Zeitschrift: Beiheft zum Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft von Bern

Herausgeber: Geographische Gesellschaft Bern

Band: 1 (1975)

Artikel: Bewölkungsuntersuchungen über der Sahara mit Wettersatellitenbildern

Autor: Winiger, Matthias

Inhaltsverzeichnis

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-960237

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

| INHALTSVERZEICHNIS | Seite |
|---|--|
| Vorwort Inhaltsverzeichnis Verzeichnis der Figuren und Abbildungen Abkürzungen Zusammenfassung - Résumé - Summary | 5 7 9 12 13 |
| 1. Einführung 1.1. Trockenraum und Klimabeobachtung 1.2. Satellitenklimatologie | 19 19 20 |
| 1. TEIL: METHODEN DER BEWOELKUNGSAUSWERTUNG | 23 |
| Verwendetes Datenmaterial Satelliten Flugbahnen Sensoren Datenform Bildeigenschaften Technik der Bildauswertung Definition Bewölkungsgrad Datenreduktion und -verarbeitung Automatisierte Verfahren Semiautomatische Verfahren Manuelle Verfahren Genauigkeit der Schätzungen Vergleich der verschiedenen Auswertungsverfahren Einfluss des Bewölkungstagesganges Zusammenfassung von Teil 1 | 24 24 24 25 26 27 31 31 31 32 34 34 42 |
| 2. TEIL: BILDAUSWERTUNG IN VERSCHIEDENEN SPEKTRAL- BEREICHEN | 53 |
| 6. Bewölkungsauswertungen in verschiedenen Spektralbereichen 6.1. IR oder Visible? 6.2. Bisherige Versuche und Probleme 6.3. Bildmaterial 6.4. Auswertungsverfahren 7. Ergebnisse des Bildvergleiches | 54 54 58 58 60 62 |
| 7.1. Bedeckungsgrad im VIS- und IR-Spektralbereich. Bestimmung eines B-Wertes 7.2. B-Wert und Bewölkungsgrad 7.3. B-Wert und Wolkenarten 7.4. Jahreszeitliche Verteilung der Wolkenarten 8. Verifikation der Auswertung 8.1. Hauptschwierigkeiten 8.2. Terrestrische Bewölkungsgradbestimmungen mit Fischaugaufnahmen | 62 62 65 67 68 68 |
| 8.2.1. Bedeckungsgrad | 71 |

| | Seite |
|---|------------|
| 8.2.2. Abgrenzung des terrestrischen Gesichtsfeldes 8.2.3. Wolkenhöhebestimmung | 71 71 |
| 8.2.4. Ergebnisse | 79 |
| 9. Einfluss der Bewölkung auf Strahlung im VIS- und | 7.5 |
| IR-Spektralbereich | 80 |
| 9.1. Strahlenarten | 80 |
| 9.2. Atmosphärische Einflüsse auf Strahlung | 83 |
| 9.3. Strahlungsmessungen über der Sahara | 83 |
| 9.4. Strahlung und Bewölkung | 85 |
| 9.4.1. Kurzwellige Strahlung | 85 |
| 9.4.2. Langwellige Strahlung | 85 |
| 10. Zusammenfassung von Teil 2 | 87 |
| 3. TEIL: BEWOELKUNGS- UND ZIRKULATIONSVERHAELTNISSE | |
| DER SAHARA AM BEISPIEL DES JAHRES 1968 | 89 |
| 11. Einführung und Problemstellung | 90 |
| 12. Auswertung und Verifikation | 91 |
| 13. Die langjährige mittlere Bewölkungsverteilung | |
| über der Sahara | 100 |
| 14. Die Bewölkungsverhältnisse 1968 | 101 |
| 14.1. Bewölkung im Jahresablauf | 104 |
| 14.2. Bewölkungsverteilung im Tibesti | 107 |
| 15. Bewölkung und Niederschläge 15.1. Korrelation der Daten | 111 |
| 15.2. Situation des Tibesti | 111 114 |
| 15.2.1. Einflüsse der Zirkulation | 114 |
| 15.2.2. Höhenstufung der Niederschläge | 118 |
| 15.2.3. Hypothetische Niederschlagsverteilung inner- | 110 |
| halb des Tibesti | 119 |
| 15.3. Starkregen | 120 |
| 16. Ergebnisse von Teil 3 | 125 |
| 4. TEIL: MEHRJAEHRIGE BEWOELKUNGSANALYSEN UEBER DEN | |
| ZENTRALSAHARISCHEN HOCHGEBIRGEN TIBESTI, HOGGAR UND | |
| TASSILI N'AJJER | 127 |
| 17. Einführung und Problemstellung | 128 |
| 18. Auswertung und Verifikation | 129 |
| 18.1. Satelliten | 129 |
| 18.2. Datenausfälle | 130 |
| 18.3. Auswertungsverfahren | 130 |
| 18.4. Verifikation | 131 |
| 19. Ergebnisse | 131 |
| 19.1. Schwankungen der Gesamtbewölkung im mehrjäh- | |
| rigen Verlauf | 131 |
| 19.2. Mittlerer Jahresablauf der Gesamtbewölkung 19.3. Jahreszeitliche Bewölkungskarten für die zen- | 134 |
| tralsaharischen Hochgebirgszonen | 134 |
| 19.3.1. Höhenverteilung der Gebirge | 135 |
| 19.3.2. Hoggar und Tassili n'Ajjer | 135 |
| 19.3.3. Tibesti | 136 |
| 20. Zusammenfassung von Teil 4 | 137 |
| Literaturverzeichnis | 138 |
| Anhang | 145 |

