

Bestimmung von kurz- und langzeitlichen Eis-, Meereis- und Schneebewegungen in der Arktis aus Satelliten-Luftbildern

Von H. Kaminski, Bochum*

Einleitung

Eine möglichst umfassende Bestimmung der Größen Eis, Meereis und Schnee in Zusammenhang mit den Temperaturen des nördlichen Eismeeres ist von fundamentaler Bedeutung für eine Klimatologie der Gesamterde, ihrer Tendenz und der hieraus sich ableitenden Folgerungen, die auch den Bereich der Umweltfragen berühren.

Die kontinuierliche Erfassung vorgenannter Größen stößt aber auf natürliche Begrenzungen, die sich daraus z. B. ergeben, daß halbjährig die Arktis bzw. Antarktis in den Bereich des Polarwinters eintritt, woraus sich Unterbrechungen für eine kontinuierliche Beobachtung mit normaler Methodik ergeben. Zusätzlich ist die Zahl der für die Erfassung und Überwachung vorgenannter Parameter zur Verfügung stehender Stationen, bezogen auf die Großflächigkeit des Bereiches der Arktis oder der Antarktis zu gering, so daß sich hieraus nur eine lückenhafte Erfassung ergibt.

Die seit 1963/1964 auch auf polaren Bahnen die Erde umkreisenden Wettersatelliten sind hier in der Lage, eine Lücke zu schließen, da sie zusätzlich über Aufnahmegерäte verfügen, die mittels der Infrarottechnik auch während der Polarnacht es gestatten, eine lückenlose Beobachtung der Dynamik von Eis-, Meereis und Schnee in der Nordpolar- kalotte durchzuführen (Lit. 1).

Die Weltraumforschung vermittelt hier eine ergänzende Möglichkeit, die klassischen Verfahren der Überwachung von Schnee, Eis und Meereis in den Bereich der Arktis und Antarktis in einem ganz entscheidenden Maße zeitlich zu erweitern. Erstmals werden durch die Aufnahmen aus dem Weltraum die großflächigen Bewegungen der vorgenannten Parameter ersichtlich. Zusätzlich gestattet die Infrarotaufnahmetechnik auch die Erfassung der Kalt- und Warmwasserströmungen innerhalb der Bereiche der Polarregionen, so daß hieraus sich eine umfassende Aussage zur Dynamik von Eis, Meereis und Schnee im Bereich der Polarregionen ohne zeitliche Einschränkung durch die jahreszeitlich bedingten Unterbrechungen ergibt. An einigen exemplarischen Beispielen wird im folgenden gezeigt, wie schon mit einer recht einfachen Methodik ein Beitrag zu der Überwachung vorgenannter wichtiger klimatologischer Parameter gegeben werden kann.

*) H. Kaminski, Direktor des Instituts für Weltraumforschung der Stadt Bochum (Sternwarte Bochum), 463 Bochum.

Beobachtungsbereich

Das Bochumer Institut ist in der Lage, über Satelliten der ESSA-, ITOS-, NOAA- und NIMBUS-Serie einen Bereich der Nordpolarregion zu erfassen, der sich wie folgt abgrenzen läßt:

Im Osten von der Taimyr-Halbinsel über den Pol greifend bis zum Ellesmere-Land und im Westen begrenzt durch das Baffin-Land noch die gesamte Davis-Straße bis Neufundland.

Berücksichtigt man hierbei, daß eine Station — Bochum — fast 40 bis 45 % des Bereiches der Nordpolarkalotte einsehen kann, so wird der Vorschlag des Verfassers an anderer Stelle gemacht (Lit. 2), verständlich, mit wenigen Stationen hier eine lückenlose Überwachung und Erfassung der Dynamik von Eis-, Meereis und Schnee innerhalb der Arktis bzw. der Antarktis durch Wettersatelliten zu ermöglichen.

Beobachtungszeitraum — Beobachtungsdichte

Der Bereich der Nordpolarkalotte wird täglich von Satelliten, die auf polaren Bahnen die Erde umkreisen, am Tage und während der Nacht überflogen. Hierdurch ist es möglich, unter Einschluß in Sonderheit der Infrarotaufnahmetechnik, eine zeitlich lückenlose Erfassung der Arktis — Antarktis zu ermöglichen. Das Bochumer Institut konnte im zurückliegenden Zeitraum, z. B. unter Verwendung der Aufnahmen des Satelliten ITOS 1 von Januar/Februar 1970 bis März 1971 lückenlos vorgenannten Bereich erfassen. Durch die tägliche Möglichkeit, Aufnahmen aus vorgenanntem Bereich zu erfassen, wird auch die Einschränkung der Beobachtungen von Eis, Meereis und Schnee durch Wolken gemindert, da durch die Strömungen in der Atmosphäre die Wolkenfelder nach relativ kurzen Zeiträumen wieder die interessierenden Partien freigeben. Zusätzlich sind die vorgenannten Parameter nicht so extrem kurzzeit-veränderlich. Dies bedingt ein verhältnismäßig lückenloses Beobachtungsmaterial trotz der Einengungen durch die Bewölkung.

Weiterhin ist die Bahnorientierung der Satelliten, z. B. der ITOS-Serie, so ausgelegt, daß sie täglich aufeinanderfolgend praktisch auf parallelen Bahnen die Nordpolarregion überfliegen, woraus sich zusätzlich relativ einfache Vergleichsmöglichkeiten der Aufnahmen ergeben. Aus dem Bereich der von Bochum zu erfassenden Arktis werden folgende Zonen ausgewählt:

- a) Bottnischer Meerbusen
- b) Nowaja-Semlja-Bereich
- c) Spitzbergen
- d) Ostgrönland — Nordgrönland
- e) Südgrönland und Davis-Straße.

Zu a) bis e) werden exemplarische Bildreihen vorgestellt, die die Zustandsgrößen Eis, Meereis und Schnee qualitativ zu bestimmen gestatten. Zusätzlich werden erste Versuche einer Quantifizierung der Variation von Eis, Meereis oder Schnee in drei Zonen, nämlich Nowaja-Semlja, Spitzbergen und Ostgrönland, vorgestellt.

a) Bottnischer Meerbusen

Der Bottnische Meerbusen gehört sicherlich nicht zu dem arktischen Meer, ist aber durch seine hohe nördliche Breite doch ein repräsentativer Bereich, dessen Eisbedeckung und Variation eine Zusatzaussage zu klimatologischen Tendenzen im Bereich der Nordpolarkalotte gestattet.

