

Wettersatelliten und ihre Beobachtungen

Autor(en): **Troller, Manfred**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Geographica Helvetica : schweizerische Zeitschrift für Geographie = Swiss journal of geography = revue suisse de géographie = rivista svizzera di geografia**

Band (Jahr): **17 (1962)**

Heft 2

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-44340>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

Am Rande der Gletscher bilden sich ganze Systeme von glazialen Stauseen, welche sich – sofern der Sommer genügend warm ist und die benötigte Schmelzwassermenge liefert – in oft stürmischen Ausbrüchen in einander entleeren und schließlich auch das Gletschervorfeld erreichen und Überschwemmungen verursachen.

Im Zusammenhang mit den genannten Untersuchungen standen jene über Akkumulation und Ablation, die Schichtung des Gletschereises, die Fließbewegung – die langsamer ist als bei den temperierten alpinen Gletschern – und die Form des Gletscherbettes, welche durch seismologische Untersuchungen erforscht wurde. Diese weitschichtigen Untersuchungen verlangten den Einsatz verschiedener Equipen und den Transport von schwerem Material in entlegene Gletschergebiete.

Ebenso wichtig wie die Durchführung der Feldforschung ist die Verarbeitung des gewonnenen Materials. McGill University hat diese Bedeutung erkannt und in Verbindung mit dem National Research Council von Canada die materiellen und personellen Voraussetzungen geschaffen, damit die einzelnen Bearbeiter ihre Ergebnisse auswerten und publizieren können. Diese haben sich ihrerseits verpflichtet, die Publikation der Beobachtungen und Resultate in vorläufigen und in einem endgültigen Sammelbericht vorzunehmen. Der vorläufige Bericht über die Arbeiten 1959–1960 ist schon erschienen,¹ derjenige über 1961 ist in Bälde zu erwarten.

L'EXPEDITION AXEL-HEIBERG

Durant les années 1959, 1960 et 1962, l'Université de McGill à Montréal a fait des recherches scientifiques sur l'île d'Axel Heiberg, située dans l'arctique canadienne. C'est le Docteur George Jacobson de Montréal qui a pris l'initiative pour organiser cette expédition tandis que le Docteur FRITZ MÜLLER (Dr. ès sciences de l'Université de Zurich et actuellement à l'Université de McGill) s'occupe des travaux sur terrain ainsi que de l'élaboration scientifique. Le rapport présenté donne une orientation générale sur l'expédition «Jacobsen-McGill Arctic Research». Les résultats scientifiques déterminés paraîtront dans les rapports provisoires (1959/1960 a déjà été publié) ainsi que dans le compte-rendu définitif.

WETTERSATELLITEN UND IHRE BEOBACHTUNGEN

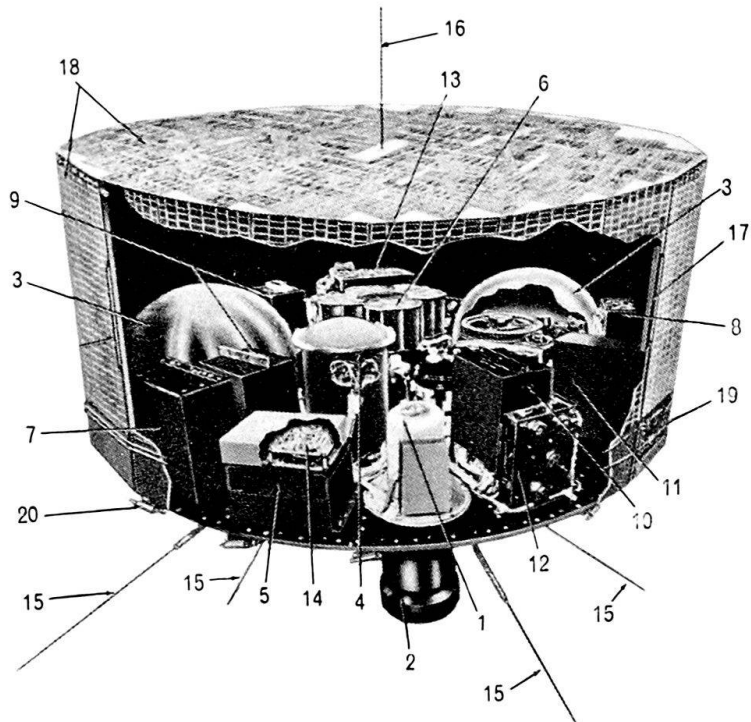
MANFRED TROLLÉR

Jede Wetterkarte, die zur Orientierung über die Wetterlage und zur Vorhersage der Wetterentwicklung zu Rate gezogen wird, basiert auf einer Menge von Einzelmeldungen eines weitverzweigten Netzes meteorologischer Beobachtungsstationen.

Leider verfügt nur ungefähr ein Fünftel der Erdoberfläche über die genügend große Dichte von Meldeorten zur Ausarbeitung verlässlicher Wetterkarten. Vier Fünftel, vor allem die Ozeane, weisen heute noch zu große Lücken im Beobachtungsnetz auf. Von diesen großen Flächen erhält man nur die Wettermeldungen einiger Hochseeschiffe, der Kursflugzeuge und vereinzelter spezieller Wetterschiffe. Der Meteorologe ist beim Analysieren der Karte gezwungen, mit Hilfe seiner Erfahrung, verschiedener Gesetze über Wetterentwicklung, aber auch der Schätzung, die Gebiete mit beinahe keinen Angaben in die Gesamtwetterlage einzubeziehen. Auf diese Art wird die jeweils herrschende Wetterlage anhand vieler Einzelbeobachtungen auf dem Papier rekonstruiert. Daß diese Methode Zeit beansprucht und nicht über einen gewissen Genauigkeitsgrad hinausgehen kann, ist uns verständlich. Solche Wetterkarten sind für Prognosen, die nicht länger als 24 Stunden Gültigkeit haben müssen, gerade noch

¹ Jacobsen-McGill Arctic Research Expedition to Axel Heiberg Island, Queen Elizabeth Islands. Preliminary Report 1959-1960, McGill University, Montreal, June 1961, 219 p., Figs. Can. \$ 2.50.