| VERZEI | CHNIS DER ABBILDUNGEN, FIGUREN UND TABELLEN | Seite |
|-------------|---|----------|
| Abb.1 | Veränderlichkeit des Bewölkungsgrades inner- | |
| | halb kurzer Zeitspannen | 51 |
| Abb.2 | Synchrone NOAA-2-Aufnahmen vom 21.10.73 | 55 |
| Abb.3 | Mercator Satellite Relative Cloud Cover | 33 |
| | Dec. 1967-1970 (MILLER, FEDDES, 1971) | 57 |
| Abb.4 | Auswertungsverfahren am Beispiel eines | 3, |
| | IR- und VIS-Bildes (17.10.73) | 61 |
| Abb.5 | Auswertung einer Fischaugaufnahme am CLASSIMAT | 72 |
| Abb.6 | Vergleich von IR-, VIS- und Fischaugaufnahmen | 73 |
| Abb.7 | Wolkenbrücke zwischen Niger und Sirte, 8.4.1968 | 106 |
| Abb.8 | Wolkenverschleppung in den höheren tropischen | |
| | Ostwinden, 18.8.1968 | 106 |
| Abb.9 | Bewölkungs"quellgebiete" und Jetstreambewöl- | |
| | kung, 29.11.1968 | 112 |
| Abb.10 | Frontalniederschläge im Tibesti, 26.5.1968 | 121 |
| Abb.11 | Tropischer Sturm über Tunesien, 2129.9.1969 | 122 |
| | | |
| | | |
| | | |
| Fig.l | Bodenauflösung eines Satellitensensors | 28 |
| Fig.2 | Die Abbildung von Koordinatennetzen in APT- | 2.0 |
| | und Scanneraufnahmen | 29 |
| Fig.3 | Abhängigkeit des Bewölkungsgrades vom Beobach- | 2.0 |
| D: 4 | tungsstandort | 30 |
| Fig.4 | Punktauswertungen | 36 |
| Fig.5 | Flächenhafte Auswertungen | 37 |
| Fig.6 | Häufigkeitsverteilung der Bewölkungsgrade | |
| Pia 7 | in Alger, Tamanrasset und Abidjan Abweichungen bei wiederholten Auswertungen | 40 |
| Fig.7 Fig.8 | Verteilung synoptischer Stationen in Nordafrika | 43 44 |
| Fig.9 | Testauswertung: August 1968: Synop.stationen | 46 |
| | Testauswertung: August 1968: Punktauswertung | 47 |
| | Testauswertung: August 1968: Flächenauswertung | 47 |
| | Häufigkeit der Bewölkungsklassen der ver- | 47 |
| 119.12 | schiedenen Auswertungsmethoden | 49 |
| Fig 13 | Bewölkungstagesgang in Tamanrasset | 51 |
| | Häufigkeitsverteilung der Wolkenarten in | 31 |
| 119.11 | Tamanrasset | 59 |
| Fig.15 | Anzahl wolkenfreie Tage im Satellitenbild | 59 |
| | Histogramm für B-Werte | 63 |
| | Schwankungsbereich der B-Werte | 63 |
| | Verteilung der Bewölkungsgrade von 230 Mess- | |
| , | feldern | 64 |
| Fig.19 | Wolkenarten während der Messperiode | 66 |
| | Vergleich von B-Wert und Bewölkungsgrad | 66 |
| - | Die terrestrische Gesichtskreisberechnung | 70 |
| | Abgrenzung des terrestrischen Gesichtskreises | |
| =07 | im Satellitenbild | 70 |
| | | |