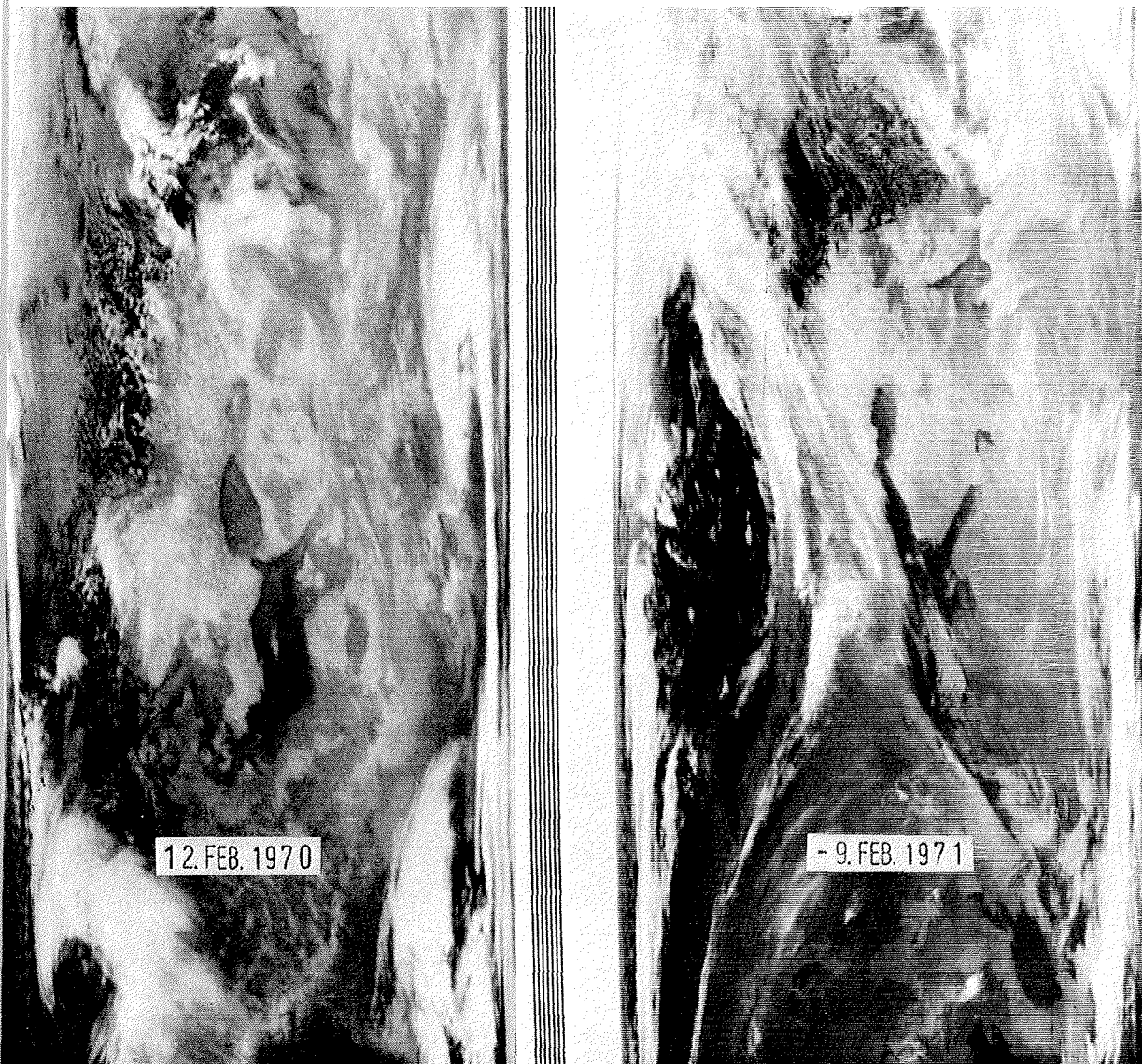


Bild 1 Eisbedeckung des Bottnischen Meerbusens im Februar 1970/1971

Bild 1 zeigt die Gegenüberstellung der Eisbedeckung des Bottnischen Meerbusens. Es handelt sich um Infrarotaufnahmen des Satelliten ITOS 1 (Spektralbereich 10—12 μm). Auffallend ist die völlig verschiedene Eisbedeckung zu praktisch gleicher Jahreszeit a) 12. Februar 1970 und b) 9. Februar 1971.

Diese Erscheinung des früher einsetzenden Abschmelzens bzw. Vorliegen von Meereis mit unterschiedlicher Mächtigkeit wird auch durch weitere Beobachtungen aus dem Jahre 1971 im Vergleich zu 1970 erkennbar.



6. Januar 1971



28. Januar 1971



2. Februar 1971



25. Februar 1971



27. Februar 1971



10. März 1971

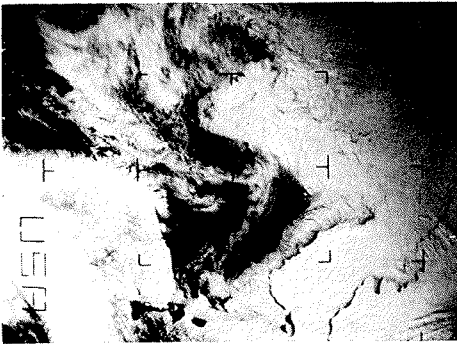
Bild 2 Entwicklung der Eisbedeckung des Bottnischen Meerbusens von Januar bis März 1971

In Bild 2 wird die Eisbedeckungsentwicklung im Jahre 1971 aufgezeigt. Praktisch bis zum 28. Januar ist der Bottnische Meerbusen nur in einem sehr geringen Prozentsatz in den Küstenbereichen von Eis mit einer Dicke von mehr als 25 cm bedeckt. Erst danach beginnt im Monat Februar die Schließung des Bottnischen Meerbusens durch stärkere Eismächtigkeit. Diese ist aber zeitlich sehr kurzfristig, da bereits nach dem 27. Februar wieder ein Abklingen der Eisstärken des Bottnischen Meerbusens festzustellen ist.

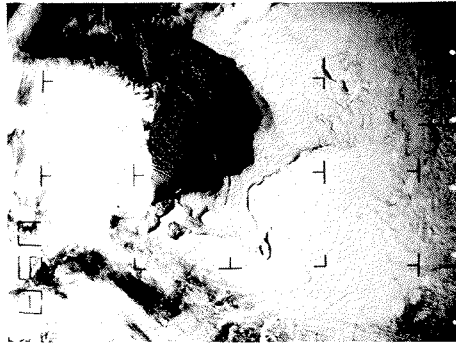
Alle Aufnahmen, Infrarotbereich 10—12 μm , Satellit ITOS 1, Aufnahmehöhe ca. 1500 km.

b) Nowaja-Semlja

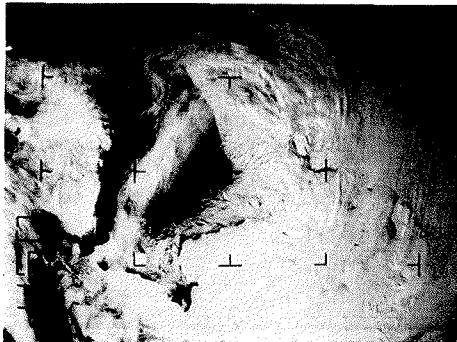
Bild 3 zeigt die Rückentwicklung der Packeiszone vor der Westküste von Nowaja-Semlja im Zeitraum vom 11. April bis 29. Mai 1970. Überzeugend kann auf dieser Bildreihe auch die Einwirkung und das Eindringen des Golfstroms in das Nordpolarbecken gezeigt werden.



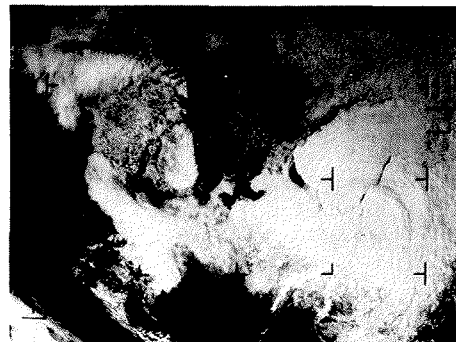
11. April 1970



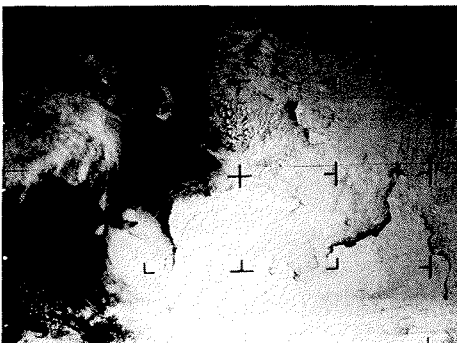
23. April 1970



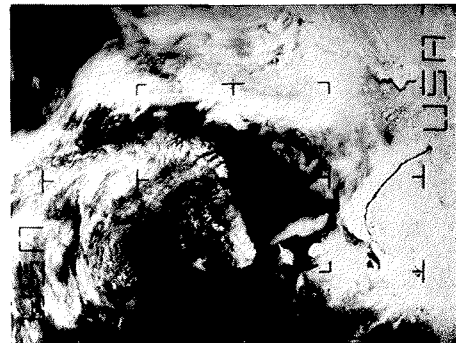
30. April 1970



14. Mai 1970



22. Mai 1970



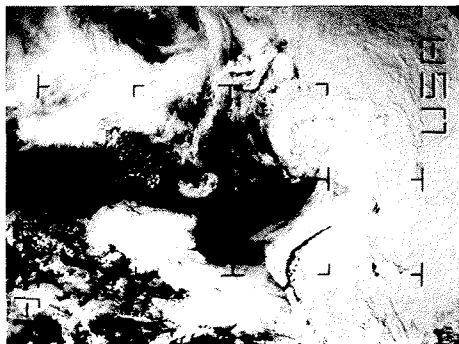
29. Mai 1970

Bild 3 Packeisausdehnung vor der Westküste Nowaja-Semlja vom 11. 4. bis 29. 5. 1970

