geodäsie (IfAG)", Frankfurt/Main (GFR). 108 successful observations of the satellite Pageos were made, 73 of these are simultaneous with observations from several other stations.

1. Einleitung

In den Jahren 1968-70 wurden von einer Gruppe von Wissenschaftlern aus Belgien, Norwegen und der Bundesrepublik Deutschland die Beobachtungen zum Internationalen Astro-Geo-Projekt Spitzbergen durchgeführt. Ziel dieser Unternehmung war einerseits die Bestimmung geodynamischer Parameter in einem polnahen Gebiet, andererseits die Schaffung eines direkten geodätischen Anschlusses Spitzbergens an das europäische Festland mit Hilfe der Satellitentriangulation /P. Melchior u.a., 1970/. Die Satellitenbeobachtungen sind im Winter 1970/71 auf Wunsch der zuständigen norwegischen Stellen und auf Empfehlung der Westeuropäischen Subkommission der Internationalen IAG-Kommission für künstliche Satelliten /London 1970/ fortgesetzt worden, wobei nunmehr anstelle der vorher benutzten IGN-Kamera eine Wild BC-4 ($c = 450$ mm) verwendet wurde. Aus organisatorischen Gründen mußte der im Rahmen des Astro-Geo-Projektes benutzte Beobachtungspunkt in Longyearbyen aufgegeben werden. Die Beobachtungen im Winter 1970/71 fanden in Ny Ålesund ($\varphi = 78,9^{\circ}$ N, $\lambda = 12,0^{\circ}$ O) statt, das etwa 100 km nördlich der Inselhauptstadt Longyearbyen liegt (vgl. Abb. 4).

Zuständig für geodätische Arbeiten auf Spitzbergen ist das Norwegische Polarinstitut in Oslo. Der Einsatz der IfAG-Beobachtergruppe kam durch Vermittlung des Norges Geografiske Oppmåling, Oslo, und des Direktors des Deutschen Geodätischen Forschungsinstitutes, Prof. Dr. mult. Kneißl, zustande. Die beiden Mitglieder des Kamera-Teams waren Ing.(grad.) Walter Hoppe und der Berichterstat-
ter.

2. Zur Geographie Spitzbergens

Im Hinblick auf die extreme Lage Spitzbergens werden einige Bemerkungen zur Geographie dieser Inselgruppe, die im norwegischen Sprachgebrauch Svalbard genannt wird, für erforderlich gehalten.

2.1 Besiedlung

Eine ständige menschliche Besiedlung gab es auf Spitzbergen innerhalb historischer Zeiten nicht. Erst als um die Jahrhundertwende ein systematischer Kohlenbergbau begann, entstanden 6 Ortschaften mit insgesamt etwa 3000 Bewohnern, die ausgenommen von einigen Pelztierjägern sowie den Besatzungen der Radio- und Wetterstationen auf Kap Linné, der Bären-Insel und der Insel Hopen, die gesamte Bevölkerung Spitzbergens darstellen.

In Ny ⁰Ålesund, der nördlichsten dieser 6 Ortschaften, wurde der Kohlenbergbau vor etwa 10 Jahren eingestellt. Heute befindet sich hier lediglich eine Telemetrie - Station der Europäischen Weltraumforschung ESRO (European Space Research Organisation), die personell von norwegischer Seite betreut wird, und eine Forschungsstation des Norwegischen Polarinstitutes, Oslo. Der technische Mitarbeiterstab dieser beiden Institutionen beträgt etwa 20 - 30 Personen und bildet die gesamte Einwohnerschaft von Ny ⁰Ålesund.

Die größte norwegische Grubenstadt auf Spitzbergen ist Longyearbyen. Hier befindet sich der Sitz des norwegischen Gouverneurs, der obersten staatlichen Autorität auf der seit den zwanziger Jahren zu Norwegen gehörenden Inselgruppe.

2.2 Klima

Das Klima Spitzbergens wird noch von den Ausläufern des Golfstromes beeinflusst. So beträgt die mittlere Jahrestemperatur an der Westküste - 4,2⁰ Celsius, was angesichts einer Polentfernung von etwa 1500 km relativ mild ist. Das Monatsmittel für Juli beträgt + 4⁰, für Februar - 12⁰ C. Dennoch gibt es durchaus extreme Wintertemperaturen unter - 40⁰, während es im Sommer zu Höchstwerten von + 20⁰ C kommen kann. Nach den Erfahrungen des Verfassers sind rasche Temperaturwechsel von 20⁰ und mehr in den dunklen Wintermonaten zu beobachten.

