

BEISPIELE ZUR ANWENDUNG DER FERNERKUNDUNG IN DER SYNOPTIK

Veronika Zwatz - Meise
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien

10/14/14

Zusammenfassung

Die Schwierigkeiten einer direkten Anwendung der Fernerkundung in der Wettervorhersage werden aufgezeigt und einige Lösungsversuche in Form quantitativer Modelle beschrieben.

Schlüsselwörter: Fernerkundung, Synoptik

Die Anwendung der Fernerkundung in der Synoptik ist von zwei Gesichtspunkten geprägt:

- 1.) eine möglichst gute Darstellung des Fernerkundungsmaterials
 - 2.) eine extrem rasche Verfügbarkeit der aktuellen Daten.
- Der zweite Punkt wirkt bis zu einem gewissen Grad einschränkend auf den ersten Punkt.

Der Synoptiker arbeitet mit verschiedenen Arten von Fernerkundungsdaten. Direkt konfrontiert ist er mit den Satellitenbildern, die an jeder APT-Station empfangen werden können. Er hat Bilder in verschiedenen Spektralbereichen zur Verfügung, sogenannte VIS-, IR- und Wasserdampf- Bilder. Ferner kann er Bilder von Polarbahnsatelliten und von geostationären Satelliten empfangen.

Indirekt konfrontiert ist ein Synoptiker mit den vertikalen Temperaturprofilen, die von Polarbahnsatelliten aufgenommen werden und mit Windfeldern, die aus den Bildern der geostationären Satelliten bestimmt werden. Die Konfrontation ist deshalb indirekt, da diese Daten implizit in den numerischen Vorhersagekarten enthalten sind.

Es folgen nun einige Bemerkungen zur direkten Anwendung von Fernerkundungsdaten in der Wetterprognose. Auf dem Gebiet der Satellitenbildauswertung kann jeder Wetterdienst arbeiten und dabei echte synoptische Forschung betreiben. Der Informationsinhalt der Satellitenbilder ist bei weitem noch nicht ausgeschöpft.

Die Problematik, die sich bei der Anwendung von Satellitenbildern im synoptischen Routinedienst ergibt, kann in drei Punkte zusammengefaßt werden:

- 1.) Satellitenbilder unterscheiden sich vom herkömmlichen meteorologischen Material. Dieses besteht überwiegend aus Feldverteilungen meteorologischer Parameter in Form von Karten mit Isolinienverteilungen. Daher ist es schwierig, diese verschiedenartigen Unterlagen zu kombinieren.
- 2.) Neben der äußerst wichtigen qualitativen Information aus Satellitenbildern und deren Anwendung steckt auch viel quantitative Information in den Bildern. Diese quantitativen Auswertungen müssen voran getrieben werden.
- 3.) Auswertung und Anwendung der Bilder müssen leicht und rasch durchführbar sein, denn ein Synoptiker ist immer unter dem Zeitdruck der international festgelegten Prognostiktermine. Das bedeutet, daß diejenigen, welche auf dem Gebiet der Satellitenmeteorologie Forschung betreiben, ihre Ergebnisse in leicht anwendbare Modelle kleiden müssen.

Im Folgenden sollen einige Lösungsbeispiele für diese drei Problemkreise gezeigt werden. So wurde z.B. versucht, die Schwierigkeit der gemeinsamen Anwendung von Satellitenbildern und konventionellem Material mit einer in Wien an der Zentralanstalt für Meteorologie entwickelten Methode zu vermindern (Ch. Kress und V. Zwatz - Meise, 1980). Diese Methode arbeitet mit einem Entscheidungsbaum, mit dessen Hilfe der aktuelle synoptische Zustand erschöpfend diagnostiziert wird. Im Rahmen dieses Entscheidungsbaumes wird der Synoptiker darauf hingewiesen, die Satellitenbilder genau zum richtigen Zeitpunkt während seiner prognostischen Tätigkeit und zusammen mit den für die Wolkenkonfiguration geeigneten meteorologischen Parametern zu benutzen. Dies ist notwendig, denn jede Wolkenkonfiguration ist ein Spiegelbild anderer meteorologischer Größen.

