

Die Wettervorhersage der Zukunft erfolgt in Echtzeit

Von Laetitia Theunis

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

Für seine Wettervorhersagen wird das IRM in den nächsten Jahren über Daten verfügen, die ihm von einer neuen Generation von Satelliten namens MTG bereitgestellt werden. Die neuartigen Instrumente an Bord einiger dieser Satelliten werden es möglich machen, die Entwicklung von Unwettern lokal zu verfolgen und Blitze in Echtzeit zu fotografieren. Auf diese Weise werden Wetterwarndienste für die Bevölkerung verbessert.

Austausch im großen Stil

Zwischen 2002 und 2015 wurden vier Satelliten der Meteosat-Familie der zweiten Generation in den Orbit geschickt. Die von der [Europäischen Weltraumorganisation ESA](#) im Auftrag der Europäischen Organisation für die [Nutzung meteorologischer Satelliten EUMETSAT](#) entwickelten Satelliten nähern sich dem Ende ihres Lebenszyklus.

Ab diesem Jahr werden sie schrittweise durch zwei Trios von [MTG-Satelliten \(Meteosat Third Generation\)](#) ersetzt, die im geostationären Orbit installiert werden. Diese kreisen in einer Höhe von 36.000 km über der Erdoberfläche in derselben Geschwindigkeit wie die Erde und ermöglichen auf diese Weise eine konstante Beobachtung ein und desselben Punkts. In diesem Fall ist das Europa.

Jedes Trio umfasst einen MTG-S Sounding-Satelliten der insbesondere mit dem IRS-Instrument, einem Infrarot-Sounder ausgestattet ist, und 2023 an den Start geht. Die beiden MTG-I Imaging-Satelliten sind mit Bildgebern ausgestattet. Einer davon startet noch 2022, der andere 2024. Die Lebensdauer jedes Satelliten liegt bei 7 Jahren, daher ist der Start des zweiten Trios von Sounding- und Imaging-Modelle ab 2030 geplant.

Mehr Spektralbänder

Der erste Imaging-Satellit jedes Trios, MTG-I1, wird der multispektralen Bildgebung dienen. Dafür wird er mit einem FCI-Instrument (Advanced Flexible Combined Imager) ausgestattet, einem Bild-Strahlungsmesser mit 16 Kanälen. „Das bedeutet, dass er in 16 „Farben“ sehen kann: im sichtbaren Bereich (blau, gelb, grün usw.), aber auch im Infrarotbereich, sodass er die Erde auch bei Nacht beobachten kann“, erläutert Dr. Nicolas Clerbaux, Spezialist für meteorologische Satellitendaten am IRM. Der FCI macht alle 10 Minuten Bilder.

„Diese neueste Version des Radiometers ist eine Weiterentwicklung eines Instruments, das wir schon seit rund 50 Jahren nutzen. Seine Spektralbänder sind wesentlich zahlreicher und deutlich feiner als bei den Vorgängern.“

Der Blitzjäger

MTG-I1, ein großer Kubus von vier Tonnen Gewicht mit einer Versorgung über Solarpanels, wird außerdem mit einem Lightning Imager (LI) ausgestattet, der von Blitzen freigesetzte optische Strahlung erkennen kann. Dieses neuartige Instrument wird in der Lage sein, Blitze zwischen Wolken zu beobachten, aber auch solche, die auf die Erde treffen.

„Es ist das erste Mal, dass EUMETSAT ein optisches Instrument dieser Art in den Orbit bringt. Es ist in der Lage, Blitze in Europa, im Mittelmeerraum, auf dem gesamten afrikanischen Kontinent, über großen Teilen des Nordatlantiks und in Teilen von Brasilien gleichzeitig zu erkennen. So können wir die elektrische und die konvektive Aktivität verfolgen (denn manchmal entstehen Blitze schon vor dem Gewitter, Anm. d. Red.)“, führt Dr. Clerbaux fort.

Der LI macht alle 2 Millisekunden ein Bild von der Erde. Die beleuchteten Bildpunkte werden in Echtzeit identifiziert und ausgewertet, sowohl vom Satelliten aus als auch in Auswertungszentren am Boden. Auf diese Weise werden sie den Nutzerinnen und Nutzern in weniger als 30 Sekunden bereitgestellt! Damit beginnt eine neue Ära der Unwetterüberwachung aus dem Weltraum, die erhebliche Auswirkungen auf den Flug- und Seetransport haben wird.