Die Grenze des Permafrostes reicht bis in eine Tiefe von 300 m. Lediglich in den Sommermonaten taut eine Oberflächenschicht bis in etwa 0,5 - 1 m Tiefe.

2.3 Verkehrsverhältnisse

Während der Sommermonate - d.h. zwischen Mitte Juni und Anfang September - wird Spitzbergen etwa alle 14 Tage von den Schiffen der norwegischen Küstenlinie angelaufen. Außerhalb dieser Zeit bestehen keine offiziellen Verkehrsverbindungen mit dem Festland. Solange es die Vereisung zuläßt, verkehren jedoch auch noch

später im Jahr die Kohlentransporter der Store Norske Spitsbergen Kulkompani (SNSK), die sowohl Personen als auch Fracht transportieren. Die Kohlenschiffahrt muß in der Regel im November eingestellt werden. Danach besteht eine 14 tägig verkehrende Flugverbindung nach Tromsø, die von der SNSK gechartert ist und betrieben wird, solange die Bodenverhältnisse Start und Landung zulassen; denn eine feste Landebahn war zur Zeit unseres Aufenthaltes noch nicht vorhanden.

Der Verkehr zwischen den Siedlungen Spitzbergens muß auf dem Wasserwege abgewickelt werden, da es Verbindungsstraßen nicht gibt. In Ny Ålesund ist im Winter ein kleines Flugzeug stationiert, das eine Verbindung nach Longyearbyen aufrechterhält.

3. Der Reiseweg und die Vorbereitung der Beobachtungen

Die beiden Mitglieder der IfAG-Beobachtergruppe verließen Frankfurt/Main am 25.9.70 auf dem Landweg. Nach einem Zwischenaufenthalt in Oslo zwecks Kontaktaufnahme mit dem NGO und dem Norwegischen Polarinstitut gingen wir am 3.10.70 in Mo i Rana (Mittelnorwegen) an Bord der "Ingeren", einem Kohlentransporter der SNSK, und erreichten Longyearbyen am 6.10.70. Die Weiterfahrt nach Ny Ålesund erfolgte am 8. und 9.10.70 mit dem Gouverneurschiff "Nordsyssel".

Die Rückreise der Beobachter fand Ende März 1971 per Flugzeug statt, während das umfangreiche Instrumentarium per Schiff zurücktransportiert wurde und erst im Juli 1971 in Frankfurt anlangte.

Am 23. Oktober 1970 war die Station Ny Ålesund beobachtungsbereit. Die elektronischen Geräte für die Registrierung der Beobachtungen, die Zeitanlage usw. konnten in einem der vielen leerstehenden Häuser Ny Ålesunds untergebracht werden, das den Beobachtern ebenfalls als Arbeitsraum diente. Eine kleine, hölzerne Schutzhütte für die Kamera mit einem abnehmbaren dreiteiligen Dach sowie eine etwa 60 m lange Horizontalantenne wurden von den beiden Beobachtern errichtet. Die Kamera mußte astronomisch orientiert werden.

Leider war es nicht möglich, einen Betonpfeiler für die Kamera zu errichten. Die Beobachtungen sind demnach sämtlich von einem fest mit dem Frostboden verankerten Holzpfeiler durchgeführt worden. Es ist zu vermuten, daß diese Konstruktion eine stabile Kameraorientierung während der Belichtungszeit von etwa 10 Minuten gewährleistet, jedoch kann diese Frage erst nach der Auswertung der Platten endgültig geklärt werden.

Das für die Entwicklung der Platten und für das Anfertigen der Papierabzüge benötigte Fotolabor konnte im Haus des Norwegischen Polarinstituts untergebracht werden.

Die IfAG-Satellitenbeobachtungsstation wurde an das örtliche Stromnetz (220 V, 50 Hz) Ny Ålesunds angeschlossen, das über einige Dieselaggregate betrieben wird. Es gab etliche Stromausfälle während der Beobachtungsperiode, die Messungen sind hierdurch unbeeinflusst geblieben.

4. Beobachtungsprogramm und Stationsarbeiten

4.1 Das Beobachtungsprogramm

Die Satellitenbeobachtungen in Ny Alesund fanden sowohl im Rahmen der Westeuropäischen Satellitentriangulation statt als auch in einem Verdichtungsprogramm, das die US National Oceanic and Atmospheric Administration im Winter 1971 vornehmlich in Alaska und Kanada durchführte (North American Densification Program). Die Kombination beider Programme gewährleistet eine günstige Netzkonfiguration für die Punktbestimmung Spitzbergens, die z.B. aus dem europäischen Beobachtungsprogramm allein nicht vorgelegen hätte.