Ein Punkt soll hier kurz geschildert werden. Satellitenbilder bieten die Möglichkeit, kleinräumige Wolkensysteme zu erfassen, die wegen ihrer Größe durch die Maschen des numerischen Netzes durchfallen. Wolkengebilde, von denen vermutet werden kann, daß sie das Vorhersagegebiet beeinflussen werden, können in Satellitenbildern entdeckt und lokalisiert werden. Dann wird ihre Verlagerung mittels Trajektorien berechnet - ein Beispiel für die Kombination von Satellitendaten und konventionellem Material. Führen die Trajektorien in das Vorhersagegebiet, so muß der Synoptiker diesen Bereich genauestens bearbeiten.

Mit dieser Methode kommt man oft zu überraschenden Schlussfolgerungen. So gibt es Fälle, wo rein konventionelle Vorhersagemethoden und die hier geschilderte Methode vollkommen konträre Prognosen liefern. Ein Beispiel dafür sei erwähnt. Ein Tief in hohen Luftschichten nordwestlich von Österreich sollte sich nach Osten verlagern. Die konventionellen Methoden mußten zu folgendem Schluß kommen: der Einfluß des "Höhentiefs" auf den Osten Österreichs wird im Laufe des nächsten Tages abnehmen; der Süden ist durch den Loeffekt der Alpen geschützt und hat schönes Wetter; der Norden und Westen Österreichs kommt in den Einflußbereich einer Nordwestströmung und hat

durch den Stauereffekt der Alpen sehr schlechtes Wetter. Die Trajektorien zeigten jedoch, daß die Luft, die in den Osten und Süden Österreichs strömt, aus einem kleinräumigen sehr wetterintensiven Bewölkungsgebilde kommt, während die Luft, die in die nördlichen Bereiche gelangt aus wolkenarmen Gebieten stammt. Somit also schlechtes Wetter für Osten und Süden, besseres für Norden und Westen.

Nun ein weiteres Beispiel zum ersten Problemkreis, der Kombination der verschiedenartigen meteorologischen Daten. Satellitenbilder enthalten Wolkenkonfigurationen, die überwiegend von sogenannter Vorticity - ein speziell meteorologisches Maß für die Verwirbelung der Atmosphäre, also Wirbelgröße - gebildet und aufrecht erhalten werden. Die Grundidee des folgenden Modells, das auch in Wien entwickelt wurde, ist, daß bei Überschreitung bestimmter charakteristischer Vorticitywerte - sogenannter Schwellwerte der Vorticity - eine Verstärkung des Wolken-systemes wahrscheinlich ist, bei Unterschreitung eine Abschwächung.

Die Arbeit des Synoptikers kann in folgende Punkte gegliedert werden:

- 1.) Identifikation der Wolkengebilde im Satellitenbild (Abb. 1)
- 2.) Bestimmung der höchsten Vorticitywerte innerhalb der Bewölkungskonfiguration in zwei Niveaus der Troposphäre (Abb. 1)
- 3.) Eingehen in Diagramme mit den zugehörigen Schwellwerten der Vorticity (Abb. 2)
- 4.) Ablesen der Wahrscheinlichkeit für eine Weiterentwicklung aus Tabellen (V. Zwatz - Meise und G. Hailzl, 1980). Das Ergebnis des hier gezeigten Falles zeigt Abbildung 3.

Nun einige Beispiele zum zweiten Problemkreis, der quantitativen Auswertung der Satellitenbilder im synoptischen Routinedienst. Als erstes wird hier ein amerikanisches Modell zur quantitativen Niederschlagsbestimmung aus großen konvektiven Wolkenzellen beschrieben (R.A. Scofield and V.J. Oliver, 1977). Diese Methode arbeitet mit einem Entscheidungsbaum, der in Kurzform in Abbildung 4 zusammengefaßt ist. Wie man sieht benötigt der Auswerter nur die VIS- und IR-Bilder geostationärer Satelliten. Das einzige an einfachen APT-Stationen nicht verfügbare Material sind Bilder, die mit einem Enhancementverfahren bearbeitet wurden. Bei solchen Verfahren werden die Graustufen nicht linear von schwarz nach weiß wiedergegeben, sondern bestimmten Temperaturbereichen werden willkürliche Graustufen zugeordnet. Der Sinn ist eine Sichtbarmachung der Struktur innerhalb großer Wolkengebiete (R. M. Clark, 1976). Wie aus Abbildung 4 ersichtlich, werden Grauschattierungen und Struktur der Wolkenzelle bewertet, sowie die zeitliche Änderung des aktivsten konvektiven Bereiches.