| Fig.23 | Die Berechnung von Wolkenhöhen | 76 |
|---------|---|------|
| Fig.23 | Beziehung zwischen Strecken im Satellitenbild | 70 |
| 119.24 | und auf der Erdoberfläche | 78 |
| Fig.25 | Spektrale Energieverteilung der Sonnenstrahlung | |
| Fig. 26 | Spektrale Energieverteilung der terrestri- | 02 |
| 119.20 | schen Emission | 82 |
| Fig.27 | Messung der direkten Sonnenstrahlung in Bardai, | 02 |
| 119.21 | Hassi Messaoud und auf dem Assekrem | 84 |
| Fig.28 | Die Albedoverhältnisse von Cirrus-Wolken | 86 |
| Fig. 29 | Die Abhängigkeit der Himmelsstrahlung vom | 00 |
| 119.25 | Bewölkungsgrad | 86 |
| Fig.30 | Transmission von Cirrus-Bewölkung | 86 |
| Fig.31 | Häufigkeitsverteilung von 120 K-Werten | 90 |
| Fig.32 | Jahresgang der Bewölkung in Bengasi, Faya- | , , |
| 119.01 | Largeau und N'Djamena | 93 |
| Fig.33 | Langjährige mittlere Bewölkung über der | , , |
| 119.00 | Sahara (Karte von DUBIEF, 1959) | 96 |
| Fig.34 | Mittlere Bewölkung 1968 über der Sahara | 97 |
| Fig.35 | Die saisonalen Bewölkungsverhältnisse 1968 | 98 |
| Fig. 36 | Jährliche und saisonale Bewölkung 1968 | , , |
| 119.00 | im Tibesti | 102 |
| Fig.37 | Jährliche und saisonale Bewölkung 1968 | 102 |
| 119.57 | im Hoggar | 103 |
| Fig.38 | Jahresgang der Bewölkung entlang des Meridians | 103 |
| 119.30 | durch das Tibesti | 105 |
| Fig.39 | Jahresgang der Bewölkung entlang des Meridians | 103 |
| 119.33 | durch den Hoggar | 105 |
| Fig.40 | Mittlere Bewölkung 1968 für Tibesti und Hoggar | 108 |
| Fig.41 | Bewölkung 1968 für Toussidé, Mouskorbé und | 100 |
| 119.11 | Emi Koussi | 108 |
| Fig.42 | Regenerzeugende Wolkenzellen über dem Sudan | 112 |
| Fig. 43 | Vergleich Bewölkungsmenge / Niederschlag über | 112 |
| 119.10 | Ostpakistan (BARRETT, 1974) | 113 |
| Fig.44 | Regression zur Darstellung der Fig. 43 | 113 |
| Fig. 45 | Bewölkungs- und Niederschlagsprofil durch die | 110 |
| 119.10 | Sahara | 115 |
| Fig.46 | Auslösungsmechanismus von Starkregen (VANNEY, | 110 |
| 1 19.10 | 1960) | 121 |
| Fig.47 | Bewölkung von Tamanrasset 1966-1972 aus Boden- | 121 |
| 119.11 | und Satellitenbeobachtungen | 132 |
| Fig.48 | Schwankungen der Jahresbewölkung 1966-1972 | 132 |
| | für Sahara, Tibesti und Hoggar | 132 |
| Fig.49 | Bewölkungsgang im Tibesti und Hoggar für Höhen | 101 |
| 5 | oberhalb 1000 m | 133 |
| Fig.50 | Streuung der monatlichen Bewölkung 1966-1973 | |
| | für Hoggar, Tassili n'Ajjer und Tibesti | 133 |
| Fig.51 | Bewölkungskarte 1966-1973 für den Hoggar | 136a |
| Fig.52 | Bewölkungskarte 1966-1973 für das Tibesti | 136k |
| | | |