Während der Beobachtungsperiode zwischen dem 23. Oktober und dem 10. März (140 Tage) wurden 108 Pageos-Durchgänge erfolgreich aufgenommen. Von diesen sind 73 simultan mit Beobachtungen auf einer Reihe von anderen Stationen, wie dies aus der Tabelle 1 zu ersehen ist. Gute Verbindungen sind zu erwarten mit den Stationen in Cambridge Bay (Canada, Victoria Insel) mit 21 simultanen Aufnahmen, in Tromsø (Norwegen) mit 20 und auf dem Hohenpeißenberg (München) mit 18 simultanen Aufnahmen, weiterhin gegebenenfalls mit den Stationen in Thule (Grönland), Point Barrow (Alaska) und Malvern (England), für die 11,10 bzw. 9 Simultanbeobachtungen gelungen sind.

Als Stationsbezeichnungen für den Punkt in Ny Alesund wurden die Kennungen 14 004 NYALE innerhalb des westeuropäischen Beobachtungsprogrammes und Ny Aalesund 0079 innerhalb des US Verdichtungsprogrammes festgelegt. Gute meteorologische Beobachtungsverhältnisse herrschten von Ende Oktober bis Anfang Dezember und während des Januars bis in die erste Februarhälfte hinein. Die zweite Hälfte des Februars brachte relativ warmes Wetter mit Temperaturen, die kurzzeitig bis auf + 1° C anstiegen. Die tiefste Temperatur während der Beobachtungen betrug - 36° C.

Die Station wurde von Frankfurt aus über Fernschreiber mit den Beobachtungsdaten versorgt; hierfür war freundlicherweise eine spezielle Telex-Verbindung zwischen Oslo und der Telemetrie-Station Ny Alesund zur Verfügung gestellt worden.

4.2 Instrumentenausstattung und Beobachtungsprozedur

Die instrumentelle Ausstattung ⁺⁾ der Station außer der Zeitzeichenempfangseinrichtung zeigt Abbildung 1.

Eine Erklärung der Skizze wird im Zusammenhang mit der nachfolgenden Erläuterung der Beobachtungsprozedur gegeben.

Nach dem Einrichten der Kamera auf Grund der Vorhersagedaten wird das Tonbandgerät eingeschaltet, wobei auf der einen Spur des Magnetbandes eine 1000 Hz Frequenz aufgenommen wird. Diese kontinuierliche während des gesamten Aufnahmeproganges registrierte Frequenz, die von der Quarzuhr erzeugt wird, liefert den Maßstab für alle Impulse, die auf die zweite Spur des Tonbandes überspielt werden. Die Orientierung dieses Maßstabes geschieht nun durch Aufnahme einiger Sekundenimpulse der Quarzuhr auf der Spur 2. Anschließend beginnt die Vorbe-

⁺⁾ zur Genauigkeit dieses Systems vgl. K. Nottarp 1969

lichtung der Fotoplatte durch dreimaliges kurzzeitiges Öffnen des Klappverschlusses (S 1). Hierbei werden die zur Kameraorientierung benötigten Sternabbildungen erzeugt. Der Klappverschluss wird durch ein Lochstreifenprogramm betätigt; Die Verschlussbewegungen erzeugen elektrische Impulse, die auf der zweiten Tonbandspur registriert werden. Das Lochstreifenprogramm ist variabel in bezug auf die Dauer der Öffnung des Verschlusses, um unabhängig von der Kamerarichtung gleichmäßige, gut ausmeßbare Sternabbildungen zu erhalten.