Ein zweites Beispiel zeigt ein einfaches Modell zur Bestimmung der Zeit der Nebelauflösung. Nebel manifestiert sich sehr deutlich in den VIS-Bildern. Die Problematik für den

Synoptiker liegt in der Frage: wird sich der Nebel heben und wann? Je weißer die Nebelschicht im VIS-Bild erscheint, desto dicker ist sie und desto länger wird es dauern, bis sich der Nebel aufgelöst hat. Abb. 5 zeigt die mathematische Formulierung dieser Tatsache. Als Helligkeitsmaß ist in diesem Fall (J.J. Gurka, 1978) der Unterschied zwischen Nebel und wolkenlosem Gebiet gewählt. Im unteren Teil der Abbildung ist noch zusätzlich die von Zeit und Ort abhängige Sonneneinstrahlung berücksichtigt, was das Ergebnis verbessert.

Aus diesen Beispielen sollte ersichtlich werden, was in den Bildern meteorologischer Satelliten bewertet werden kann:
1.) qualitativ: Konfiguration und Struktur der Bewölkungssysteme
2.) quantitativ: Grauschattierungen.
Beide Aussagen bzw. Auswertungen werden sodann mit quantitativen herkömmlichen meteorologischen Parametern kombiniert.

Literatur

- Clark, R.M., 1976: The East Coast Winter Storm, 1 - 2 February 1976, A Case Study. Satellite Applications Information Note 76/8.
- Gurka, J.J., 1978: The Use of Enhanced Visible Imagery for Predicting the Time of Fog Dissipation. Conference on Weather Forecasting and Analysis and Aviation Meteorology, October 16 - 19, 1978, Silver Spring, MD.
- Kress, Ch. und Zwatz - Weise, V., 1980: Die Ausschöpfung des Informationsgehaltes numerischer Vorhersagekarten durch MOD und die Verknüpfung dieser Aussagen mit Satellitenbildern. Publikationen der Abteilung für theoretische Meteorologie der Universität Wien, Nr. 25.
- Scofield, R.A. and Oliver, V.J., 1977: A Scheme for Estimating Convective Rainfall from Satellite Imagery. NOAA Technical Memorandum NESS 86.
- Zwatz - Weise, V. und Hailzl, G., 1980: Schwellwerte der Vorticity als Maß für die Weiterentwicklung typischer Wolkenkonfigurationen in Satellitenbildern. Arch.Met.Geoph.Biokl., Ser.A,29,89-107.