Abb. 1. Die Ausrüstung des TIROS I:
 1 Fernsehkamera mit Normalobjektiv;
 2 Weitwinkelkamera;
 3 Tonspeicheranlage;
 4 elektr. Auslöser zur automatischen Steuerung der Bildfolge;
 5 Fernsender;
 6 Chemische Batterien;
 7 Kameraelektronik;
 8 Elektronik der Bildspeicheranlage;
 9 Kontrollapparate;
 10 Hilfskontrollapparate;
 11 Umformer für den Tonbandmotor;
 12 Spannungsregler;
 13 Batterieladeregler;
 14 Hilfs-synchron-generator für die Fernseh-anlage;
 15 Sendeantennen;
 16 Empfangsantenne;
 17 Solarzellen zur Bestimmung der Satellitenstellung gegenüber der Sonne;
 18 9300 Photozellen zur photoelektr. Umwandlung der darauf auftreffenden Sonnenstrahlen in elektr. Strom. Die so gewonnene elektr. Energie wird in den Nickel-Kadmium-Batterien (6) gespeichert;
 19 Fliehgewichte zur Drallverminderung;
 20 Kleine Raketenantriebe zur Drallsteigerung.



verwendbar, Langfristprognosen hingegen, also Vorhersagen für mehrere Tage, erfordern als Grundlage die genaue Kenntnis des Wettergeschehens über den Landflächen wie auch über den Meeren der betreffenden Halbkugel der Erde. Dazu gehören auch Angaben der jeweiligen Druck-, Temperatur-, Wasserdampf- und Strahlungsverhältnisse in größeren Höhen, die einen entscheidenden Einfluß auf den Wetterablauf haben können.

Neben Radiosondierungen mittels Ballonaufstiegen, begann man nach Ende des zweiten Weltkrieges die Rakete als Hilfsmittel der Meteorologie zur Erforschung der oberen Schichten der Atmosphäre einzusetzen. 1946 starteten die Amerikaner von White Sands in New Mexico eine Versuchsreihe mit Restbeständen deutscher V-2 Raketen. Diese unbemannten Geschosse lieferten außer wertvollem Zahlenmaterial auch erste interessante Wolken- und Geländeaufnahmen aus größeren Höhen.

Bereits 190 Sekunden nach Abschluß der Raketen konnten Wolkenformationen aus 156 km Höhe über einem Gebiet, das New Mexico, den Golf von Kalifornien und die davorliegende kalifornische Landzunge umfaßt, im Bilde festgehalten werden. Die Meteorologen fanden in den zahlreichen Aufnahmen aus größeren Höhen einen neuen, vielversprechenden Weg, das Wetter über weiten Flächen zu erkennen und zu beurteilen.

Die Rakete als zusätzliche, tägliche Registrierstation hat leider den Nachteil, daß sie nach kurzer Zeit schon wieder zur Erde zurückkehrt, die Herstellungskosten hoch sind und daß der Flugkörper nur einmal verwendet werden kann, da lediglich der Instrumentenbehälter am Fallschirm sicher zu Boden gelangt.

Die technische Entwicklung der Raketen ging ständig weiter, die Flugzeiten konnten durch stärkere Antriebe verlängert werden und dies führte automatisch zur Erforschung immer größerer Höhen. Die meisten dieser Raketenanstiege dienten der meteorologischen Forschung. Sie waren größtenteils nur indirekt eine Hilfe des täglichen Wetterdienstes, da für diesen Zweck die Auswertung des gewonnenen Zahlen- und Bildmaterials zuviel Zeit in Anspruch nahm.

Neben der schon früh begonnenen Entwicklung von Weltraumkörpern für militärische und astronomische Interessen, wurde auch an der Konstruktion von Wettersatelliten gearbeitet. Am 1. April 1960 wurde TIROS I von Cape Canaveral aus mit Erfolg auf seine Umlaufbahn um die Erde abgeschossen. Der sich griechisch anhörende Name TIROS der ersten amerikanischen Wettersatellitenserie ist eine Abkürzung für die Bezeichnung: Television-Infra-Red-Observations-Satellite. Die Bezeichnung «Television» deshalb, weil die Aufnahmen der beiden mitgeführten Kameras nach dem

gleichen Prinzip wie Fernsehbilder an die Bodenstation gesendet und dort auf einem Televisionsschirm empfangen werden können. Das Wort «Infra-Red» weist auf die vom Satelliten mitgeführten Infrarotsensoren zur Messung der von der Erde in den Weltraum hinausgehenden Strahlung hin.

TIROS I hatte ein Gewicht von 122,5 kg, einen Durchmesser von 107 cm und eine Höhe von 48 cm. Seine Bahn um die Erde hatte eine Neigung von 48 Grad 33 Minuten gegen den Äquator. Sie wich vom vorausberechneten Wert um nur 0,04 Grad ab. Das Apogäum (erdfernster Punkt) lag in einer Höhe von 755 km, das Perigäum (erdnahester Punkt) in 690 km Entfernung von der Erde. Die Umlaufzeit betrug 99,2 Minuten. Der Satellit war mit 12 Umdrehungen pro Minute drallstabilisiert, d. h. er bewegte sich wie ein Kreisel auf seiner Bahn, was zur Folge hatte, daß sich die Aufnahmerichtung ständig änderte.

Die drei bis jetzt lancierten Wettersatelliten TIROS I, II und III führten, in der Bodenplatte eingebaut, 2 Fernsehkameras mit, eine mit einem Weitwinkelobjektiv zur Erfassung eines Gebietes von 1,7 Millionen Quadratkilometer und eine Kamera mit längerer Brennweite für Detailaufnahmen einer Fläche, die trotzdem noch 25 600 km² groß ist. Die Belichtungszeit für beide Aufnahmeapparate betrug 1,5 Millisekunden.

Zu jeder Bildapparatur gehörte ein Magnettonbandgerät, das fähig war, 32 aufgenommene Bilder nach dem Impulsverfahren zu speichern. Das Tonband war notwendig, da anfänglich nur zwei Bodenstationen für den Empfang der Bilder zur Verfügung standen: Fort Monmouth in New Jersey und Kaena Point auf Hawaii. Eine dritte Bahnverfolgungsstation, Point Mugu in Kalifornien, wurde erst später in Betrieb genommen.

Wie werden nun Befehle der Bodenstation *an* den Satelliten oder aufgenommene Bilder und ausgeführte Messungen *vom* Satelliten zur Erde übermittelt? Man möchte nicht nur ständig über die Position und Bahn der Raumwetterstation orientiert sein, sondern auch die rasche Auswertung der erzielten Beobachtungen ist für die Meteorologen von größtem Interesse.