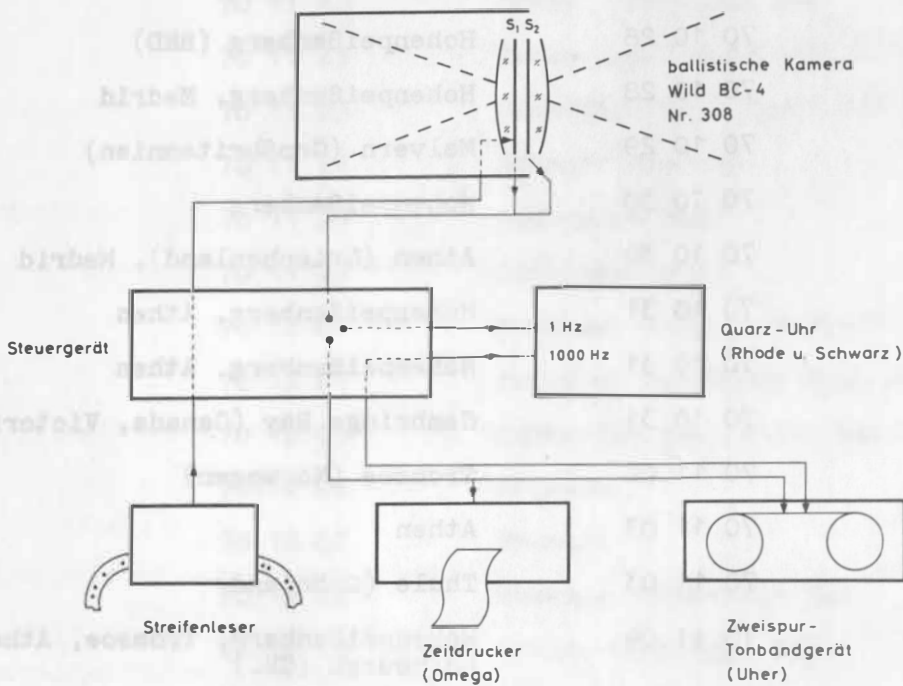


Abb. 1

Aufnahme- und Registriertsystem (Schema)

Kurz vor dem Eintritt des Satelliten in das Gesichtsfeld der Kamera wird der Rotationsverschluss (S 2) in Bewegung gesetzt, wobei nun die Satellitenspur aufgenommen wird. Wiederum werden die durch die Verschlussbewegung erzeugten elektrischen Signale auf dem Tonband (Spur 2) registriert. Der Klappverschluss ist während dieses Vorgangs naturgemäß geöffnet. Er wird allerdings einige Male für mehrere Sekunden geschlossen, einmal um Spurunterbrechungen zu erzeugen, die den zeitlichen Zusammenhang zwischen den Bildpunkten und den registrierten Impulsen herstellen und die Auswertung bequemer machen, zum anderen um eine einzelne Sternabbildung für Kontrollzwecke während der Spuraufnahme zu erzeugen.

Nach dem Austritt des Satelliten aus dem Aufnahmebereich der Kamera wird eine Nachbelichtung in der gleichen Art wie die Vorbelichtung ausgeführt. Abschließend folgt eine zweite Registrierung von Sekundenimpulsen der Stationsuhr.

Tabelle 1

Simultane Satellitenbeobachtungen
mit Ny Alesund, Spitzbergen
 $\varphi = 78^{\circ} 55,5' N$, $\lambda = 11^{\circ} 57' 0$

Platten-Nr.	Datum	Simultanbeobachtungen zwischen Ny Alesund und:
670	70 10 25	Madrid (Spanien)
671	70 10 28	Hohenpeißenberg (BRD)
672	70 10 28	Hohenpeißenberg, Madrid
673	70 10 29	Malvern (Großbritannien)
674	70 10 30	Hohenpeißenberg
675	70 10 30	Athen (Griechenland), Madrid
676	70 10 31	Hohenpeißenberg, Athen
677	70 10 31	Hohenpeißenberg, Athen
678	70 10 31	Cambridge Bay (Canada, Victoria Island)
679	70 11 02	Tromsoe (Norwegen)
682	70 11 03	Athen
684	70 11 03	Thule (Grönland)
685	70 11 04	Hohenpeißenberg, Tromsoe, Athen, Edinburgh (GB.)
686	70 11 04	Hohenpeißenberg, Madrid
687	70 11 04	Thule
690	70 11 08	Thule
692	70 11 14	Berlin
693	70 11 14	Cambridge Bay
696	70 11 14	Tromsoe
698	70 11 15	Tromsoe, Point Barrow (Alaska, USA)
699	70 11 16	Tromsoe
700	70 11 20	Malvern, Edinburgh, Frankfurt
701	70 11 20	Cambridge Bay
702	70 11 20	Frankfurt
703	70 11 20	Cambridge Bay
704	70 11 20	Cambridge Bay
705	70 11 21	Hohenpeißenberg
707	70 11 21	Cambridge Bay