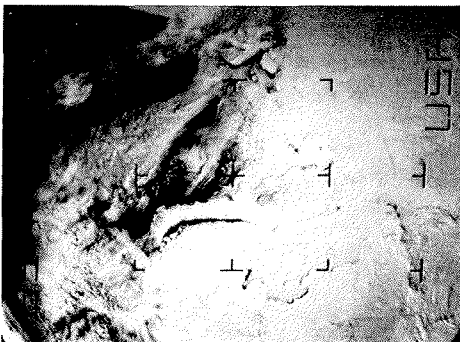
Bild 4, 5 und 6 zeigt diese Entwicklung weitergehend über den Polarsommer bis zum 1. Oktober 1970 mittels Tagaufnahmen im Bereich $0,5-0,7 \mu\text{m}$ des Satelliten ITOS 1. Dieser Zeitraum von April bis Oktober 1970 zeigt praktisch die Eisverhältnisse und ihre Dynamik um die Insel Nowaja-Semlja während des einsetzenden, maximalen und abklingenden Polarsommers 1970. In der nun einsetzenden Polarnacht 1970/1971 ist die Beobachtung des Nowaja-Semlja-Bereiches mittels der Tagaufnahmetechnik des Satelliten nicht mehr möglich, so daß eine Beobachtung im Infrarotbereich $10-12 \mu\text{m}$ jetzt die einzige Methode darstellt, diesen Bereich weiterhin zu überwachen.



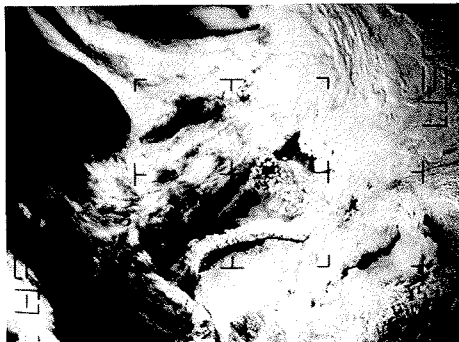
31. Mai 1970



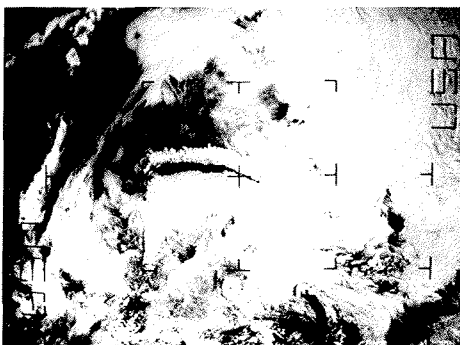
3. Juni 1970



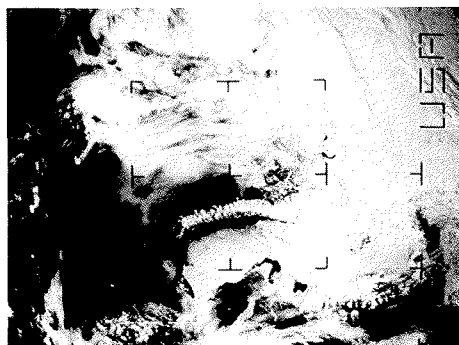
7. Juni 1970



16. Juni 1970



27. Juni 1970



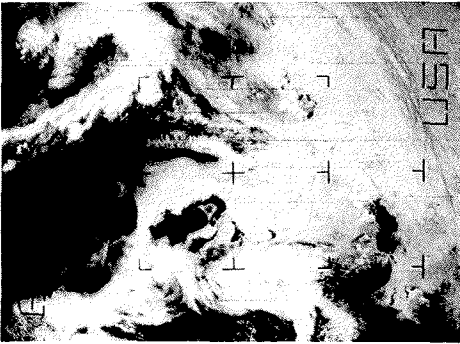
28. Juni 1970

Bild 4 Packeisausdehnung vor der Westküste Nowaja-Semlja vom 31. 5. bis 28. 6. 1970

Bild 5 Packeisausdehnung vor der Westküste Nowaja-Semlja vom 5. 7. bis 11. 8. 1970

Bild 6 Packeisausdehnung vor der Westküste Nowaja-Semlja vom 23. 9. bis 1. 10. 1970

Alle Aufnahmen, Bild 3, 4, 5 und 6, Tagaufnahmen des Satelliten ITOS 1, Spektralbereich 0,5 bis 0,7 μm .



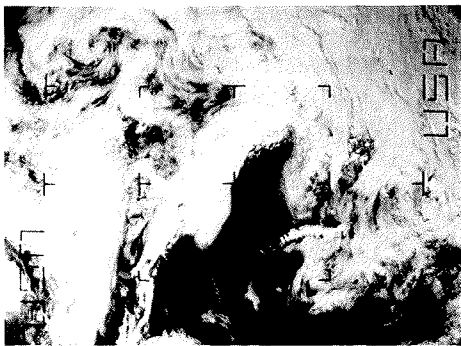
5. Juli 1970



8. Juli 1970



24. Juli 1970



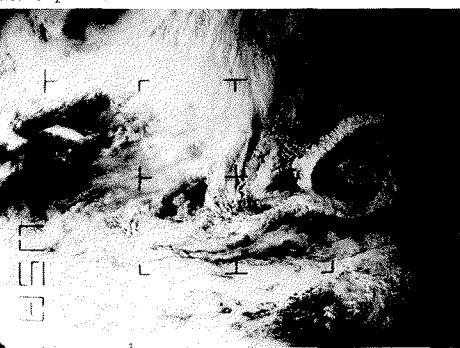
11. August 1970



23. September 1970



27. September 1970



28. September 1970



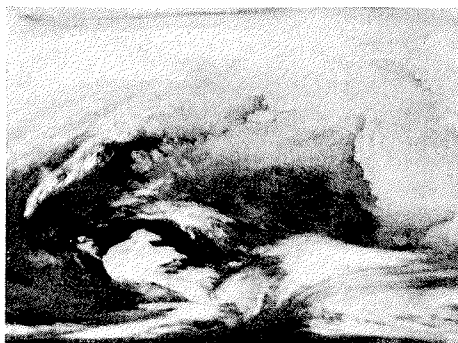
1. Oktober 1970

Bild 7 zeigt die Eisverhältnisse um Nowaja-Semlja aus dem Polarwinter 1969/1970 kommend und den Übergang aus dem Polarsommer 1970 in den Polarwinter 1971. Dieses lückenlos vorliegende Tag- und Nachtaufnahmемaterial des Bereiches Nowaja-

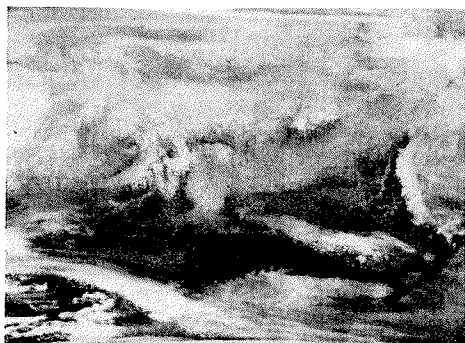
Bild 7 Infrarotaufnahmen — Eisbewegung — um Nowaja-Semlja Übergang Polarwinter 1969/1970 und Übergang Polarsommer -winter 1970/1971



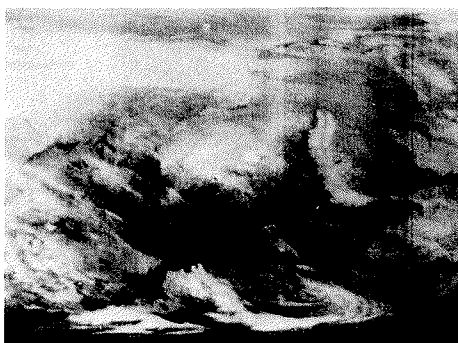
12. Februar 1970



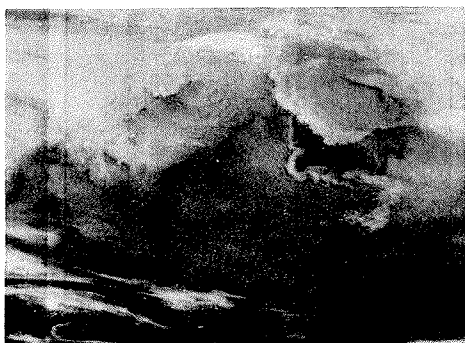
14. März 1970



12. November 1970



15. Dezember 1970



12. Januar 1971



21. Februar 1971

Semlja wurde dazu verwendet, um die Packeisausdehnung vor der Westküste Nowaja-Semlja und die eisfreie Küstenzone auf der Ostseite Nowaja-Semlja's quantitativ zu untersuchen.