Die zur Nachrichtenübermittlung beiderseits verwendeten Radiowellen haben alle Schichten der Erdatmosphäre, also Troposphäre, Stratosphäre und Ionosphäre zu durchdringen. In der untersten Schicht, der Troposphäre, sind die Dichte sowie der Wasserdampfgehalt der Luft verhältnismäßig groß. Luftsauerstoff und Wasserdampf schwächen die kurzwellige Strahlung von 10 000 Megahertz (MHz) an aufwärts.

In höheren Schichten, ungefähr bis zu 50 km Höhe, ist die Luft dünner, deshalb kommt es hier infolge der Sonnenstrahlung zu Ionisation. Eine ionisierte Schicht wirkt wie ein Spiegel auf Langwellen. Alle Frequenzen bis 30 MHz werden zurückgeworfen. Die Atmosphäre als Dämpfungsschirm läßt also alle Frequenzen des breiten Bereiches von 100 MHz bis 10 000 MHz ungeschwächt passieren.

Das bei den drei Wettersatelliten TIROS angewandte Übermittlungssystem arbeitete innerhalb des erwähnten Frequenzbereiches und funktionierte zur vollsten Zufriedenheit der Wissenschaftler. Dank einer durch Funkkommandi gesteuerten Programmieranlage an Bord des Satelliten ließen sich die Kameras und Meßinstrumente auch dann verwenden, wenn sich die Raumwetterstation außerhalb des Empfangsbereiches einer der beiden Leitstellen befand.

Direkt zur Erde übermittelte Bilder und Meßresultate ohne die Magnetbandzwischenstufe waren nur in der Zeit der direkten Funkverbindung Erde-Satellit möglich. Außerhalb der Hörzone wurden alle Beobachtungen im Satelliten auf Band registriert. Beide Kamerasysteme samt zugehörigen Bildspeicher- und Übertragungsgeräten konnten unabhängig voneinander verwendet werden. Diese Vorsichtsmaßnahme erwies sich schon zehn Tage nach dem Start des TIROS I als sehr berechtigt, da zu jenem Zeitpunkt die zur Schmalwinkelkamera gehörende Speicheranlage plötzlich ausfiel. Dieselbe Apparatur nahm einige Wochen später ihre Tätigkeit überraschenderweise wieder auf. Ende Juni des gleichen Jahres, also drei Monate nach dem Abschluß des TIROS I, versagte das Weitwinkelsystem. Obwohl die zweite Kamera noch

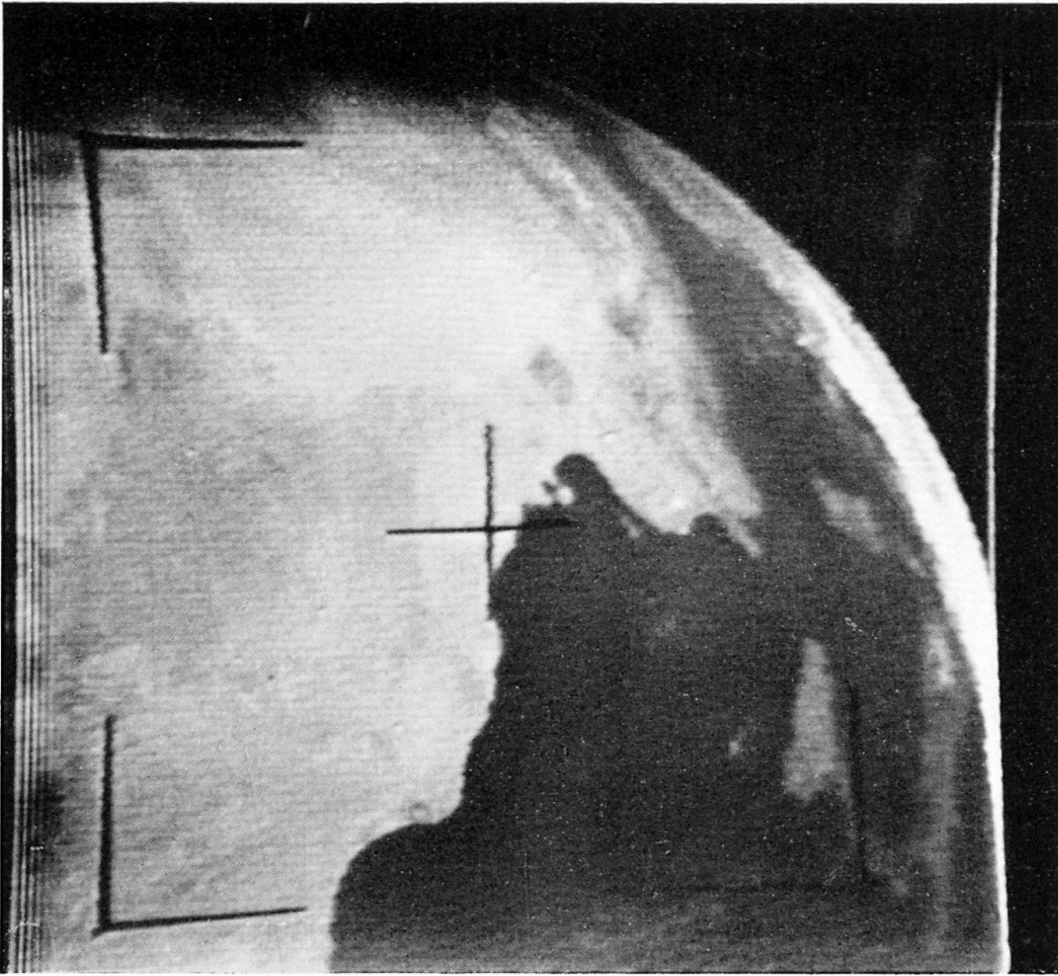


Abb. 2. Rechter Bildrand ist Norden. Das Bild zeigt die Küste von Nordafrika (Tunesien, die Sahara, Libyen), Sizilien und Sardinien sowie am rechten unteren Bildrand noch schwach sichtbar Italien. (Aufnahme NASA. 15. Juli 1961 von TIROS III.)

funktionierte, wurde von weiteren Bildaufnahmen abgesehen, weil fast zur gleichen Zeit auch die Apparaturen zur Positionsangabe ausfielen.