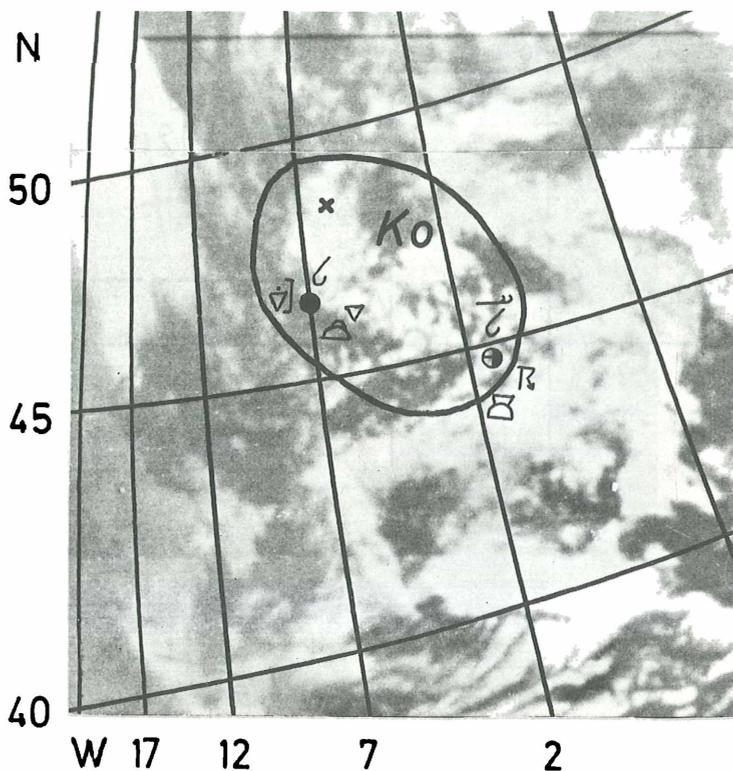


Abb. 1: 22. 8. 1977, 09.10 GMT, NOAA 5, IR; Ko: Kormakonfiguration in der Höhentropogachse; Kreuz: höchster Vorticitywert: $4,9 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ in 500 mbar und $2,8 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ in 850 mbar; Synopmeldungen von 12.00 GMT.

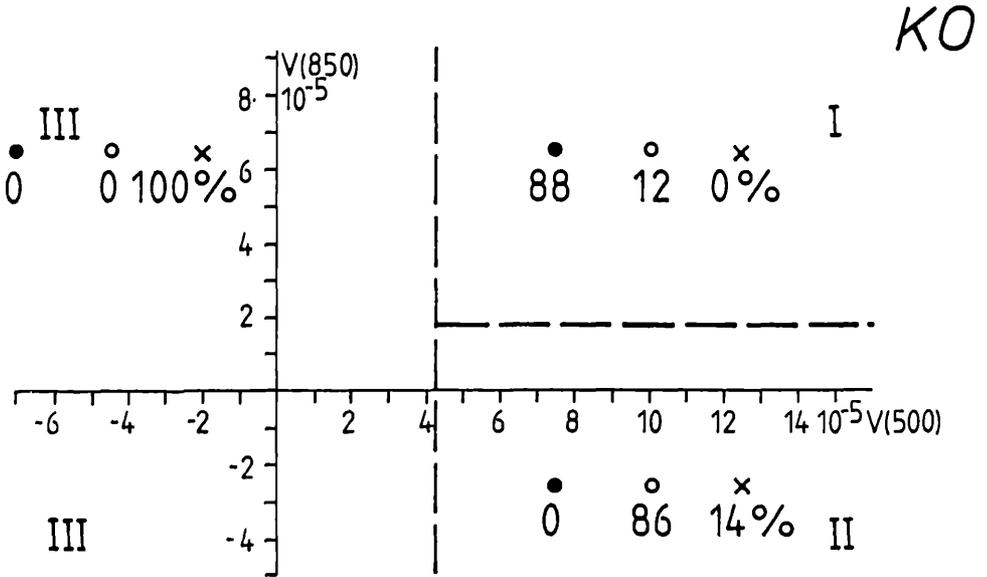


Abb. 2: Vorticityschwellewerte für eine Kommaconfiguration (relative geostrophische Vorticity in 500 und 850 mbar) Punkt: Verstärkung, Kreis: keine Änderung, Kreuz: Abschwächung; relative Häufigkeiten für die drei Arten der Weiterentwicklung in %.