Bild 8 (Graphik) zeigt die Dynamik des Packeises vor der Westküste Nowaja-Semlja im ausklingenden Polarwinter 1969/1970 und die Entwicklung in den Polarwinter 1971

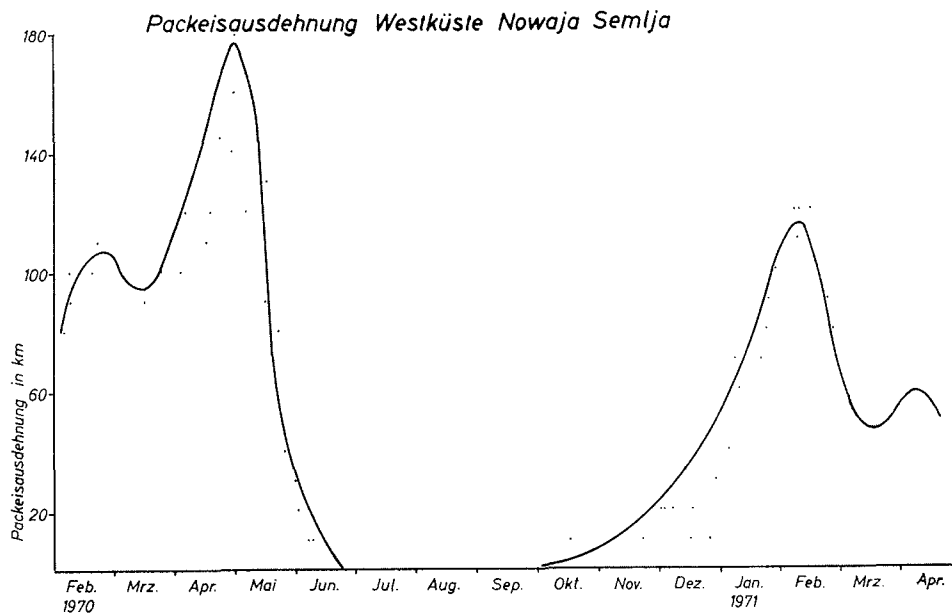


Bild 8 Zeitliche — küstenvorgelagerte Packeisausdehnung Westküste Nowaja-Semlja 1970/1971

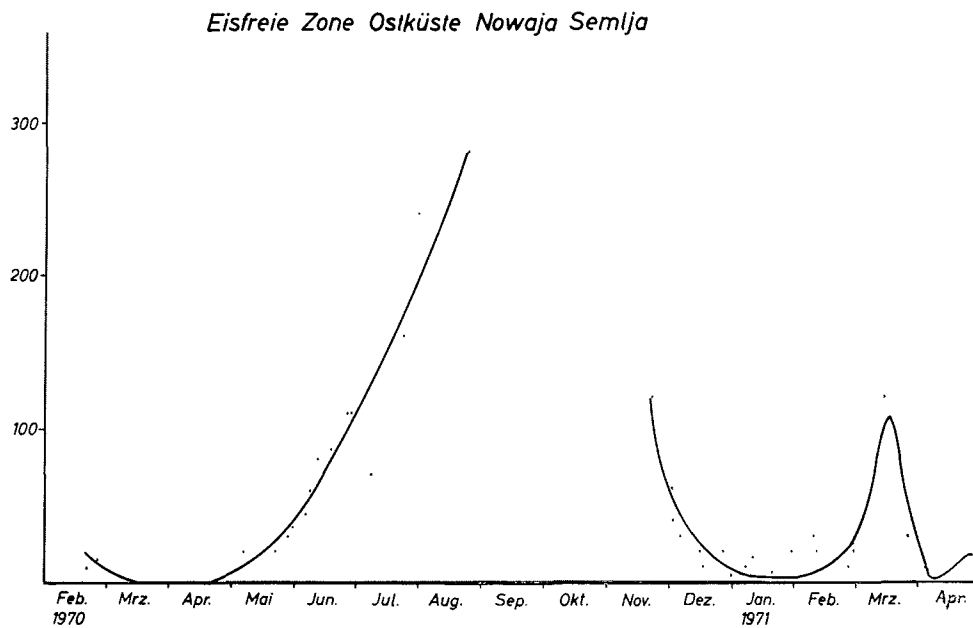
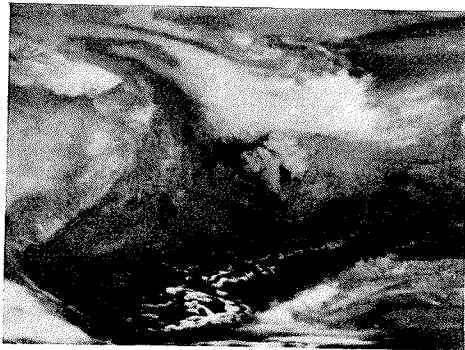


Bild 9 Zeitliche und Ausdehnungsentwicklung der eisfreien Zone Ostküste Nowaja-Semlja

hinein. Auffallend ist hier das wesentlich stärkere Zurückgehen der Packeisausdehnung in dem Monat März 1971 im Gegensatz zum Monat Februar 1970. Dieser Hinweis auf eine intensivere Bewegung des Packeises wird auch aus der Graphik des Bildes 9 ersichtlich, die wesentlich früher als 1970 eisfreie Zonen meßbarer Größe an der Ostküste von Nowaja-Semlja zeigt.

c) Spitzbergen

Mittels Infrarotaufnahmen im Bereich 10—12 μm wird der ausklingende Polarwinter 1969/1970 und der beginnende Polarwinter 1970/1971 vorgestellt, und zwar in besonderem das Heranrücken der Packeiszone an den Nordteil Spitzbergens (Bild 10 und 11). Bild 12 und 13 zeigt die weitere Entwicklung der Packeisbewegung um Spitzbergen mittels Tagaufnahmen des Satelliten ITOS 1 im Spektralbereich 0,5—0,7 μm in der Zeit vom 8. April 1970 bis 7. September 1970. In der Graphik, Bild 14, wird die Bewegung des Packeises gegen die Nordspitze Spitzbergens, d. h. die zeitliche Entwicklung der eisfreien Zone dargestellt. Auch hier zeigt sich, wie in Bild 8, daß der ausklingende Polarwinter 1971 schneller eisfreie Zonen bringt, als der ausklingende Polarwinter 1970.