Um die aufgenommenen Bilder der geographischen Lage nach zu orientieren, d.h., um die jeweilige Stellung der optischen Achse der Kamera zu rekonstruieren, waren an der Außenseite des Satelliten Infrarotsensoren angebracht, die einen Impuls erzeugten, sobald die von der Erde stammende Wärmestrahlung auf sie traf. An der Länge der Impulse und den zeitlichen Abständen zwischen ihnen, ließ sich die Rotationsgeschwindigkeit des Satelliten sowie die Lage der Körperachse eindeutig bestimmen. Damit war aber auch der Mittelpunkt des fotografierten Gebietes bekannt, nur noch nicht die Winkellage des Bildes, da sich die Kamera wegen des Dralls dauernd um die Satellitenachse drehte.

Um auch noch diese Lage eindeutig abzuklären, waren an der Außenwand des TIROS neun lichtempfindliche Zellen angebracht (Abb. 1, Zahl 17), auf die pro Satellitendrehung einen Augenblick lang das Sonnenlicht fiel. Jede der Zellen erzeugte einen kennzeichnenden Impuls, der gemeinsam mit dem jeweils aufgenommenen Bild zur Erde übermittelt wurde. Die Auswerterechenmaschine der Bodenstation legte mit Hilfe dieser Impulse die Nordrichtung des Bildes fest. Diese Sensoren fielen nach dreimonatiger Einsatzzeit ebenfalls aus, so daß man keine Angaben mehr hatte, um die geographische Lage der fotografierten Abschnitte eindeutig festzustellen. Vom 1. April bis Ende Juni 1960 erhielt man durch TIROS I 14 000 hochwertige Wol-

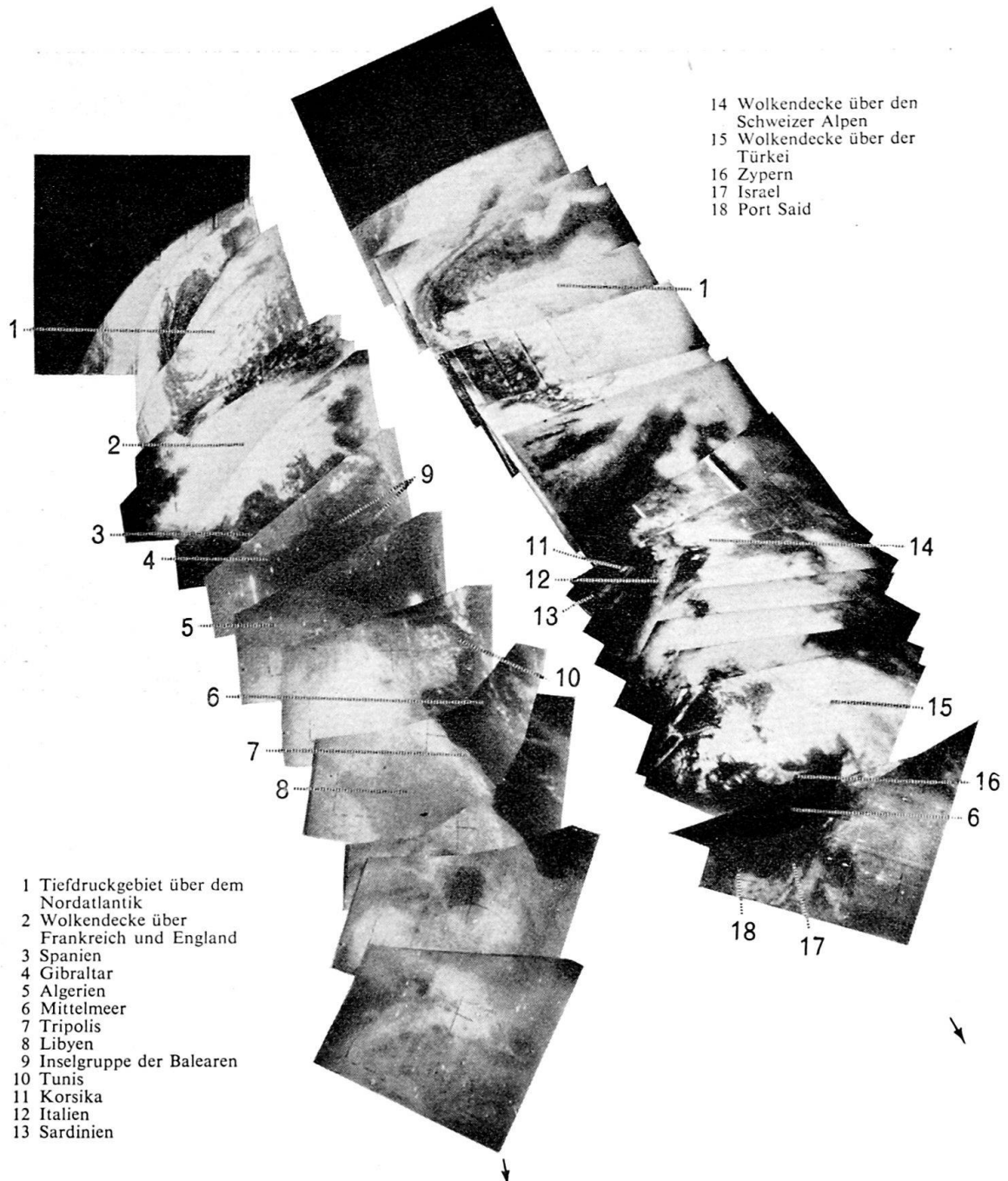


Abb. 3. Wetterlage vom Atlantik bis zur Türkei, aufgenommen von TIROS I.
 (Photomosaik zusammengestellt von der NASA)

kenaufnahmen aus der rund um die Erde reichenden Zone von 55 Grad Nord bis 55 Grad Süd.

Der 2. Wetterbeobachtungssatellit der Amerikaner, TIROS II, wurde am 23. November 1960 in seine vorberechnete Bahn um die Erde gebracht. Seine Ausrüstung war praktisch die gleiche wie die des TIROS I; hinzu kamen noch einige Zusatzinstrumente zur Untersuchung der Sonnenstrahlung. Bereits vier Stunden nach dem Abschluß empfangen die Bodenstationen die ersten Wolkenbilder.