Seite

| Tab.1 | Verzeichnis der Satelliten | Anhang |
|--------|--|--------|
| Tab.2 | Bewölkungsklassen bei der Flächenauswertung | 41 |
| Tab.3 | Mittlere Bewölkung nach unterschiedlichen | |
| | Erhebungsverfahren | 48 |
| Tab.4 | Albedowerte im sichtbaren Spektrum für ver- | |
| | schiedene Oberflächen | 56 |
| Tab.5 | Bewölkungsschätzungen durch verschiedene | |
| | Beobachter | 68 |
| Tab.6 | Veränderung der Gesichtsfeldanteile in terre | est- |
| | rischer Sicht und vom Satelliten | 69 |
| Tab.7 | Vergleich unkorrigierter Bewölkungsgrade | 79 |
| Tab.8 | Verlauf der monatlichen Transmissionskoef- | |
| | fizienten für Tamanrasset | 83 |
| Tab.9 | Koeffizient K für 10 Kontrollstationen | 94 |
| Tab.10 | Niederschlagswahrscheinlichkeit und -inten- | |
| | sität für verschiedene Wolkenarten | 111 |
| Tab.ll | Monatsniederschläge für 3 Tibestistationen | 116 |
| Tab.12 | Lage der ITC 1968 | 117 |
| Tab.13 | Niederschlagsverteilung im Tibesti nach | |
| | verschiedenen Autoren | 119 |
| Tab.14 | Liste der ausgewerteten Satellitendaten | 129 |
| Tab.15 | Mittlere monatliche Datendichte 1966-1973 | 130 |

ABKUERZUNGEN

APT Automatic Picture Transmission ATS Applications Technology Satellite AVCS Advanced vidicon camera system DIBIAS Digitales Bildauswertungssystem ERTS Earth Resources Technology Satellite (heute Landsat) **ESSA** Environmental Survey Satellite GARP Global Atmospheric Research Program GATE GARP Atlantic Tropical Experiment HRIR High-resolution infrared Scanners IDCS Image Dissector Camera System IR Infra-Rot ITC Inter-tropical Convergence Zone Improved TIROS Operational Satellite ITOS MRIR Medium-resolution infrared Scanners NESS National Environmental Satellite Service, Suitland, Md. (früher NESC) National Oceanic and Atmospheric Administration NOAA Synchroneous Meteorological Satellite SMS Scanning Radiometer SR SSCC Spin-scan cloud camera TIROS Television Infrared Observation Satellite TIROS Operational Satellite TOS VHRIR Very high resolution Infrared VIS Visible (sichtbarer Spektralbereich) WAB W.A. Bohan Comp. OMW World Meteorological Organization

World Weather Watch

WWW

Die Arbeit umfasst methodische Aspekte der Satellitenbildauswertung bezüglich der Bewölkungsverhältnisse am konkreten Beispiel der Sahara und speziell seiner Hochgebirge. Die Bewölkung beeinflusst ihrerseits zahlreiche Klimaelemente und gibt in ihrer Dynamik ein Bild über die raum-zeitliche Dynamik der Atmosphäre. Es ergeben sich damit Ansätze zu einer Satelliten-Klimatologie.

Methodisch stehen folgende Fragen im Vordergrund:

- Kritische Würdigung des heute allgemein zugänglichen Datenmaterials.
- Ueberblick über die vorhandenen Auswertungsverfahren.
- Zur Problematik der Automatisierbarkeit der Bewölkungsauswertung in ariden Gebieten.
- Untersuchung über die Anwendbarkeit von Aufnahmen verschiedener Spektralbereiche und quantitative Bestimmung der Unterschiede in den Bewölkungsmessungen von Bildern im sichtbaren und infraroten Spektralbereich.
- Einfluss des Beobachtungstermines (Tagesgang der Bewölkung).
- Vergleichbarkeit der Boden- und Satellitenbeobachtungen durch genaue Messungen (Einsatz einer Spezialkamera).
- Entwicklung und Test vereinfachter Auswertungsverfahren, z.T. im Hinblick auf Anwendung in einfach ausgerüsteten Instituten in Entwicklungsländern. Ueberprüfung der Ergebnisse mit Hilfe eines quantitativen Auswertegerätes (CLASSIMAT).

Drei grössere Auswertungen wurden vorgenommen, die sich bezüglich Datenmaterial, Auswertungsmethode, Untersuchungsgebiet und -zeit unterscheiden.

- Untersuchung der Bewölkungssituation ganz Afrikas nördlich des Aequators mit Hilfe entzerrter Bildmosaike für das Jahr 1968.
- Eine Langfriststudie (1966-1973) über die zentralsaharischen Gebirge (Tibesti und Hoggar) unter Verwendung unentzerrter Bilddaten aus dem Observatorium Bochum.
- Feldarbeit im Hinblick auf die Verwendbarkeit von Daten unterschiedlicher Spektralbereiche.

Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

- Methodisch: Grossräumig und langfristig sind statistische Erhebungsverfahren (punktuelle Binärentscheide) zweckmässig.
 - Kurzfristig ergeben flächenhafte Bestimmungen gute Ergebnisse.
 - Boden- und Satellitenbeobachtungen sind im Einzelfall nur über Umrechnungen miteinander vergleichbar (Ein Algorithmus dazu wird entwickelt und dargestellt).
 - Die Beeinflussung des Strahlungshaushaltes (versch. Spektralbereiche) durch verschiedene Wolkenarten erweist sich als äusserst komplex. Im Mittel ist der Bewölkungsgrad im IR-Bild doppelt so gross wie im sichtbaren Spektralbereich (Einfluss der Cirren).
- Räumlich: Raum-zeitlich ergeben sich aufschlussreiche Gliederungen in der Bewölkungsverteilung, insbesondere für die zentralsaharischen Gebirge, die sich mit anderen Bewölkungsuntersuchungen nur teilweise, mit Feldbefunden (z.B. Morphologie, Vegetation) dagegen sehr gut decken. Eine Feingliederung innerhalb der völlig stationslosen Gebirgsräume, die als klimatische Reaktivierungs- und Gunsträume angesprochen werden können, ist möglich.
 - Bezüglich der atmosphärischen Zirkulation konnte eine überragende Bedeutung meridionaler Austauschvorgänge nachgewiesen werden (Wolkenbrücken).
 - Eine Koppelung globaler Vorgänge insbesondere zwischen der Westwinddrift und den Meridionaldurchbrüchen lässt sich belegen.
 - Von Interesse ist die Lokalisierung von Quellgebieten der Jetstreambewölkung über dem östlichen Atlantik. Damit ist auch ein häufiger Ausgangspunkt des Subtropen-Strahlstromes festgelegt.
 - Der Einfluss der Bewölkung auf andere Klimaelemente wird diskutiert, insbesondere der Zusammenhang zwischen Bewölkung und Niederschlag (gezeigt am Beispiel des ersten Dürrejahres im Sahel).

RESUME

Recherches sur la nébulosité saharienne par l'image des satellites météorologiques.

Méthodes, problèmes et résultats présentés à l'appui de trois exemples.

Le travail comprend, relativement à la couverture nuageuse du Sahara et particulièrement de ses massifs montagneux, des aspects méthodiques quant à l'évaluation de l'image des satellites. La

nébulosité influe pour sa part sur de nombreux éléments climatiques et rend compte, dans sa dynamique, de la dynamique spatio-temporelle de l'atmosphère. Il en résulte ainsi un certain nombre d'hypothèses pour une climatologie par satellites.

Du point de vue méthodique, les questions suivantes se posent en priorité:

- Appréciation critique des données aujourd'hui accessibles dans leur ensemble.
- Contrôle des procédés disponibles d'évaluation.
- Possibilité d'automatiser l'évaluation de la nébulosité dans les contrées arides.
- Examen de l'applicabilité de prises de vue de domaines spectraux différents et définition quantitative des différences dans les mensurations d'images des domaines spectraux visibles et infrarouges.
- Influence du moment d'observation (évolution journalière de la nébulosité).
- Degré de comparaison entre les observations terrestres et par satellites par les biais de mesures précises (recours à une caméra spéciale).
- Elaboration et test de procédés d'évaluation simplifiés, notamment en vue d'une application dans les instituts sombrement équipés. Contrôle des résultats à l'aide d'un appareil d'évaluation quantitatif (Leitz-Classimat).

Trois évaluations d'importance ont été effectuées, lesquelles divergent quant aux données, quant à la méthode, quant au lieu et au temps de l'étude.

- Examen de l'état de la nébulosité africaine au nord de l'équateur à l'aide de mosaïques restituées pour l'an 1968.
- Etude à longue échéance (1966-1973) sur les massifs montagneux du centre Sahara (Tibesti, Hoggar, Tassili n' Ajjer) avec utilisation d'images non restituées de l'observatoire de Bochum.
- Travail sur le terrain en vue d'une possible utilisation de données relatives à des domaines spectraux différents.

Les résultats peuvent être récapitulés comme suit:

- Méthodiquement:

- La procédure par recherches statistiques (décisions binaires ponctuelles), appliquée dans un espace d'importance et à longue échéance, se montre appropriée.