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Platten-Nr.	Datum	Simultanbeobachtungen zwischen Ny Alesund und:
708	70 11 21	Cambridge Bay
710	70 11 22	Tromsøe
712	70 11 22	Tromsøe, Thule, Cambridge Bay, Point Barrow
713	70 11 22	Thule, Cambridge Bay
716	70 11 23	Thule, Cambridge Bay, Point Barrow
717	70 11 23	Cambridge Bay, Point Barrow
719	70 11 29	Hohenpeißenberg
720	70 11 29	Cambridge Bay
721	70 11 29	Cambridge Bay
723	70 12 01	Tromsøe, Hohenpeißenberg
724	70 12 01	Tromsøe, Cambridge Bay, Point Barrow
725	70 12 01	Cambridge Bay, Point Barrow
726	70 12 01	Tromsøe
727	70 12 02	Tromsøe
728	70 12 02	Tromsøe, Cambridge Bay
729	70 12 02	Thule, Cambridge Bay
733	70 12 20	Cambridge Bay
735	70 12 21	Cold Bay (Alaska)
738	70 12 22	Thule, Cambridge Bay
739	70 12 22	Thule, Cambridge Bay
740	70 12 22	Moses Lake
744	70 12 29	Point Barrow, Cold Bay
747	70 12 30	White Horse (Kanada), Point Barrow
748	71 01 03	Thule, Moses Lake, Point Barrow
749	71 01 07	Hohenpeißenberg
750	71 01 12	Thule
751	71 01 15	Hohenpeißenberg
752	71 01 18	Berlin, Tromsøe, Hohenpeißenberg
753	71 01 18	Tromsøe, Hohenpeißenberg
755	71 01 21	Delft (Holland)
757	71 01 26	Malvern, Graz (Österreich)

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Platten-Nr.	Datum	Simultanbeobachtungen zwischen Ny Ålesund und:
759	71 01 27	Tromsøe
760	71 01 27	Tromsøe, Malvern, Athen
761	71 01 27	Malvern
764	71 02 01	Wesendorf (BRD)
765	71 02 02	Malvern, Delft
766	71 02 02	Hohenpeißenberg
767	71 02 05	Hohenpeißenberg
771	71 02 11	Malvern, Berlin, Hohenpeißenberg
773	71 02 14	Tromsøe, Hohenpeißenberg
774	71 02 23	Malvern, Tromsøe
775	71 02 24	Tromsøe
776	71 02 24	Tromsøe, Malvern, Kopenhagen
777	71 02 25	Malvern, Tromsøe

Die gesamte eben beschriebene Aufnahme-prozedur dauert etwa 10 Minuten.

Die oben erwähnte Sternabbildung während der Satellitenaufnahme dient zur Kontrolle der Linearität einer eventuellen Änderung der Kameraorientierung zwischen der Vor- und Nachbelichtung.

Der Zeitdrucker druckt die auf dem Tonband registrierten Sekundenimpulse der Uhr sowie die Öffnungs- und Verschlusszeiten des Klappverschlusses mit einer Genauigkeit von ± 2 msec aus. Er hat lediglich eine Kontrollfunktion bei der Auswertung und ermöglicht die sofortige Bestimmung genäherter Beobachtungszeiten.

Die Kamera arbeitete während der gesamten Beobachtungszeit ohne nennenswerte Störungen. Eingehende Laboruntersuchungen und einige Verbesserungen waren vor der Abreise erforderlich, um einen Betrieb unter den extremen Temperaturbedingungen zu gewährleisten. Die beweglichen Teile waren mit Silikonfetten behandelt worden, die Kabelverbindungen an der Kamera wurden durch kältefeste Kabel ersetzt. Bei Temperaturen unter -25° wurde die Ablaufgeschwindigkeit der Verschlüsse merkbar langsamer, ohne daß es jedoch zu Störungen im Verlauf der Aufnahme kam.

Ernsthafte Schwierigkeiten bereitete zunächst das Steuergerät der Anlage, das neben anderen Funktionen die Aufgabe hat, die von der Stationsuhr ausgehenden Sekundenimpulse in für das Tonband verwertbare Signale zu verwandeln. Durch eine Störung dieser Funktion mußten mehrere Aufnahmen verworfen werden.

Die beiden folgenden Aufnahmen (Abb. 2 und 3) zeigen die Kamerahütte (Dachteile abgedeckt) und die Aufnahmezentrale im Inneren des Bürohauses.