Der Werdegang einer Wolkenphotoserie von der Programmierung im Satelliten bis zur Auswertung und Verwendung am Boden geht wie folgt vor sich:

1. Die Bodenstation funkt die Instruktionen über Aufnahmezahl und Aufnahmeort zum Satelliten. Solche Befehle können bis fünf Stunden vor der ersten Aufnahme im Satelliten programmiert werden.

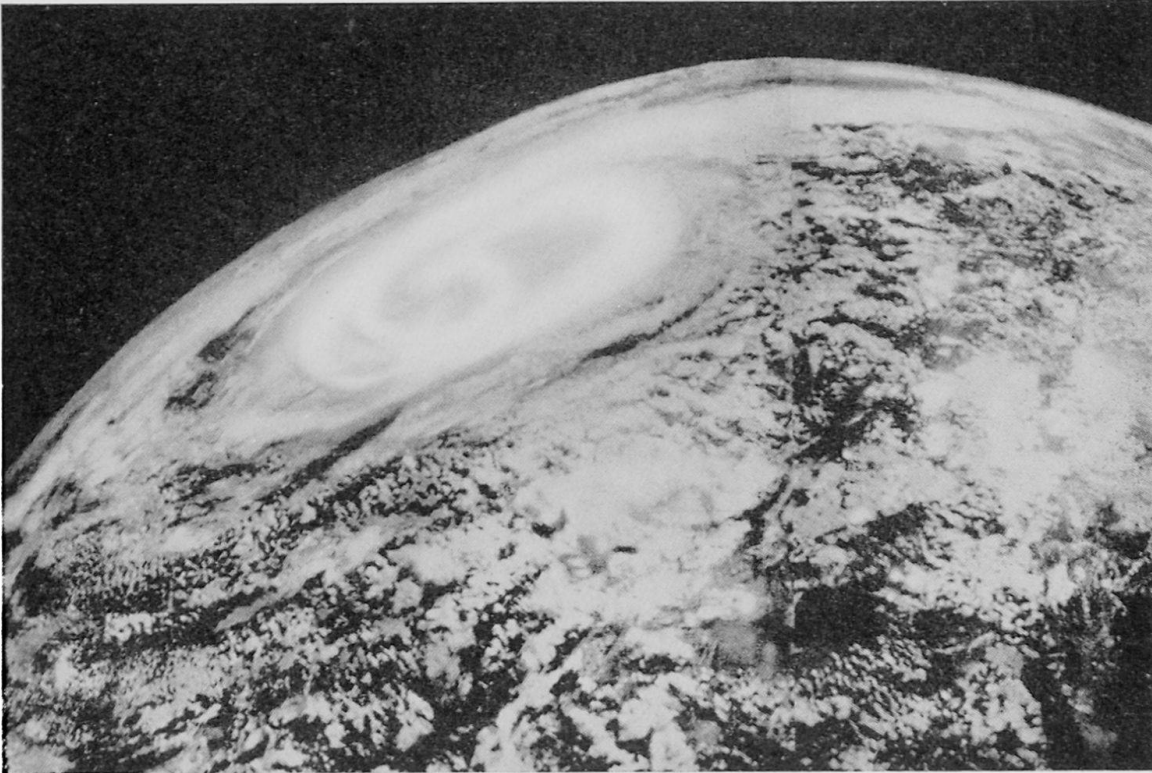


Abb. 4. Bewölkung einer Zyklone über dem Zentrum der USA. (NASA-Bild)

2. Über dem gewünschten Standort photographieren die beiden Kameras die von der Bodenstation angegebene Anzahl Bilder.

3. Durch die Magnetbandanlage gespeicherte Aufnahmen werden im Empfangsbereich der nächsten Auswertezentrale nach unten übermittelt. Alle nach dem Fernsehprinzip gesendeten Bilder erscheinen in der Bodenstation auf einem Televisionsschirm. Gleichzeitig werden sie nach dem Impulssystem auf einem Tonband festgehalten, damit die Aufnahmen auf dem Bildschirm beliebig oft wieder gesehen und auch photographiert werden können.

4. Die in der Bodenleitstelle empfangenen Aufnahmeserien werden anschließend der National Aeronautics and Space Administration (NASA = Nationale Raumfahrtsbehörde) sowie den meteorologischen Anstalten zur genaueren Auswertung übermittelt.

5. Von diesen Stellen gehen die Wetterbeobachtungen weiter an die einzelnen Interessenten.

Die Satellitenbilder sind im allgemeinen erstaunlich gut in Schärfe und Kontrast.

Zu Beginn erwähnte ich unter Andeutung der Probleme bei Langfristprognosen, daß in kurzer Zeit gewonnene Gesamtüberblicke von Wetterlagen größerer Wasser- und Landflächen noch fehlen. Die Satelliten waren die ersten, die uns solche großräumige Übersichten photographisch einwandfrei lieferten. TIROS I nahm zum Beispiel während seines 14. und 15. Umlaufes um die Erde die in Abb. 3 festgehaltene Großwetterlage vom Nordatlantik bis Kleinasien auf.

In Worte gekleidet hört sich die Auswertung der Photoserie so an: Über dem Atlantik befindet sich ein großes Tiefdruckgebiet. Eine geschlossene Wolkendecke liegt über Frankreich, England, der Schweiz und der Türkei. Das Mittelmeergebiet ist beinahe wolkenfrei.

Die Wolkenaufnahmen aus großen Höhen sind natürlich in keiner Weise mit konventionellen Wolkenphotographien vergleichbar. Vor allem gehen Details aus einer Distanz von 700 km vollständig verloren. Die Satellitenbilder lassen die Schichtung der Wolken in der Vertikalen nicht erkennen. Es kann nur zwischen Schicht- und Quellbewölkung unterschieden werden.