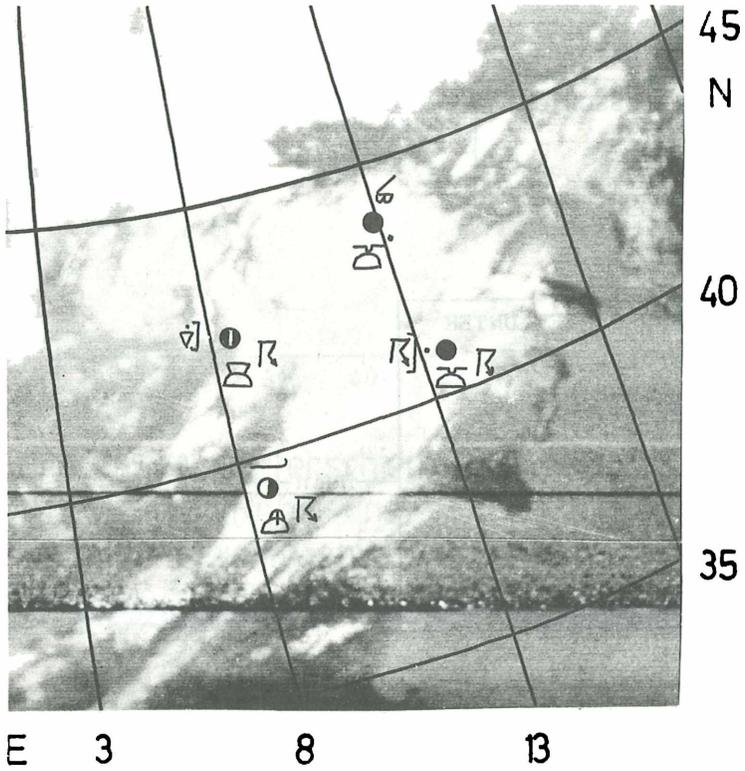


Abb. 3: 23. 8. 1977, 08.30 GMT, NOAA 5, IR; verstärkte Komma-
konfiguration; Synopmeldungen von 12.00 GMT.