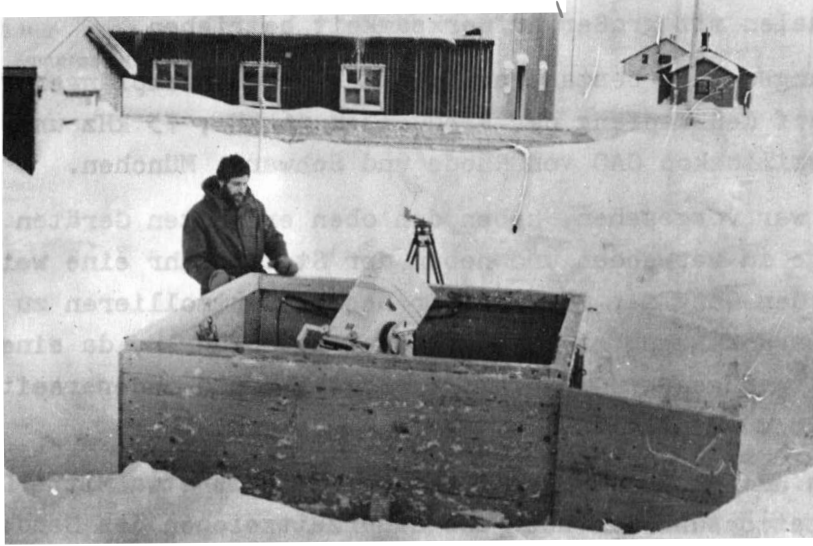


Abb. 2
Kamerahütte in Ny ⁰Alesund

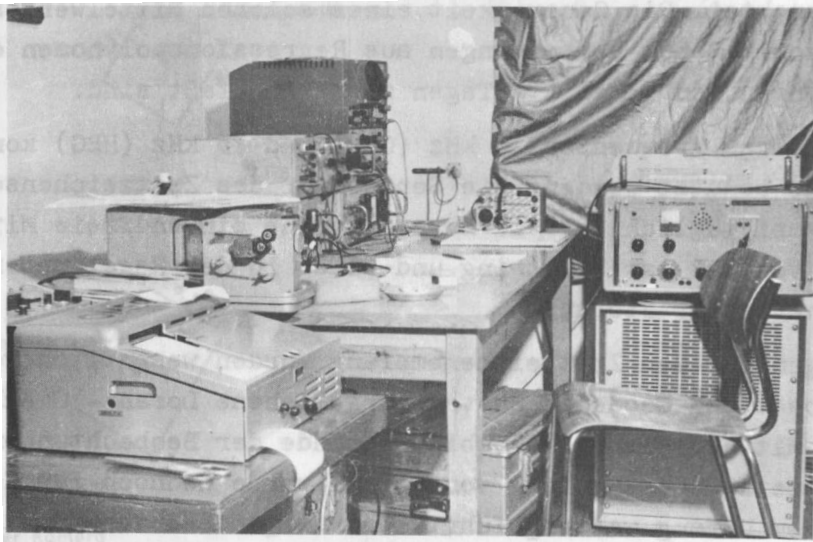


Abb. 3
Arbeitsplatz im Bürohaus

4_3_Synchronisation_der_Stationsuhr

Wesentlich für die Genauigkeit der Punktbestimmung mit Hilfe der Satellitentriangulation ist die Synchronisierung der Zeitsysteme der teilnehmenden Stationen. Aus diesem Grund wurde der Vergleich der Stationsuhr mit präzisen Radiozeitsignalen mit großer Aufmerksamkeit betrieben.

Die Zeitempfangsanlage bestand aus dem Festfrequenzempfänger Telefunken E 390, eingestellt auf den Empfang der Frequenzen 16 kHz, 75 kHz und 77,5 kHz, und dem Zeitzeichenoszilloskop CAO von Rhode und Schwarz, München.

Ursprünglich war vorgesehen, neben den oben erwähnten Geräten eine Loran - C Empfangsanlage zu verwenden und neben der Stationsuhr eine weitere Quarzuhr zu benutzen, um den Gang der Stationsuhr besser kontrollieren zu können. Leider ließ sich dieses Konzept nicht konsequent durchführen, da einerseits die Zeituhr nicht mit genügender Genauigkeit arbeitete und andererseits die Loran-Ausrüstung nicht rechtzeitig zur Verfügung stand.

In der ersten Hälfte der Beobachtungsperiode (bis etwa Mitte Dezember 1970) konnte die Stationsuhr nur über das Dauerzeitzeichen des Senders DCF 77 (Mainflingen bis Frankfurt/Main, Sendefrequenz 77,5 kHz) verglichen werden. Wegen des hohen Störpegels war der Zeitzeichenempfang recht schwierig und zudem auf wenige Stunden in der Nacht beschränkt. Eine große Anzahl von Zeitmessungen mußte abgebrochen werden wegen ungenügender Signaldefinition oder auch wegen Verschwindens des Signals im Störpegel. Meist führte erst ein mehr als halbstündiges Beobachten des Signals am Oszilloskop zu einem geeigneten Wert für die Uhrstandbestimmung. 183 solcher Werte wurden in dieser ersten Phase von 56 Tagen beobachtet. Die Genauigkeit eines solchen Mittelwertes beträgt $\pm 0,7$ msec, wie abschließende Berechnungen aus Regressionspolynomen ergaben, in denen die Beobachtungen von jeweils 6 Tagen zusammengefaßt sind.