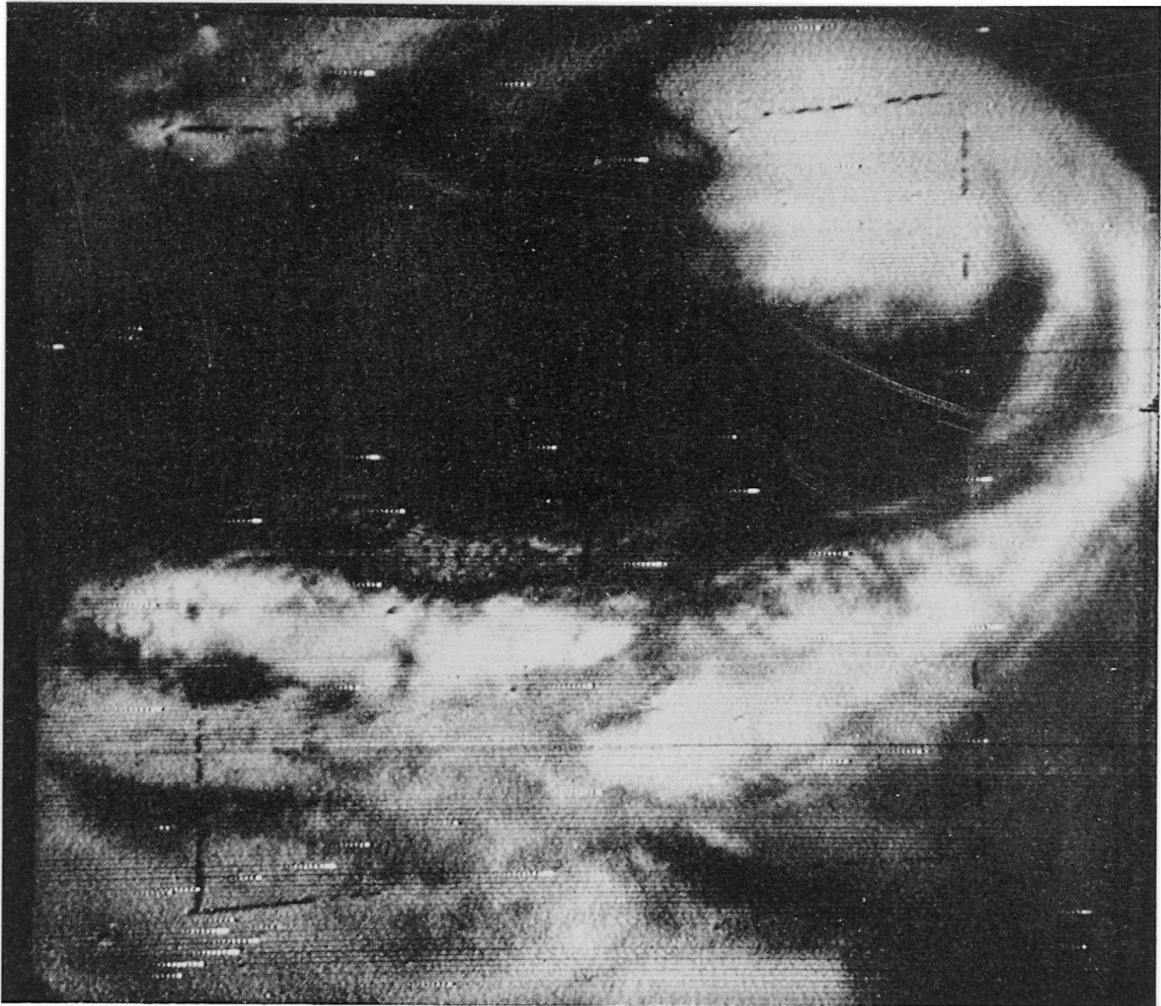


Abb. 5. Bewölkung einer Okklusion. (Aufnahme: NASA)

Nach eingehenderem Studium des zahlreich erhaltenen Bildmaterials dürfte es allerdings den entsprechenden Meteorologen möglich sein, die wichtigsten Wolken-typen auch in Satellitenbeobachtungen zu erkennen. Das Wesentliche und umwäl-zend Neue dieser Beobachtungsmethode ist aber der umfassende Überblick, nicht über lokale Bewölkungen, sondern über große Wolkensysteme, besonders ganze Zyklonen.

Dieser umfassende Überblick ist sehr aufschlußreich, zeigt er doch, daß Wolken-systeme, welche mit den auf unseren Wetterkarten dargestellten Wirbeln verknüpft sind, eine höhere Organisation aufweisen, als bisher angenommen wurde. Daß tropische Wirbelstürme durch spiralförmige Wolkenbänder gekennzeichnet sind, konnte schon durch frühere Radarbeobachtungen festgestellt werden. Die Weitwinkelaufnahmen (Abb. 4) der Wettersatelliten lassen indessen deutlich erkennen, daß auch großräu-mige Zyklonen außerhalb der Tropen diese spiralförmige Bandstruktur aufweisen. Über dem Atlantik, dem Pazifik und dem Indischen Ozean wurden Wolkenspiralen bis zu 2500 km Durchmesser festgestellt. Es läßt sich bei allen diesen Aufnahmen sehr gut das Einfließen der Luft im Gegenuhrzeigersinn in die Tiefdruckgebiete verfolgen.

Auch Okklusionen (Vereinigung von Warm- und Kaltfront) lassen sich auf den Satellitenbildern sehr deutlich erkennen. Abbildung 5 zeigt eine solche Situation über dem Zentrum der USA. Die weisse Fläche gibt die Bewölkung und im rechten Bild-teil auch die Niederschlagszone an.