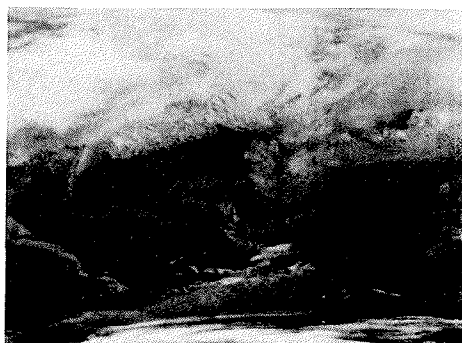
16. Februar 1970



6. März 1970

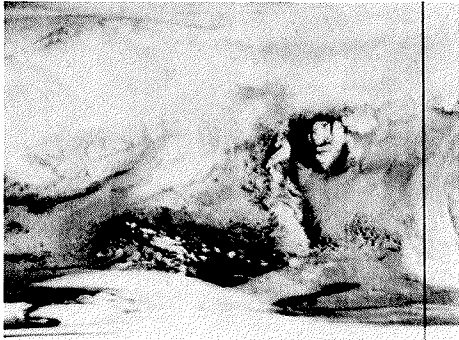


17. März 1970

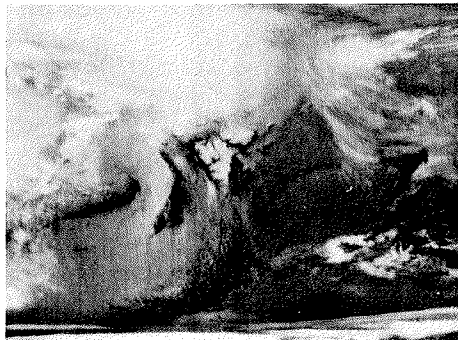


4. April 1970

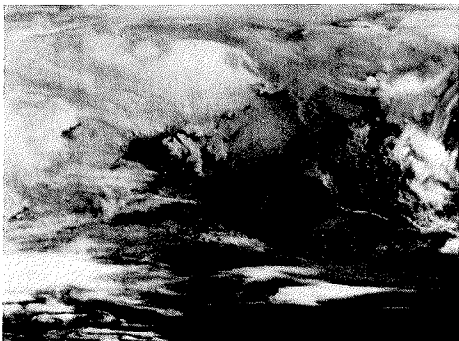
Bild 10 Packeisbewegung in Nordzone Spitzbergen vom 16. 2. bis 4. 4. 1970



3. November 1970



29. November 1970



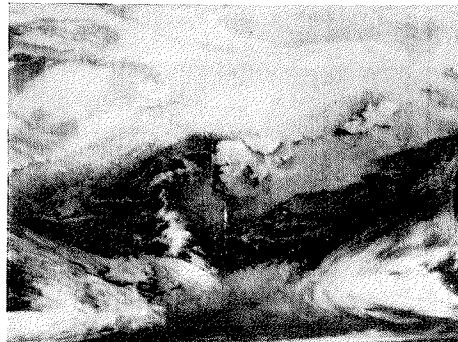
12. Dezember 1970



11. Januar 1971



2. Februar 1971

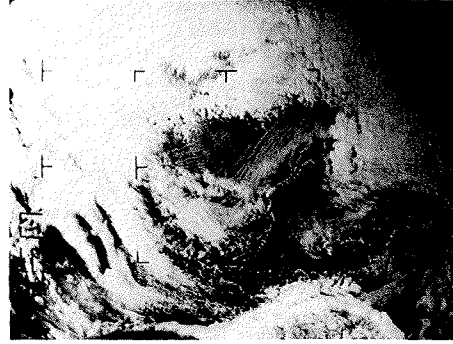


12. März 1971

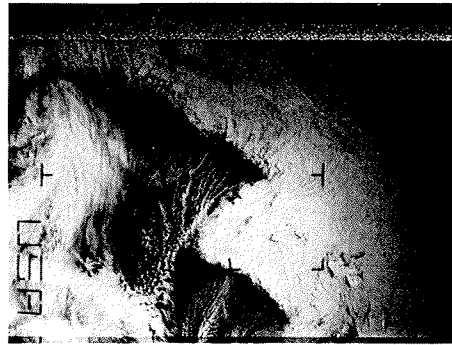
Bild 11 Packeisbewegung in Nordzone Spitzbergen vom 3. 11. 1970 bis 12. 3. 1971



8. April 1970



20. Mai 1970

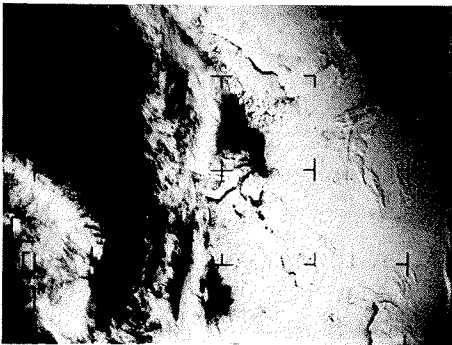


15. April 1970

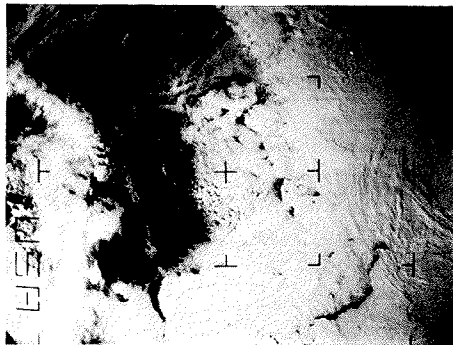


23. April 1970

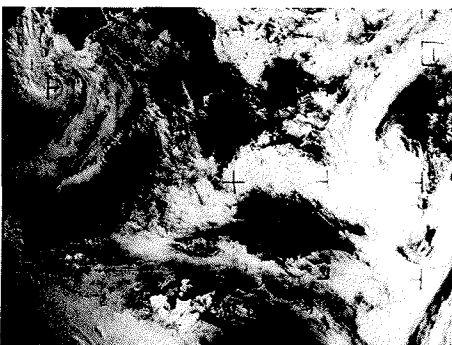
Bild 12 Packeisbewegung um Spitzbergen vom 8. 4. bis 23. 4. 1970



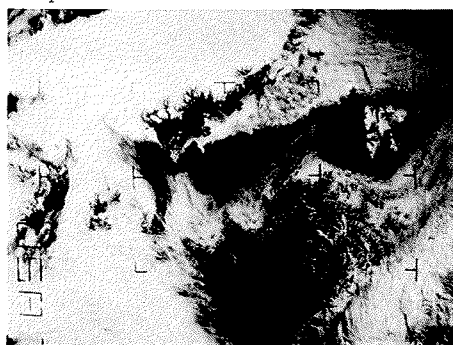
7. Mai 1970



12. April 1970



4. Sept. 1970



7. Sept. 1970

Bild 13 Packeisbewegung um Spitzbergen vom 7. 5. bis 7. 9. 1970

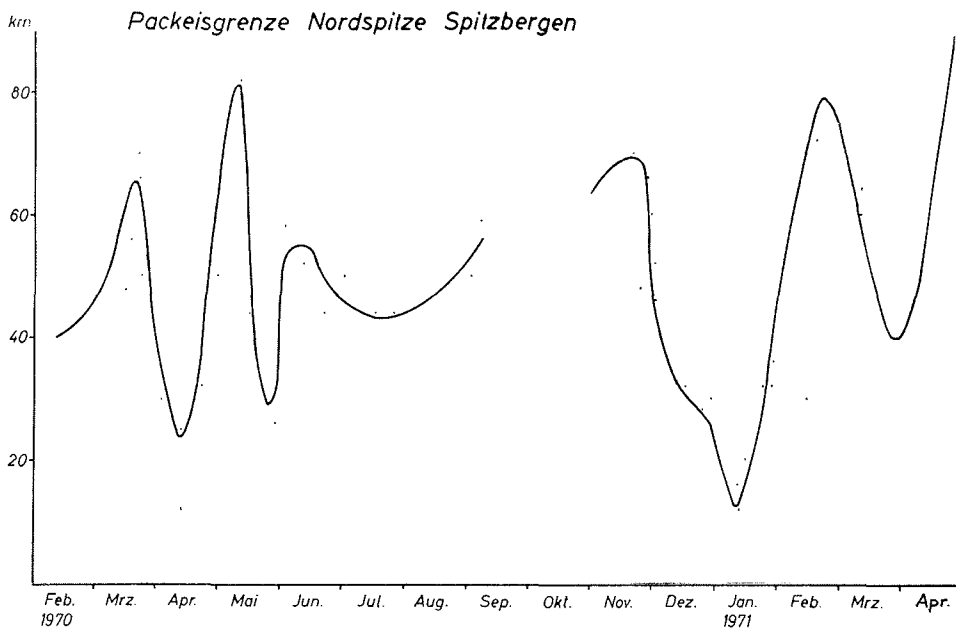


Bild 14 Zeitliche — Packeisgrenzbewegung vor der Nordspitze Spitzbergen 1970/1971