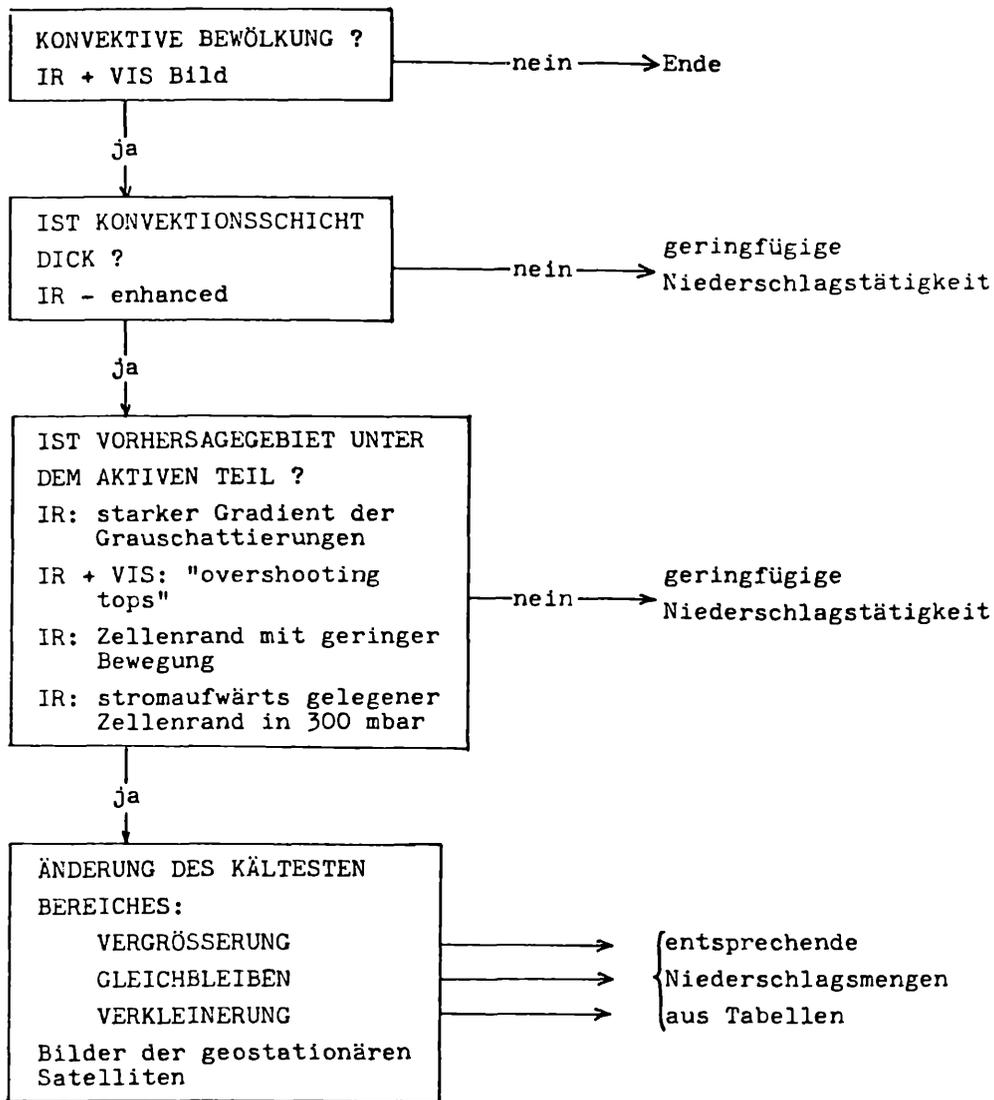


Abb. 4: Entscheidungsbaum eines Modells für eine quantitative Niederschlagsbestimmung mit Hilfe von Satelliten-bilder

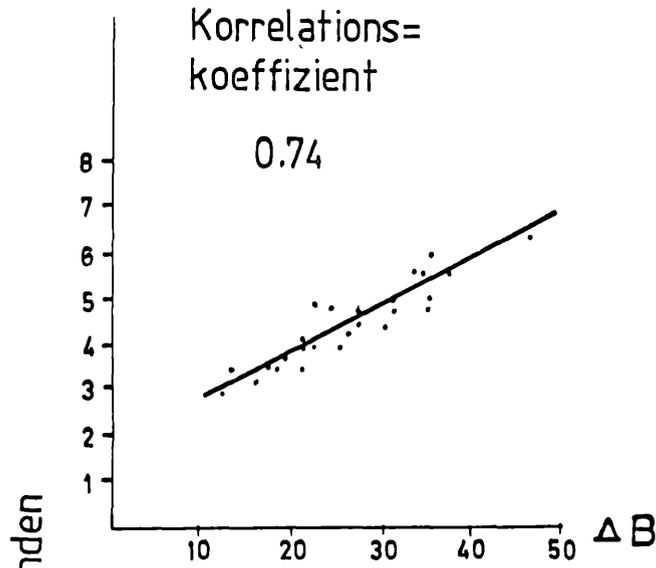
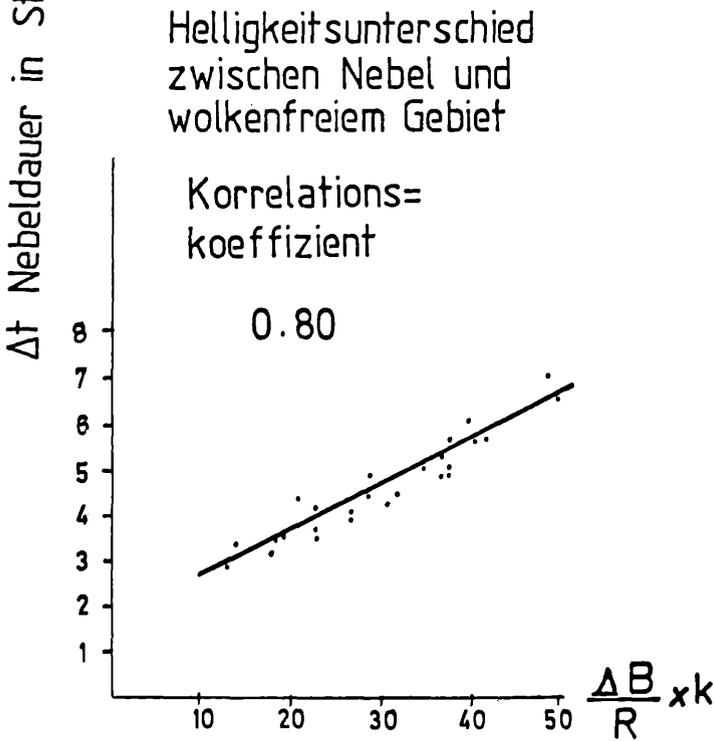


Abb. 5:
Regressionsgeraden eines Modells für die Bestimmung der Nebeldauer mit Hilfe von Satellitenbildern



R: Sonneneinstrahlung, abhängig von Zeit und Ort