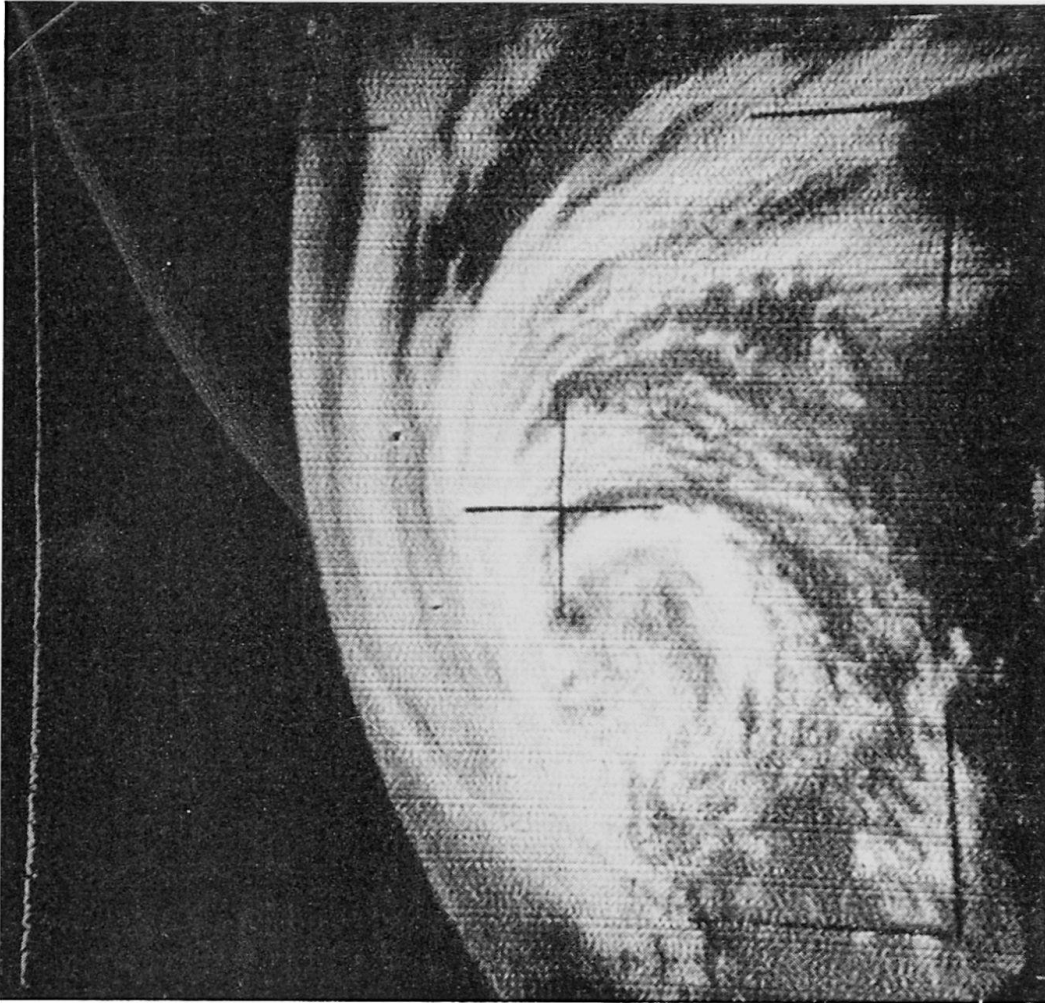


Abb. 6. Wirbelsturm Liza, aufgenommen von TIROS III. (Aufnahme NASA)

Manche Photographien zeigen äußerst seltsam geformte Wolken, so zum Beispiel eine 8 km breite und fast 1600 km lange Wolke in der Umgebung des Golfstromes. Die Möglichkeit, daß sie mit diesem Meeresstrom in einem gewissen Zusammenhang steht, ist nicht ausgeschlossen und wird deshalb speziell untersucht.

Am 29. November 1960 wurde anhand von 312 Satellitenphotos, von denen nach Angaben der NASA 85% brauchbar waren, die erste Wettervorhersage, gestützt auf ein Raumphotomosaik, herausgegeben. Die Photowetterkarte zeigte ein großes Sturmtief an, das dem amerikanischen Mittelwesten auch bald darauf, wie richtig vorausgesagt, den ersten Schnee des Jahres brachte. Das war die erste Langfristprognose, basierend auf Beobachtungen eines Wettersatelliten.

Die Wolkenphotoserien der Wettersatelliten lassen sich außer im täglichen Wetterdienst noch zu anderen Zwecken verwenden. Mit den rund um die Erde erhaltenen Weitwinkelaufnahmen können Wolkenbedeckungskarten der Erde für die Zeitspanne von je einem Monat oder einem Vierteljahr gezeichnet werden.

Die gesamte Wolkenfläche über unserer Erde spielt die Rolle eines Thermostaten, der für die Temperatur der untersten Schichten der Atmosphäre und damit der Erdoberfläche von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Die Beobachtungen und Resultate der ersten amerikanischen Wettersatelliten bestanden aber nicht nur aus Wolkenaufnahmen. Die globalen Wetterstationen führten auch Meßinstrumente zur Bestimmung der Wasserdampfkonzentration der oberen

Schichten der Atmosphäre, des Ozongehaltes und der Intensität der Sonnenstrahlung mit sich. Mit Hilfe von weiteren Instrumenten konnten Bestimmungen der von der Erde absorbierten und reflektierten Sonnenenergie durchgeführt werden. Die Auswertung dieser Registrierungen ist bis heute wegen des zahlreich erhaltenen Meßmaterials zum größten Teil noch nicht abgeschlossen. Die Resultate werden interessant sein und völlig neue Erkenntnisse sind nicht ausgeschlossen.

Mitte Juli 1961 wurde von Cape Canaveral aus TIROS III abgeschossen. Sein großer Erfolg lag im Aufspüren von 18 tropischen Wirbelstürmen während der drei Monate September, Oktober und November des Jahres 1961. Mit der Weitwinkelkamera war es möglich, über dem Golf von Mexiko zugleich 3 solche Stürme: Debbie, Betsy und Carla vom gleichen Standort aus zu photographieren. Abbildung 6 zeigt einen weiteren solchen Wirbelsturm, die Liza, über dem Pazifik.

Das Auffinden dieser Verheerung anrichtenden Stürme durch den Satelliten und die frühzeitige Alarmierung und Evakuierung der Bevölkerung in den gefährdeten Gebieten auf Anordnung der Wetterdienste hin, veranlaßte den Bewilligungsausschuß des amerikanischen Repräsentantenhauses, am 10. September 1961, die Beschleunigung des Programmes zur Verbesserung der Wettervorhersage durch Satelliten zu fordern. Zuerst sollen vier weitere Satelliten vom Typ TIROS III, der sich zur Zeit noch auf seiner Bahn befindet in den Weltraum abgeschossen werden, um die begonnenen Messungen und Bildbeobachtungen fortzusetzen. In absehbarer Zeit soll auch der verbesserte Wetterbeobachtungssatellit Nimbus erprobt werden. Eine speziell für diesen Zweck umgebaute militärische Atlas-Rakete soll den 300 kg schweren Nimbus auf eine polare, etwa 1000 km hohe Bahn um die Erde bringen.

Die 6 Fernsehkameras dieses nächsten Satelliten werden mit «Gummilinsen», d.h., Linsensysteme mit verstellbarer Brennweite für wählbare Bildausschnitte, ausgerüstet sein.