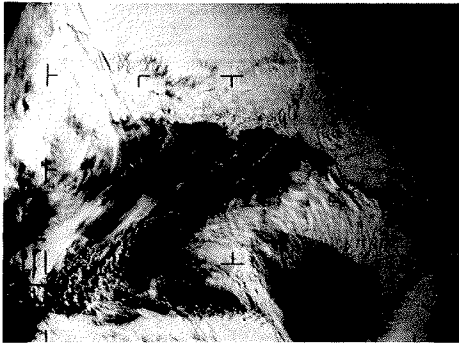
d) Ostgrönlandküste

Mittels Tagbilder des Satelliten ITOS 1, Spektralbereich $0,5-0,7 \mu\text{m}$, Aufnahmehöhe ca. 1500 km, wird die Packeisbewegung auf einer Linie Ostküste Grönland — Spitzbergen über den zeitlichen Bereich vom 29. April 1970 bis 7. September 1970, d. h. praktisch bis zum Wiedereinsetzen des Polarwinters, untersucht (Bild 15 und 16).

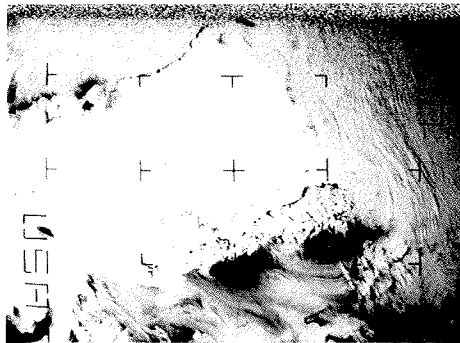
Bild 17 zeigt die Packeisausdehnung, gemessen auf einer Linie Ostküste Grönland — Südspitze Spitzbergen vom Februar 1970 bis Anfang März 1971. In dieser Graphik wird besonders deutlich die größte Ausdehnung des Packeises in den Monaten April bis Mai, was offensichtlich dadurch gegeben ist, daß hier sich die vormalig geschlossene Packeiszone unter dem Einfluß des beginnenden Polarsommers auflockert und dadurch größere Flächenbereiche bedeckt.

e) Südgrönland — Davis-Straße

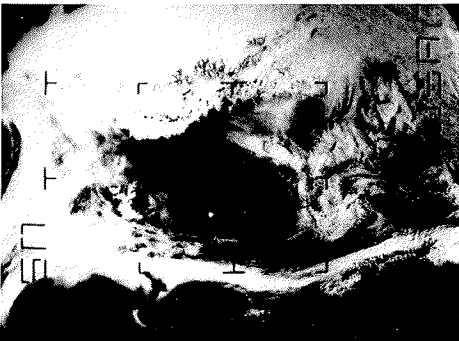
Die Eisbewegung um die Südspitze von Grönland — des mittleren Bereiches der Davis-Straße — wird in einer Infrarotaufnahmefolge dargestellt, und zwar deckt diese Aufnahmefolge ab den ausklingenden Polarwinter (Bild 18 und 19) 1969/1970 und den Übergang in den Polarwinter 1970/1971. Eine Tagbildreihe (Bild 20) zeigt das Eisfreiwerden der Südostgrönlandküste einschließlich der Westbereiche Grönlands in der Davis-Straße und das Zurückgehen des Packeises in der Davis-Straße im Zeitraum vom 1. Mai 1970 bis zum 23. Juni 1970. Bild 21 und 22 zeigt das schwindende Licht des Polarsommers in der Zeit vom 26. September bis zum 10. November 1970.



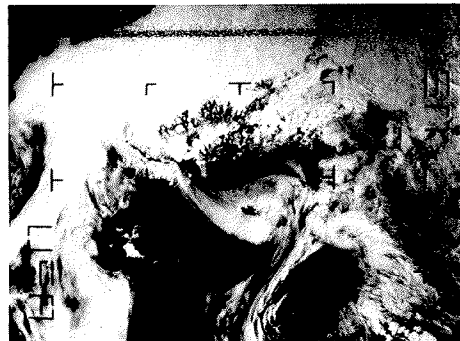
29. April 1970



11. Mai 1970

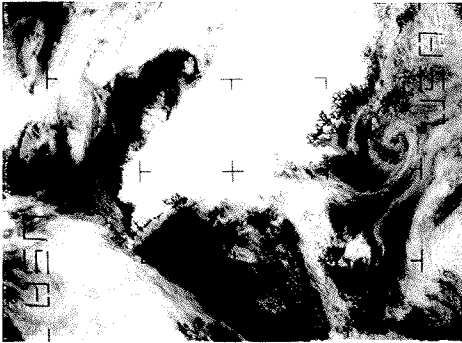


5. Juni 1970

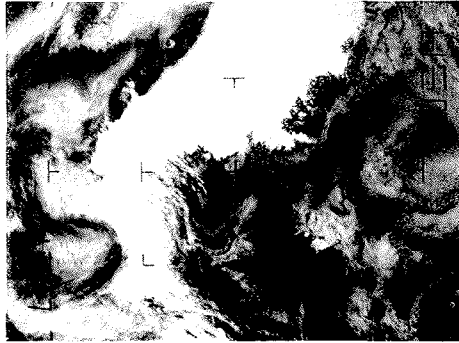


11. Juni 1970

Bild 15 Packeisbewegung um Grönland — Ostküste vom 29. 4. bis 11. 6. 1970



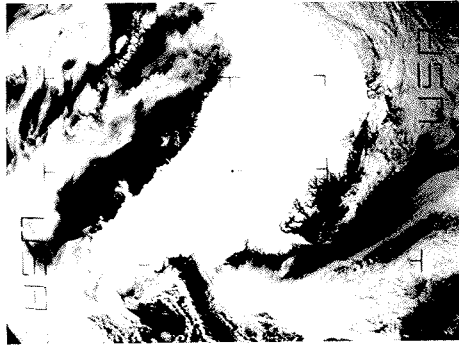
28. Juni 1970



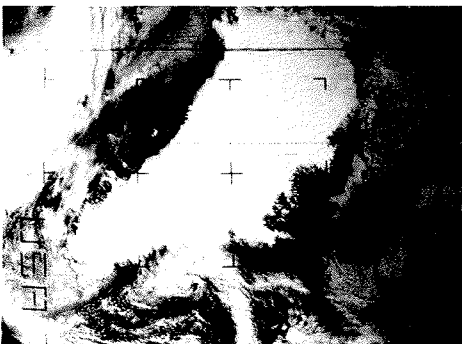
14. Juli 1970



23. Juli 1970



1. September 1970



7. September 1970

Bild 16 Packeisbewegung Ost- und Westküste Grönland, Ablationszonen vom 28. 6. bis 7. 9. 1970