- A brève échéance, les conclusions relatives à la superficie donnent de bons résultats.
- Les observations au sol et par satellite ne sont, dans chaque cas, comparables entre elles qu'une fois converties (un algorythme est élaboré et présenté à cet effet).
- L'influencabilité de la radiation (domaines spectraux divers) par diverses formations de nuages se révèle être de nature assez complexe. Dans l'image IR, le degré de nébulosité est en moyenne deux fois aussi important que dans le domaine spectral visible (influence de cirrus).

- Spatialement:

- Du point de vue spatio-temporel découlent d'instructives structurations dans la répartition nébuleuse, surtout pour ce qui a trait aux massifs montagneux du Sahara central, lesquelles structurations ne coincident que partiellement avec les résultats d'autres études sur la nébulosité, parfaitement toutefois avec les enseignements tirés du terrain (voir la géomorphologie, la végétation). Une structuration précise dans le contexte d'espaces montagneux non observés, lesquels peuvent être désignés d'espaces de réactivation climatique favorables, est possible.
- Quant à la circulation atmosphérique, il a été reconnu une signification de première importance aux phénomènes d'échanges méridionaux ("ponts nuageux").
- Un couplage des phénomènes globaux peut être prouvé plus particulièrement entre la dérive nuageuse ouest et les percées meridionales.
- La localisation des origines de la nébulosité des jetstreams au-dessus de l'est de l'Atlantique se montre digne d'intérêt. Par là est également déterminée la fréquence d'un point de départ du jet-stream subtropical.
- On discute de l'influence de la nébulosité sur d'autres éléments climatiques, spécialement du rapport entre la nébulosité et les précipitations (montré par l'exemple de la première année de sécheresse dans le Sahel).

SUMMARY

Cloud studies over the Sahara by the use of weather satellite pictures.

Methods, problems and results.

The study comprises methodical aspects of the evaluation of weather satellite pictures related to cloud conditions over the North African dry belt and in particular over its high mountains.

Cloud influences many climatic elements and its changes are a measure of the dynamics of the atmosphere in time and space.

The following methodical questions and problems have been studied:

- Critical assessment of data material available today.
- Review of evaluation methods.
- Problems of automatic cloud evaluation methods over arid areas.
- Examination of the applicability of weather satellite pictures in different spectral ranges (visible and 10,5 12,5 µm IR) and determination of the differences in the amount of cloudiness.
- Influence of the observation time (daily course of the amount of cloud).
- Comparability of ground and satellite observations.
- Testing of simplified evaluation methods and control of the results by using semi-automatic measuring equipment (Leitz-Classimat).

Three evaluations have been undertaken with different data, methods, areas and for different periods of time:

- Examination of the cloud situation for the whole of Africa north of the Equator with the aid of rectified picture mosaics (digital products) for the year 1968.
- A long-term study (1966-1973) of the Central Saharian Mountains (Tibesti, Hoggar, Tassili n'Ajjer) using non-rectified images collected by the Bochum Observatory (FRG).
- Investigation into the applicability of the data of different spectral ranges (Terrestrial measurements of direct solar radiation).

The results can be summarized as follows:

- Methods:

- Statistical sampling methods (binary point decisions) are suitable for long observation periods. For very local and short-term investigations data retrieval based on grids (units of areas) gives better results.
- Comparison of ground observations with satellite data is possible over a long period by using a certain transformation factor. For a single day geometric conversion is necessary.

- The influence of cloud on solar radiation in the different spectral bands is very distinct. It varies with the cloud type. As a mean, cloud in the IR image is approximatively double that of the visible range.

- Climatology:

- The investigation shows a quite distinct distribution of the cloud cover in time and space, especially in the Central Saharian Mountains. There the results coincide only partially with other cloud maps but coincide well to many field observations (vegetation, geomorphology). We can conclude that the mountain areas have the function of climatic reactivating centers (monsoon, depressions from the Atlantic and the Mediterranean).
- With reference to atmospheric circulation great importance of the meridional exchange of air masses ("cloud-bridge" Niger-Mediterranean) can be proved.
- A linking mechanism between depressions of the west wind drift and the meridional break-throughs from the South is postulated.
- The origin of the subtropical jet-stream (STJ) can be located over the Eastern Atlantic quite regularly.
- The influence of cloud on other climatic elements is discussed, especially the relation between the amount of cloud and the amount of precipitation (cross-section trough the Sahara).