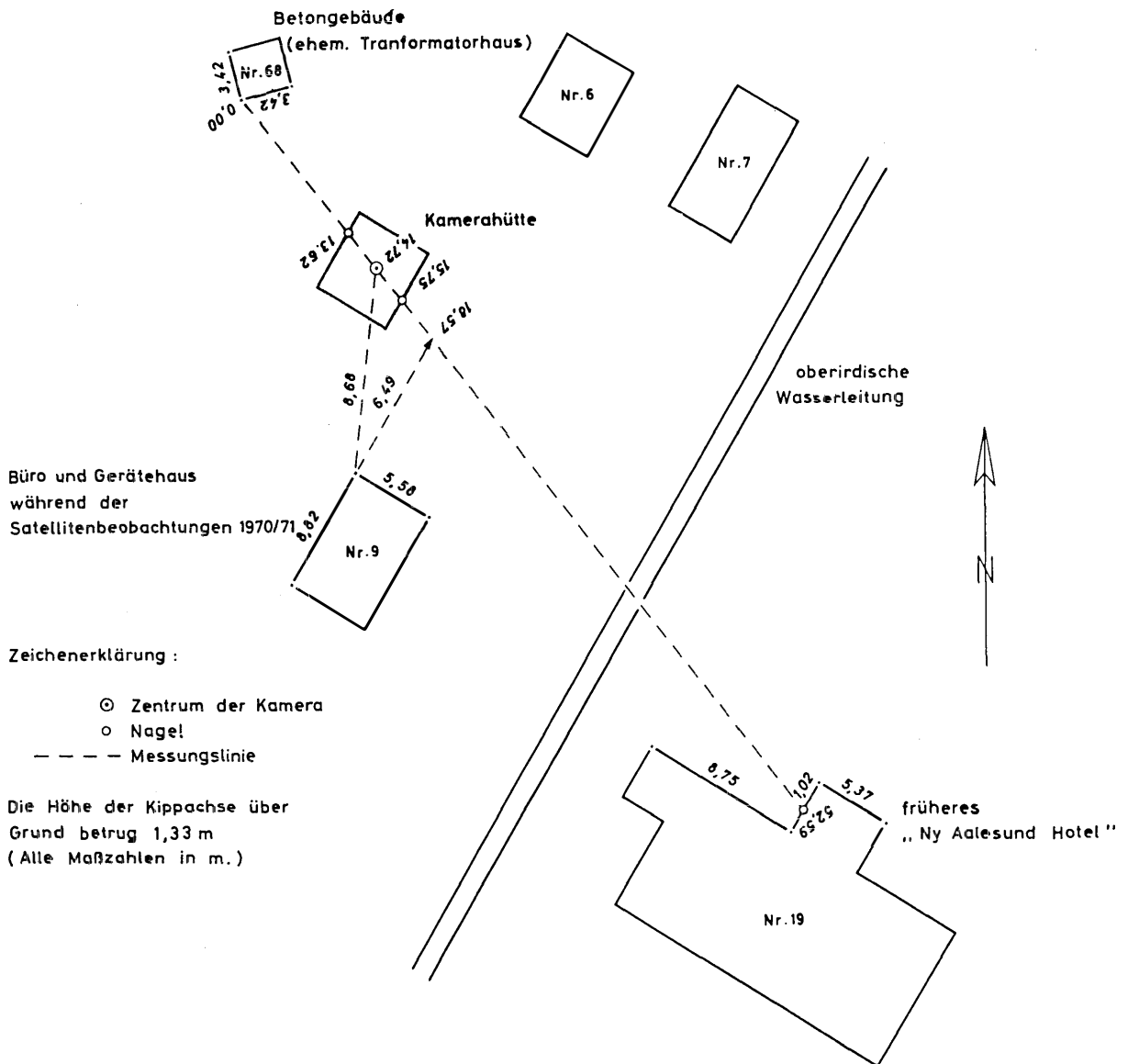
Die beiden anderen Frequenzen 16 kHz (GBR) und 75 kHz (HBG) konnten nicht für Zeitvergleiche benutzt werden. Die Sendedauer des Zeitzeichensenders GBR von 5 Minuten (2 mal täglich) war zu kurz für eine einwandfreie Mittelung, die Signalstärke von HBG war zu gering und blieb in der Regel unter dem Geräuschpegel atmosphärischer Störungen.

Die Bedingungen für den Zeitzeichenempfang wurden wesentlich verbessert, als die vom US Coast and Geodetic Survey ausgeliehene Loran - C Anlage einsatzbereit war. Ab Mitte Dezember 1970 bis zum Ende der Beobachtungen wurde sie vorwiegend eingesetzt, der Empfang von DCF 77 wurde dennoch für Kontrollzwecke in eingeschränktem Umfang weitergeführt. Überwiegend wurden für die Zeitvergleiche die Sekundensignale der Master-Station Ejde (Färör-Inseln) der Nordmeer-Navigationskette benutzt, die mit wenigen Ausnahmen immer zu empfangen waren. Daneben wurden zu Testzwecken aber auch die Navigationspulse der Nebenstationen Bö (Norwegen) und Jan Mayen empfangen und in die Uhrstandbeobachtungen einbezogen. Der große Vorzug der Loran-Signale war deren einwandfreie Definition. Störungen des Zeitempfangs traten nur selten auf.

