

**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  
**Kapitel:** Einführung  
**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:** 26.01.2026

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

## 1. EINFUEHRUNG

### 1.1. Trockenraum und Klimabeobachtung

Die Diskussionen um die Dürrekatastrophe der letzten Jahre im Sahel hat das Interesse am klimatischen Geschehen des Trockenraumes weltweit sprunghaft ansteigen lassen. Einerseits wurde die unmittelbare Abhängigkeit des Wohlergehens der Bevölkerung weiter Landstriche von Klima und Witterung auf drastische Weise offenbar. Darüber hinaus stellt sich aber die Frage nach den Ursachen dieser Schwankungen und nach der Abschätzbarkeit ihres weiteren Verlaufes. Dass die atmosphärische Zirkulation dabei als Steuerungsmechanismus ins Zentrum der Untersuchungen zu rücken hat, ist in zahlreichen Publikationen zum Ausdruck gebracht worden (z.B. in DUBIEF, 1974), wenngleich auch die anthropogenen Faktoren (dargestellt z.B. in HARRISON CHURCH, 1973, OTTERMAN, 1974) einen - allerdings schwer abschätzbaren - Einfluss auf die Desertifikation ausüben.

Mehr oder weniger ausgeprägte Klimapendelungen oder -schwankungen sind regional oder global nachgewiesen worden. Morphologische Befunde, alte Seestände, Pollenprofile, Felszeichnungen sind Anhaltspunkte für diese veränderten Klimaverhältnisse, wobei der afrikanische Trockenraum zweifellos eine Schlüsselstellung einnimmt. In der Regel zielen die meisten Funde auf die Rekonstruktion der Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse, was in den Begriffen "Warm-, Kalt-, Feucht- und Trockenzeiten" zum Ausdruck kommt (MESSERLI, 1972: 66ff), wobei diese wieder von einem spezifischen Zirkulationstyp abhängen. Bekannt sind die Rekonstruktionsversuche von VAN ZINDEREN-BAKKER (1969).

Allerdings sind viele Hypothesen zur atmosphärischen Zirkulation anderer Klimaphasen sehr unsicher, weil auch die Kenntnis des aktuellen Klima- und Zirkulationsgeschehens in wesentlichen Teilen mit Fragezeichen versehen werden muss, was -abgesehen von der Kompliziertheit der Probleme - mit der sehr inhomogenen Verteilung der Beobachtungsstationen, der dreidimensionalen Struktur der Atmosphäre, der Vielfalt der Beobachtungsmethoden und der teilweise lückenhaften Beobachtung gerade in den gegenwärtigen Problemräumen begründet ist.

Seit dem Bestehen der weltweiten Satellitenbeobachtung der Atmosphäre sind verschiedene dieser Hinweise hinfällig geworden oder nur noch in abgeschwächter Form gültig. Andererseits sind aber neue Probleme hinzugekommen, so der neue Beobachtungsstandort, räumliches und spektrales Auflösungsvermögen der Sensoren, die Korrelation der Daten mit Bodenbeobachtungen und nicht zuletzt die Datenmenge, deren Verarbeitung grosse Computerkapazitäten voraussetzt und die eine klimatologische Betrachtungsweise stark in Frage stellt. Dabei ist eine weitere Intensivierung der Datenbeschaffung vorgesehen, mit dem GATE-Projekt kurzfristig auf eine ungeahnte Höhe getrieben worden (MASON, 1975) und wird dieses Niveau im afrikanischen Raum durch die für 1977 vorgesehene Inbetriebnahme des geostationären Meteosat (MOHR, 1973) wiederum erreichen.

Bei der Satellitenbeobachtung nehmen Bewölkungsanalysen eine Schlüsselstellung ein, indem Windfeld, aus den Wolkenarten Art und Zustand der beteiligten Luftmassen, Strahlungsbilanzen, in Ansätzen aber auch das Niederschlagsgeschehen erfasst werden. Eine umfassende Darstellung der Möglichkeiten und Probleme stellte BARRETT in seinem Lehrbuch "Climatology from Satellites" zusammen (1974:78ff).

Nach PEDELABORDE (1970:33) korrelieren bewölkte Gebiete mit atmosphärischen Depressionen, bzw. unbewölkte mit Antizyklonen, wobei natürlich gewisse Modifikationen und Uebergangserscheinungen auftreten. Zudem sind Verbreitung und Verschiebung der Bewölkung im Raum ein direktes Mass für die Luftmassendynamik.

In einer soeben erschienenen Publikation beurteilt FLOHN (1975) in kritischer Weise die Schlussfolgerungen, die aus der Anwendung von Satellitendaten im Blick auf die tropische Zirkulation zu ziehen sind.

In der vorliegenden Arbeit werden nun speziell die Möglichkeiten der klimatologischen Auswertung von Wettersatellitenbildern untersucht, wobei einesteils methodische Aspekte eines möglichst einfachen Datenerfassungs- und Datenreduktionsverfahrens, zum andern klimatologische Anwendungen im Vordergrund stehen. Der methodische Ansatz ist insofern gerechtfertigt, als die weltweit mit überzeugendem Erfolg angewandten automatischen Bildauswertungen ausgerechnet über Wüstengebieten weitgehend verfälschte Resultate liefern.