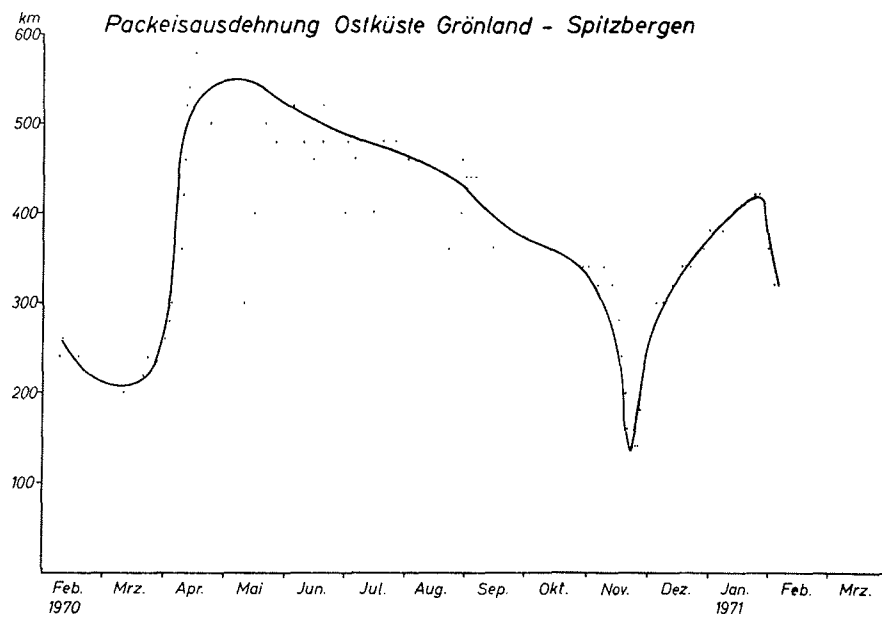
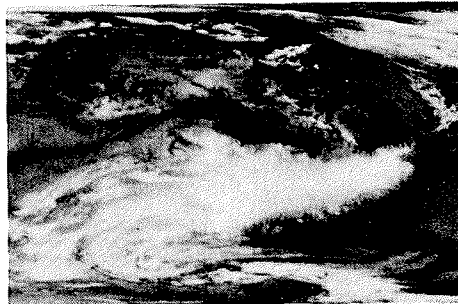


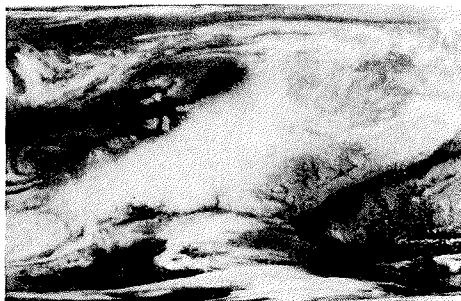
Bild 17 Zeitlich-flächenmäßige Packeisausdehnung Ostküste Grönland-Spitzbergen 1970/1971



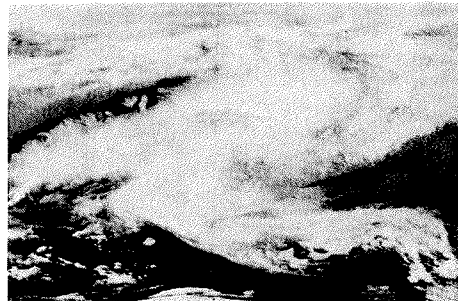
24. März 1970



31. Oktober 1970



26. Oktober 1970



20. November 1970

Bild 18 Packeis und Eis-Ablationszonen um Grönland vom 24. 3. bis 20. 11. 1970



11. Dezember 1970



18. Dezember 1970

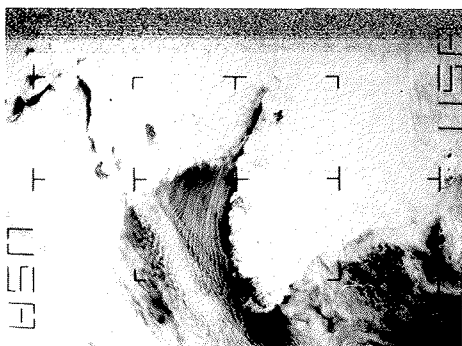


28. Januar 1971

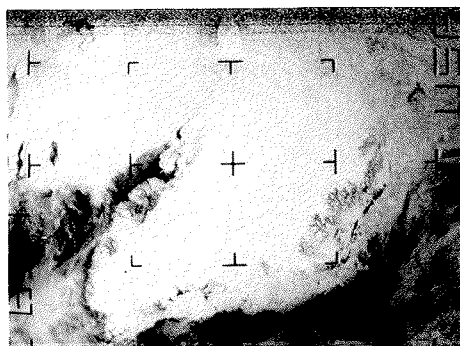


7. Februar 1971

Bild 19 Packeis und Eis-Ablationszonen um Grönland vom 11. 12. 1970 bis 7. 2. 1971



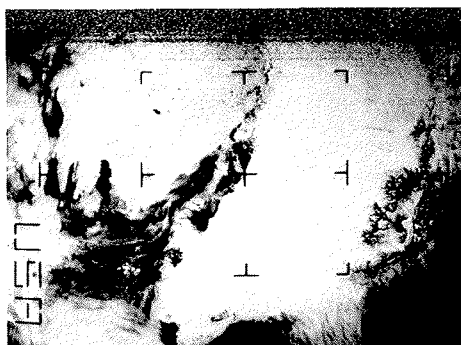
1. Mai 1970



24. Mai 1970



2. Juni 1970



12. Juni 1970



23. Juni 1970

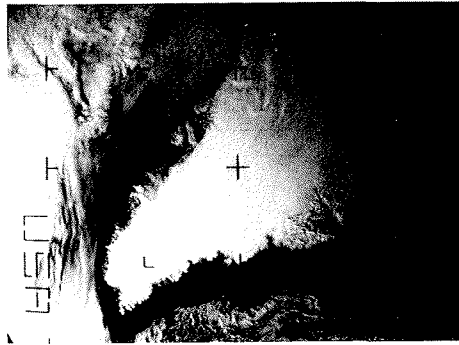
Bild 20 Packeis und Eisbewegung Südostgrönland — Davis-Straße vom 1. 5. bis 23. 6. 1970

Bild 21 Einsetzender Polarwinter — Beleuchtungsverhältnisse — Ablationszonen Neuschnee vom 26. 9. bis 24. 10. 1970

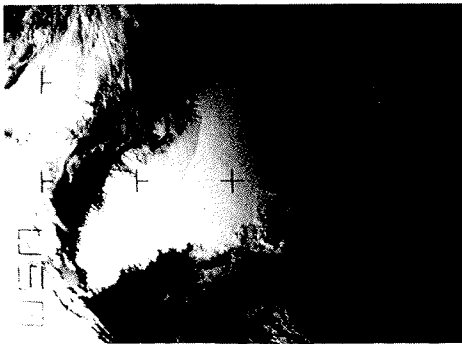
Bild 22 Einsetzender Polarwinter — Beleuchtungsverhältnisse vom 26. 10. bis 10. 11. 1970



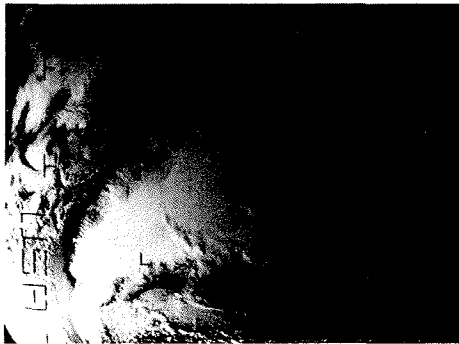
26. September 1970



4. Oktober 1970



18. Oktober 1970



24. Oktober 1970



26. Oktober 1970



28. Oktober 1970



4. November 1970



10. November 1970

Zusammenfassung

Aus einer Fülle von Aufnahmen, die das Bochumer Institut über Satelliten der ESSA-, ITOS-, NOAA- und NIMBUS-Serie gewinnt (Lit. 3), wird die Dynamik von Eis, Meereis und Schnee in der Nordpolarregion in dem Bereich zwischen der Halbinsel Taimyr und dem Baffin-Land vorgestellt.

Bildfolgen gestatten die Dynamik der vorgenannten Parameter zu erfassen und ihre jahreszeitlichen und von Warm- oder Kaltwasserströmungen und Wind abhängigen Bewegungen zu erkennen. Zusätzlich werden für ausgewählte Bereiche erste quantitative Untersuchungen durchgeführt, die es gestatten, graphisch die zeitliche Tendenz der genannten Parameter darzustellen.

Die Übergangsbereiche zwischen permanentem Eis und temporärer Eisentwicklung — Schneebedeckung —, die Ablationsbereiche und das zeitliche Einsetzen der Ablationsvorgänge lassen sich ebenfalls ohne große Schwierigkeit aus den Satelliten-Luftbildern in großflächiger Form erkennen und bestimmen.

