

Von der Wettervorhersage bis zum Luftqualitätsbericht: Ergebnisse der Satellitenbeobachtung

Von *Camille Stassart*

Serie „Unser Klima aus dem Blickwinkel der Satelliten“ (4/5)

Seit jeher hat der Mensch versucht herauszufinden, wie das Wetter morgen wird. Mit gutem Grund. Schließlich hat das Wetter großen Einfluss auf unseren Alltag, sei es die Art und Weise unserer Fortbewegung, welche Aktivitäten wir ausüben können oder wie rein die Luft ist, die wir atmen. Extreme Wetterereignisse und damit verbundene Naturkatastrophen können zudem ein Sicherheitsrisiko für den Menschen sowie sein Hab und Gut darstellen.

Heutzutage verfügt die Wissenschaft über eine ganze Bandbreite von Technologien, um die Wetterentwicklung in der Atmosphäre zu prognostizieren. An vorderster Front stehen dabei die Satelliten von EUMETSAT, der Europäischen Organisation für die Nutzung meteorologischer Satelliten.

Die Erde unter strenger Beobachtung

Das Königliche Meteorologische Institut (Institut Royal Météorologique, IRM) nutzt schon seit 50 Jahren Satelliten zu diesem Zweck. „*Das Aufkommen der Satelliten hat den Bereich wirklich revolutioniert*“, erklärt Nicolas Clerbaux von der Abteilung für Fernerkundung aus dem Weltraum des IRM. „*Ohne sie wären die Vorhersagen deutlich weniger zuverlässig und wesentlich fehleranfälliger.*“

Die Prognostiker stützen sich insbesondere auf die Daten der [Meteosat-Satelliten 10 und 11 der zweiten Generation von EUMETSAT und der Europäischen Weltraumorganisation \(ESA\)](#). Das wichtigste Instrument an Bord ist das [Radiometer SEVIRI](#). „*Es kann die Erde in 12 verschiedenen Spektralbändern beobachten, vom sichtbaren Licht bis hin zum thermischen Infrarot, und das in einer Raumauflösung von einem bis drei Kilometern.*“

Bestimmte Kanäle ermöglichen so die Erkennung und Nachverfolgung von Wolkenmassen sowie die Untersuchung von Landflächen. Andere dienen unter anderem der Erkennung von niedrigen Wolken und Abendnebel.

Auswertung durch den Menschen weiter erforderlich

Für die Vorhersage der nächsten Stunden werden die Beobachtungsdaten der Satelliten von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern extrapoliert. In der Meteorologie spricht man in diesem Fall von Gegenwartsvorhersagen („Nowcasting“ auf Englisch). „Für diese Art der Vorhersage bringt die Extrapolation in der Regel bessere Ergebnisse als die digitalen Modelle zur Wettervorhersage“, so Dr. Clerbaux.

Diese sind vor allem dazu bestimmt, das Wetter über einen Zeitraum von mehreren Tagen vorherzusagen, indem die Entwicklung der Atmosphäre auf der Grundlage von Satellitendaten simuliert wird. Für Vorhersagen für einen Zeitraum von 2 bis 4 Tagen im Voraus kommen regionale atmosphärische Modelle wie das [Modell ALARO](#) ins Spiel. Für die 14-Tage-Trends nutzt das IRM globale Modelle.

„All diese Modelle liefern Rohdaten, die im Idealfall von Menschen ausgewertet und gegebenenfalls korrigiert werden. Tatsächlich können diese Modelle systematische Fehler aufweisen wie beispielsweise die Temperatur in bestimmten Städten. Es ist daher wichtig, vor der Veröffentlichung der Vorhersage eine entsprechende Korrektur durchzuführen. Die Auswertung durch den Menschen ist auch dann wichtig, wenn es darum geht, korrekte Informationen über gefährliche Wetterphänomene wie Gewitter zur Verfügung zu stellen.“

Satellitendaten in Kombination mit Messungen in situ

So wichtig der Beitrag der Satelliten auch ist, beruht die Wettervorhersage zusätzlich auf anderen Überwachungssystemen. So verfügt das IRM über ein eigenes Blitzschlag-Erkennungssystem: [das System BELLS \(Belgian Lightning Location System\)](#).

„Dazu kommen unsere rund [15 Wetterstationen](#), die uns Daten liefern, die von Satelliten nicht gemessen werden können, z. B. die relative Luftfeuchte, die Temperatur in einer Höhe von 2 Metern über dem Boden, der Wind in 10 bis 30 Metern Höhe, die Temperaturen unter der Erde sowie der Luftdruck“, zählt Nicolas Clerbaux auf. Parallel dazu analysieren [Ballonsonden](#) dreimal pro Woche Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Windrichtung bis zu einer Höhe von 35 km.“

Die [Wetterradare](#) wiederum ermöglichen eine sehr kurzfristige Vorhersage von Niederschlägen.