Die klimatologischen Aussagen werden im Hinblick auf die Arbeiten von MESSERLI (1972) und den damit verbundenen Forschungsprogrammen des Geographischen Institutes der Universität Bern getroffen. Sie beinhalten in erster Linie raum-zeitliche Bewölkungsverteilungen des afrikanischen Trockenraumes nördlich des Äquators, wobei der Stellung der zentralsaharischen Gebirgsräume Tibesti, Hoggar und Tassili n'Ajjer besondere Bedeutung beigemessen wird.

## 1.2. Satellitenklimatologie

Die Erhebung von Klimadaten mit Hilfe von Fernerkundungsmethoden bietet gegenüber der traditionellen Bodenbeobachtung im wesentlichen folgende Vorteile:

1. Die Beobachtungen sind meist flächenhaft und werden damit den natürlichen Gegebenheiten wesentlich gerechter als die punktuellen Bodenbeobachtungen. Nach BARRETT (1974:11) sind auch heute die elementarsten Erfordernisse bezüglich Abstand zwischen zwei Beobachtungsstationen in weiten Teilen der Welt noch keineswegs erfüllt. Dies trifft insbesondere auch für die Trockenräume der Subtropen zu. Dazu kommt, dass Beobachtungsstationen in diesen siedlungsfeindlichen Räumen häufig an ausgesprochene Gunstzonen gebunden sind - in unserem Falle etwa Oasenstandorte - und deshalb die Messergebnisse systematisch verfälscht sein können.
2. Die Inhomogenität gerade von Bewölkungsbeobachtungen ist ausgesprochen gross, da es sich nicht um exakte Messungen, sondern um subjektive Schätzungen handelt. Wie Versuche zeigten (YOUNG, 1967), sind die Unterschiede in der Bewölkungsschätzung zwischen

verschiedenen Beobachtern gross. Eigene Experimente mit Hilfe von Photographien bestätigten diesen Sachverhalt (vgl. Kap.8.1.).

Die manuelle Auswertung von Satellitenbildern kann dagegen durch eine einzelne Person erfolgen, womit die Inhomogenität der Daten zumindest bezüglich der subjektiven Fehler stark herabgesetzt werden kann.

3. Theoretisch könnte nicht nur ein räumlich, sondern auch ein zeitlich geschlossenes Datenmaterial beschafft werden. Die geostationären Satelliten ATS, SMS und künftig METEOSAT sind in der Lage, in sehr kurzen Intervallen (15-30 Minuten) Beobachtungen des gleichen Gebietes aufzuzeichnen.

Neben diesen unbestreitbaren Vorteilen sind natürlich neue Probleme zu bewältigen:

1. Die Datenmenge wird besonders bei klimatologischen Untersuchungen sehr gross. Bei Verwendung der gesamten Information ist die automatische Datenverarbeitung unumgänglich. Andererseits stehen der automatischen Bildinterpretation wesentliche Hindernisse im Weg (vgl. VIS-IR). Die hier gewählte Lösung geht über eine Datenreduktion, die zwar teilweise den Vorteil der räumlich äusserst differenzierten Information aufgibt, dafür aber wesentliche Vereinfachungen in der Datenverarbeitung ermöglicht.
2. Die aus der Erdumlaufbahn her erfassten Klimadaten sind nicht mehr ohne weiteres mit den terrestrisch erhobenen vergleichbar, da praktisch die gesamte Atmosphäre zwischen beiden Beobachtungsstandorten liegt, erhebliche Unterschiede in der Beobachtungsgeometrie (bei Wolken) auftreten und bei den traditionellen operationellen Systemen auch Differenzen im Beobachtungstermin zu berücksichtigen sind.
3. Ein Problem, das bei klimatologischen Betrachtungsweisen nicht unberücksichtigt bleiben darf, ist die Veränderung der Sensoren. So degradieren Vidiconröhren im Laufe der Zeit, womit auch die Bildqualität sehr stark leidet und demnach die Sicherheit der Bildinterpretation Schwankungen unterworfen ist. Gerade bei den ESSA-Aufnahmen lokaler APT-Stationen sind Bilddegradierungen, die z.T. auch durch die jeweiligen angewendeten Bildwiedergabeverfahren noch verstärkt worden sind, nicht zu unterschätzen.
4. Der Gewinn an grossräumiger Sicht geht teilweise auf Kosten der geometrischen Auflösung der Sensoren. Diese lag bei den älteren Systemen wesentlich über der räumlichen Ausdehnung kleingekammerter Wolkenfelder, so dass das Wettersatellitenbild allein nicht abschliessende Auskunft über die Wolkenart zu geben vermag. Allerdings sind die technischen Fortschritte derart bemerkenswert, dass unter Beizug von Bildern des sichtbaren und infraroten Spektralbereiches, die Interpretationsergebnisse an Genauigkeit stets zunehmen. Bei langjährigen Beobachtungsreihen müssen diese Veränderungen in der Bildqualität aber als verfälschendes Element mitberücksichtigt werden.