Die vorgeschlagene Methodik befindet sich in den Anfängen. Es müssen durch entsprechende weitere Untersuchungen die Anschlüsse an die Dimensionen des klassischen Luftbildes gewonnen werden und Korrelationen mit lokalen Ortsmessungen erfolgen. Weiterhin muß die Meßmethodik durch systematische Arbeiten vervollständigt werden. Eines kann aber jetzt schon mit Sicherheit gesagt werden, daß durch die Anwendung der Satelliten-Luftbilder für das Vorhaben Erfassung von Eis, Meereis und Schnee eine globale und kontinuierliche neuartige Methode geschaffen worden ist, die es gestattet, große Räume ohne Schwierigkeiten langfristig zu überwachen (Lit. 4).

Die jetzt schon vorliegenden Infrarotaufnahmen im 10—12- μ m-Bereich lassen erkennen, daß Eisschichten, deren Dicke geringer als 25 bis 30 cm ist, nicht von diesem Spektralbereich erfaßt werden. Es ist nun daher für weitere Untersuchungen von Bedeutung, diesen Effekt in einem anderen Infrarotfenster, z. B. 3,4—4,1 μ m, zu untersuchen, um unter Umständen, d. h. durch eine multispektrale Eisanalyse, Aussagen über die Stärken der Eisschicht machen zu können. Qualitativ deuten sich diese Effekte an. Es geht jetzt in zukünftigen Arbeiten darum, diese Möglichkeiten zu quantifizieren.

Die Interpretation von differenziellen Grauwerten innerhalb der Satelliten-Luftbilder ist unter Umständen nicht ganz einfach. Hier hilft ein neues Verfahren, das der Verfasser wiederholt für Interpretationen bereits einsetzen konnte (Lit. 5). Die Gegenüberstellung einer Infrarotaufnahme als normales Schwarz-Weiß-Bild zu einer nach dem Äquidensitenverfahren unter Zuhilfenahme des AGFA-Gevaert-Contour-Films hergestellten Äquidensitenfarbbildes zeigt eindeutiger die in diesen Bildern enthaltenen Temperaturgradienten und deren Verteilung (Bild 23 und 24).

In der Farbzuordnung wurde der Farbe „Rot“ der Temperaturwert „warm“ und der Farbe „Tiefblau“ der Temperaturwert „kalt“ zugeordnet. Ohne Schwierigkeiten lassen sich jetzt die Temperaturverteilungen innerhalb des nördlichen Eismeer — Meereis — Golfstrom — des permanenten Eises — Grönland und der Wolken erkennen.

Die neue Methode mittels Satelliten-Luftbilder Beiträge zu der Erfassung von Eis, Meereis und Schnee im Rahmen eines weltweiten Programmes, z. B. der hydrologischen Dekade zu liefern, wird sich umso fruchtbarer in der Zukunft entwickeln, wenn es gelingt, zu einer Zusammenarbeit zwischen klassischen Eisuntersuchungsmethoden — Instituten — und dieser neuen Methode der Weltraumforschung—Erdforschung zu finden.

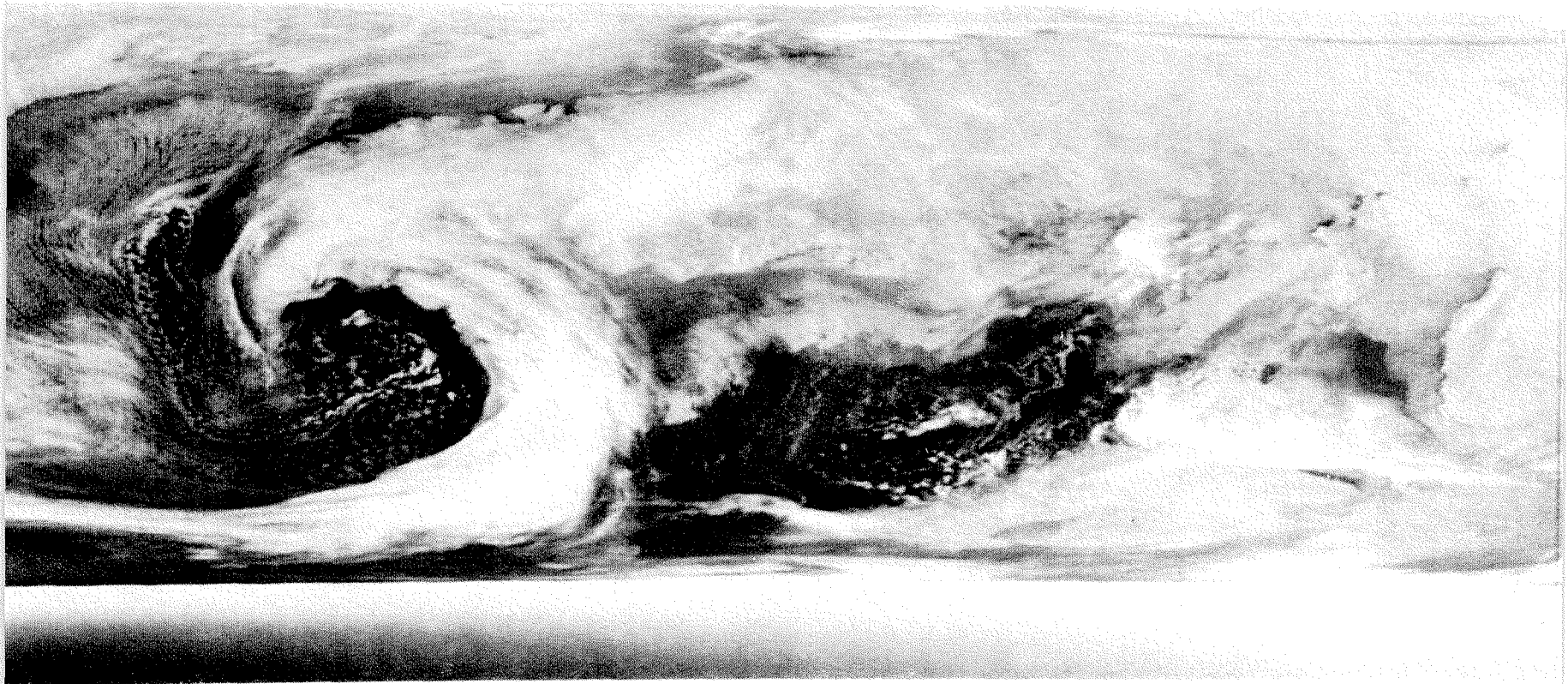


Bild 23 Original-Infrarotaufnahme 10–12 „m, Satellit ITOS 1, Aufnahmedatum 18. 2. 1970, Rev.-
Nr. 323, Aufnahmezeit 6.47 Uhr bis 7.02 Uhr Gmt, Nowaja-Semlja, Spitzbergen, Grönland



Bild 24 Äquidensiten-Farbbild der Original-Infrarotaufnahme (Bild 23)

Literatur:

- H. Kaminski: Eis und Schnee in Satellitenfotos. Umschau in Wissenschaft und Technik 6/1970 S. 163—169.
- H. Kaminski: Erfassung von Eis und Schnee aus Satellitenfotos, Internationales Symposium der ISP-Kommission VII (Photointerpretation) Dresden — September 1970.
- H. Kaminski: Zusammenstellung und meteorologische Zuordnung von Aufnahmen des US-Wettersatelliten TIROS VIII vom 26. 2. — 25. 3. 1964. Institutsveröffentlichung 90 Bilder, 41 Karten, 21 Wetterkarten.
- H. Kaminski: Zusammenfassung und meteorologische Zuordnung der vom US-Wettersatelliten NIMBUS A gewonnenen Aufnahmen im Institut für Satelliten- und Weltraumforschung Dezember 1964. Institutsveröffentlichung 174 Bilder, 54 Karten, 20 Wetterkarten.
- H. Hoinkes: Das Eis der Erde. Umschau 10/1968.
- H. Kaminski: Meeresmorphologie aus Satelliten-Luftbildern (SLE) vorgetragen: auf dem 21. Internationalen Kongreß Konstanz 1970. Seite 1 bis 31 und 18 Bildseiten.
- K. Strübing: Satellitenbild und Meereiserkundung. Hydrographische Zeitschrift 23/1970, Heft 5.