(Abbildung des [neuen Wideumont-Radars](#) im Mai 2022): <https://youtu.be/MXXKzX7wtg4>

Eine dritte Satellitengeneration macht sich bereit zum Start

Mit den [Meteosat-Satelliten der dritten Generation](#), von denen der erste Ende November in den Orbit geschickt werden soll, wird die Raumauflösung der Bilder je nach Band auf 500 m, 1 km oder 2 km verbessert. „So können wir beispielsweise die Nebelbildung im Maastal noch besser beobachten“, erklärt Dr. Clerbaux.

Diese neuen Satelliten werden den Prognostikern auch helfen, die Intensität von Gewittern besser zu bewerten und heftige Gewitter besser vorherzusagen. „Mit der [Blitzerkennung](#) können wir zudem vom Weltraum aus die elektrische Aktivität über Europa und Afrika insgesamt auf eine nie dagewesene Art kontinuierlich überwachen“, präzisiert [EUMETSAT](#). Der für die Flugnavigation zuständige Wetterdienst wird auf diese Weise Warnungen sehr kurzfristig ausgeben oder wieder aufheben können. So werden finanzielle Verluste für Fluggesellschaften und Flughäfen auf ein Minimum begrenzt.

Modelle für die Vorhersage von Verschmutzungsspitzen

Seit den 1970er Jahren interessiert sich Belgien auch noch für die Vorhersage eines anderen Phänomens, das direkt von den Wetterbedingungen beeinflusst wird und uns zunehmend Sorgen macht: die Luftverschmutzung.

Wie die Wettervorhersage basieren auch die Vorhersagen zur Luftqualität auf mathematischen Modellen. „Die generelle Zielsetzung ist, Karten mit Verschmutzungskonzentrationen für den aktuellen Tag und die kommenden Tage zu erstellen“, erläutert die Interregionale Arbeitseinheit für die Umwelt ([Cellule Interrégionale de l'Environnement, CELINE](#)), die in Belgien für die Untersuchung der Luftqualität zuständig ist.

Zu den genutzten [Modellen](#) gehört das [Modell CHIMERE](#), das die chemophysikalischen Prozesse in der Atmosphäre simuliert. „Dafür stützt es sich auf Wettervorhersagen, Verschmutzungsemissionen in der Umgebungsluft sowie den Flächenverbrauch.“

CHIMERE ist unter anderem in der Lage, Konzentrationen von feinen Partikeln (*Particulate Matter* auf Englisch) zu prognostizieren. Dabei wird vor allem die Kategorie PM 2.5 (Partikel mit einem Durchmesser unter 2,5 Mikrometer) besonders genau beobachtet, weil sie stark gesundheitsgefährdend ist. Aufgrund ihrer geringen Größe dringen diese Partikel tief in die Atemwege ein. Sie stehen im Verdacht, Herz-Kreislauf-Probleme sowie Krebs zu verursachen.

Ein großer Teil der PM 2.5 entsteht durch die Freisetzung von Ammoniak (NH₃) in die Atmosphäre, beispielsweise durch die Verwendung von Düngemitteln in der Landwirtschaft. Laut einer kürzlich durchgeführten [Studie](#) von Martin Van Damme, Forscher an der [ULB](#) und am [Belgischen Institut für Weltraum-Aeronomie](#), hat der NH₃-Anteil in der Atmosphäre zwischen 2008 und 2018 in Europa um 21 % zugenommen.

Bessere Vorhersage von PM 2.5-Konzentrationen dank Satellitenbeobachtung

Seit mehreren Jahren beobachtet die Wissenschaft diese Verschmutzungen mit Hilfe des [IASI-Instruments](#) an Bord der [Metop-Satelliten](#) von EUMETSAT.

„2008, also zwei Jahre nach dem Start des ersten Satelliten der Serie, fand man heraus, dass auf diese Weise die durch Waldbrände freigesetzten NH₃-Emissionen gemessen werden können. Dank der IASI-Messungen konnte erstmals die weltweite Verteilung dieser Verbindung dokumentiert werden. Das hatte man keinesfalls erwartet, da die spektrale Signatur von Ammoniak im Infrarotbereich sehr schwach ist!“, erklärt Dr. Van Damme.

Im Anschluss an diese Entdeckung führten er und seine Kollegen von der ULB Algorithmen ein, sodass das Instrument nun NH₃-Konzentrationen quasi in Echtzeit wiedergeben kann. „Das hat uns ein völlig neues Forschungsfeld eröffnet.“

[Außerdem gibt eine Publikation, an der er kürzlich beteiligt war](#), Hinweise darauf, dass die vom IASI gesammelten Daten zu einer Verbesserung der Darstellung von NH₃-Emissionen im CHIMERE-Modell und damit zur Perfektionierung der Konzentrationsprognosen für PM 2.5 führen könnten.

[Die letzte Studie von Dr. Van Damme](#) zeigt zudem, dass es bei den vom IASI über den Hauptquellregionen in Europa (darunter der Norden Belgiens) gemessenen NH₃-Werten einen „Wochenend-Effekt“ gibt. *Ab samstags ist eine Abnahme um 15 % im Vergleich zum Wochendurchschnitt zu beobachten. Indem diese Art von Fluktuationen in Modellen wie CHIMERE berücksichtigt werden, könnte man in Zukunft Feinstaubverschmutzungen besser vorhersagen*“, so sein Fazit.