Die Uhrkorrekturen für sämtliche beobachteten Satellitendurchgänge sind aus den Zeitzeichenbeobachtungen von jeweils 6 Tagen ausgeglichen worden. Ihre Genauigkeiten schwanken naturgemäß je nach den Beobachtungsverhältnissen; sie können

Abb. 4

rechts: Spitzbergen 1:5 Mio
 unten: Lageskizze des Kamerazentrums



jedoch zumindest von gleicher Größenordnung angenommen werden wie die Einzelbeobachtungen, deren mittlere Fehler $\pm 0,7$ msec in der ersten Phase (nur DCF 77 Beobachtungen) und $\pm 0,25$ msec in der letzten Phase (Loran und DCF 77 gemeinsam) betragen. Erwähnt werden sollte in diesem Zusammenhang, daß der Vergleich zwischen den Signalen von DCF 77 und aus der Loran - C Kette auf eine systematische Differenz von 1,5 msec führte. Diese Differenz mag in der Ungenauigkeit der Signaldefinition der empfangenen Impulse von DCF 77 begründet sein. Systematische Zeitfehler innerhalb weniger Millisekunden in einer einzelnen Beobachtungsstation heben sich unter gewissen Umständen auf, nämlich wenn die beobachteten Satellitendurchgänge im Azimut und in der Flugrichtung des Satelliten gut verteilt sind. Eine lange Beobachtungszeit dürfte diese Bedingungen erfüllen.

4.4 Weitere Arbeiten auf der Station

Die Photoplatten wurden stets unmittelbar nach der Aufnahme entwickelt. Mit Hilfe von Kontaktkopien und dem Druckprotokoll des Zeitdruckers wurden die genähten Aufnahmedaten bestimmt und per Fernschreiben nach Oslo (NGO) und Frankfurt (IfAG) übermittelt. Desweiteren wurde auf den Kontaktabzügen die die automatische Auswertung vorbereitende Identifizierung von 6 der photographierten Sterne vorgenommen (vgl. hierzu H. Seeger 1970). Das Ausmessen der Platten wurde im März 1972 begonnen.

Eine Einmessung des Aufnahmezentrums enthält Abb. 4.

5. Schlußbemerkung

Der vorläufige Erfolg des beschriebenen Unternehmens kann erst dann festgestellt werden, wenn die Ergebnisse der Plattenausmessungen vorliegen. Sie werden vor allem Aufschluß geben über die Stabilität der Kamera während der Aufnahme. Die Ergebnisse werden in wenigen Monaten vorliegen.

Der Verfasser hat all denen zu danken, die zur schnellen und umfassenden Vorbereitung dieser Expedition beitrugen. Für die Vorbereitung dieses Unternehmens standen nur wenig mehr als 2 Monate zur Verfügung.

Die beiden Beobachter hatten das Glück, in Ny Ålesund bei dem Mitarbeiterstab der Telemetriestation und des Norwegischen Polarinstitutes eine freundliche Aufnahme und ein hohes Maß an Hilfsbereitschaft zu finden, sodaß der Aufenthalt auf Spitzbergen auch persönlich zu einem eindrucksvollen Erlebnis wurde.

Nicht zuletzt hat der Verfasser dem zweiten Beobachter, Ing.(grad.) Hoppe, zu danken, dessen Erfahrung und unermüdlicher Einsatz für das Gelingen der Beobachtungen von entscheidender Bedeutung war.

Literatur

- P. Melchior, M. Bonatz, J. Blankenburgh Astro-geo project Spitsbergen
1968 - 1970
Observatoire Royal de Belgique,
Communications, Série B, No. 52, 1970

H. Seeger

A Semi Automatic Plate Measuring
System based on the Carl Zeiss PEK-
Comparator

Paper prepared for the V. Meeting
of the IAG Western European Sub-
Commission for Artificial Satellites
London, April 1970

K. Nottarp

Untersuchung der Zeitsysteme der
Satellitenkameras BC 4 - BE 2
Nr. 308 einschließlich der Lang-
wellen - Zeitzeichenempfänger T 75 A
und E 390

Deutsche Geodätische Kommission,
Reihe B, Heft Nr. 169
Frankfurt 1969