Bei der polaren Bahn sind Nord- und Südpol zwei Fixpunkte, die der Satellit bei jedem Umlauf zu passieren hat. Es wäre deshalb von großem Nutzen, wenn die Bodenstationen auch in ungefähr diesen Breiten, d. h., über 80 Grad eingerichtet würden. Auf diese Weise könnte der Satellit während jedes Umlaufes zweimal seine Beobachtungen auf die Erde senden und ebenso oft neu programmiert werden. Die beiden Polleitstellen würden die erhaltenen Beobachtungen an das National Meteorological Center (die amerikanische Meteorologische Zentralanstalt) in Washington zur Auswertung übermitteln. Von dort gingen die Ergebnisse und Vorhersagen mit Fernschreibern und Faksimileapparaten an die Wetterämter, Flugplätze und private Interessenten weiter.

Für das Jahr 1964 sind zwei abhängige Systeme von zwei und vier Wettersatelliten vorgesehen. Es bestehen Pläne für vier gleichzeitig arbeitende Raumwetterstationen in ungefähr 30 000 km Höhe, die mit der Erde synchron rotieren würden. Die beiden nicht erfaßten Kalotten über 60 Grad Breite müßten durch zwei Satelliten auf Polarbahnen beobachtet werden. Diese beiden Systeme würden permanent Bilder der unter ihnen befindlichen Gebiete aufnehmen.

Viele Einzelprobleme, vor allem solche der besseren Bildübermittlung, müssen noch gelöst werden, damit diese sicher vielversprechenden Raumwetterstationen ihren Dienst antreten können. Der Weg zur 99-prozentigen Wettervorhersage ist auch heute noch weit und hindernisreich. Immerhin lassen die verhältnismäßig bescheidenen Erfolge der drei TIROS-Satelliten erhoffen, daß die Satellitentechnik in einigen Jahren uns allen zu Gute kommt.

LITERATUR

STROUD, W. G.: Extraordinary Photographs of Earth taken by Satellite TIROS. National Geographic Magazine. Aug. 1960. WEXLER, H., JOHNSON, D. S.: Meteorological Satellites. ICSU Review Nr. 2, 1960. FRITZ, S.: Wetterphotos aus dem Raum. Interavia Nr. 11, 1960.

SATELLITES METEOROLOGIQUES ET LEURS OBSERVATIONS

Le réseau d'observation météorologique mondial présente à divers endroits de grandes lacunes. Pour pouvoir établir des pronostics précis, et surtout lorsqu'ils doivent être valables un certain laps de temps, il est indispensable de connaître le temps dans ces zones mal observées. La météorologie tente tout pour combler ces lacunes. Depuis le 1er avril 1960 des satellites d'observation météorologique tournent autour de la terre. Leur temps de révolution est de 100 minutes. A une distance de 700 km, ces satellites photographient avec des caméras spéciales les nuages et leur extension. Les prises de vue montrent de telles formations de nuages au-dessus des zones tropicales et des latitudes tempérées. Maintes photos sont également très intéressantes pour les recherches scientifiques. Bien des images confirment d'une façon remarquable la théorie du découlement de l'air sous forme de spirales, dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, dans les régions de basses pressions.

Le satellite d'observation météorologique américain «Tiros III», a enregistré 18 cyclones tropicaux, dont également le cyclone Carla, qui a fait tant de ravages. Un tel satellite est capable de prendre 32 000 photos en 4 mois. A part cela, il mesure avec des instruments spéciaux la réverbération de la terre ainsi que la contenance en vapeur et en ozone de l'air. 9300 cellules photoélectriques couvrant la capsule de la station météorologique fournissent par transformation photoélectrique des rayons du soleil le courant électrique pour le fonctionnement des appareils d'enregistrement et de prises de vue. On prévoit pour l'avenir d'autres satellites météorologiques plus grands. Ainsi, cette année encore, le satellite Nimbus pesant plus de 300 kg et muni de 6 caméras devrait être placé dans son orbite.

DER SCHWEIZERISCHE LANDESATLAS

Ein erster Bericht

EDUARD IMHOF

Das Studium der Zustände und die Lenkung des Geschehens auf der Erdoberfläche erheischt neben Statistiken und topographischen Karten auch sogenannte thematische Karten verschiedenster Art, wie z. B. Karten der Naturgrundlagen, der Bevölkerung, der Wirtschaft und des Verkehrs. So wie Landesstatistiken unentbehrlich sind, sind es auch die kartographischen Darstellungen mit ihren erdräumlichen Einordnungen der natur- und kulturgeographischen Forschungsergebnisse.

Die Schweiz steht bezüglich ihrer topographischen Kartenwerke und auch im Schulkartenwesen unter den Nationen mit in vorderster Reihe. Es fehlt ihr auch nicht an bedeutenden Leistungen auf manchem thematisch-kartographischen Gebiet. Genannt seien unter anderem die vom Bunde unterstützten Erstellungen geologischer, geotechnischer, pflanzengeographischer Kartenwerke, zahlreiche Karten des Eidg. Statistischen Amtes, die Sprachatlanten, Geschichtsatlanten, der Volkskundeatlas, einzelne wirtschaftsgeographische Karten und vieles andere. Es fehlt jedoch bei uns ein groß angelegter Landesatlas, der über alle wesentlichen und kartierbaren geographischen Aspekte des Landes in systematischer und leicht übersehbarer Form Auskunft gäbe und sie miteinander in Beziehung brächte.

Ähnliche Bedürfnisse wie in der Schweiz zeigen sich überall auf der Erde. Von den etwa 25 größeren europäischen Staaten besitzen heute bereits deren 18 ihre Landes- oder Nationalatlanten oder es ist ihre Erstellung im Gange.

Der *Verband Schweizerischer Geographischer Gesellschaften* befaßte sich schon seit über zwanzig Jahren mit der Planung eines solchen nationalen Atlaswerkes. Auch der *Encyclios-Verlag* (die Verlegergruppe des «Schweizer Lexikons») bemühte sich während Jahren um die Sache. Sowohl der genannte Verband, wie auch der Encyclios-Verlag beauftragten seinerzeit den Verfasser dieser Zeilen mit den erforderlichen Vorbereitungsarbeiten, insbesondere mit der Ausarbeitung von Inhaltsplänen und Kostenberechnungen. Die Inhaltspläne wurden dann im Schoße einer Kommission des genannten Verbandes und unter Beizug von Vertretern der hauptbeteiligten Nachbarwissenschaften bereinigt.

Soweit waren die Dinge gediehen bis gegen Ende 1960. Einer Realisierung des Projektes standen aber – entsprechend dem Worte «kein Geld, keine Schweizer» – die hohen Kosten hindernd im Wege.