Vorhersagen vs. Realität

„Diese beiden Instrumente (FCI und LI) werden dem „Nowcasting“ (auf Deutsch „Gegenwartsvorhersage“, Anm. d. Red.) dienen. Einerseits ermöglichen sie sehr kurzfristige Vorhersagen: für die aktuelle Stunde oder die kommenden zwei Stunden. Andererseits bieten sie die Möglichkeit zu überprüfen, was wirklich vor sich geht, da meteorologische Modelle nicht immer ganz der Realität entsprechen. Auf diese Weise kann man feststellen, ob es das vorhergesagte Gewitter wirklich gegeben hat“, präzisiert Dr. Nicolas Clerbaux.

„So können wir Ereignisse festhalten, die von den Modellen nicht vorhergesehen wurden. Diese sind nämlich derzeit noch nicht in der Lage, den genauen Zeitpunkt und Ort anzugeben, an dem ein Gewitter entsteht, sondern bleiben in dieser Hinsicht eher vage, was ungefähr so klingt: „In dieser relativ großen Region gibt es heute Nachmittag ein hohes Gewitterrisiko.“

„Mit wesentlich lokaleren Informationen und Angaben dazu, was in diesem Moment wirklich vor sich geht, fungiert das „Nowcasting“ als Ergänzung zu den Modellen. Auf diese Weise können wir die Warnungen verfeinern.“

Maßgeschneiderte Warnhinweise

Am 18. August 2011 kam es auf dem Pukkelpop-Festival im belgischen Hasselt zu einem Drama. Fünf Personen im Alter von 15 bis 59 Jahren fanden den Tod. Zehn weitere wurden schwer verletzt und 140 erlitten leichtere Verletzungen durch eingestürzte Bühnenteile und Zelte sowie diverse umherfliegende Gegenstände. Die Ursache war ein sehr starkes und schnell ziehendes punktuell Gewitter mit sehr starken Winden.

Vor diesem tragischen Tag hatte das IRM eine allgemeine Warnung der Stufe „Orange“ ausgegeben. Diese Stufe steht für Unwetter, die „schwerwiegende Schäden an Gebäuden verursachen, Bäume entwurzeln, elektrische Entladungen in Form von Blitzen freisetzen und lokale Wasserschäden nach sich ziehen können“. Zu diesem Zeitpunkt war es den Meteorologen jedoch nicht möglich, den Ort genauer anzugeben, an dem es zu diesem Gewitter kommen würde. In Zukunft wird das dank der neuen Imaging-Satelliten im geostationären Orbit und durch „Nowcasting“ möglich sein.

„Mit diesen Instrumenten können die Meteorologen bestätigen, wie instabil die Atmosphäre ist. Sie werden in der Lage sein, beispielsweise eine halbe Stunde im Voraus vorherzusagen, wann und wo ein Gewitter oder ein Tornado entsteht, und die entsprechende Entwicklung zu verfolgen. So können die betroffenen Orte im Bedarfsfall evakuiert werden. Es kann aber auch genau ermittelt werden, wann der Betrieb eines Flughafens aufgrund zu schlechter Wetterverhältnisse eingestellt werden muss“, so Dr. Clerbaux weiter.

Rapid Scan

Das FCI-Instrument, das 2022 an Bord des Satelliten MTG-I1 in den Orbit aufsteigen wird,

aktualisiert die Bilder alle 10 Minuten. Zum Vergleich: Bei der ersten Generation der Meteosat-Satelliten lag die Frequenz bei 30 Minuten, bei der zweiten Generation bei 15 Minuten. Zudem wird der Bildgeber an Bord des Satelliten MTG-I2 (der zweite Imaging-Satellit des ersten Trios), der 2024 an den Start gehen wird, mit einer „Rapid Scan“-Technologie ausgestattet sein, sodass er alle 2,5 Minuten Bilder machen kann!

„MTG-I2 wird vom Satelliten her identisch sein mit MTG-I1 und die gewonnenen Daten speichern. Dabei scannt MTG-I1 den gesamten Meteosat-Bereich vom Südpol bis zum Nordpol mit Europa im Zentrum, während sich der Imaging-Satellit MTG-I2 auf ein kleineres Fenster konzentrieren wird, das Europa im weiteren Sinne sowie angrenzende Teile des Atlantiks umfasst. Das entspricht nur einem Viertel der Fläche, die von MTG-I1 beobachtet wird. Dafür werden viermal so viele Bilder aufgezeichnet.“ So ergeben sich hoffentlich präzisere lokale Wettervorhersagen.

CubeSats und Radio-Okkultation

Parallel zu diesen riesigen Satelliten im geostationären Orbit gibt es weitere, wesentlich kleinere Vertreter in der erdnahen Umlaufbahn, also in einer Höhe von bis zu 2000 km. Diese wurden von Privatunternehmen entwickelt und in die Umlaufbahn gebracht. Ihre Aufgabe ist die [Radio-Okkultation](#) und sie liefern wertvolle Daten zur Temperatur und Luftfeuchtigkeit in der Atmosphäre. [Der Pionier unter den Unternehmen in diesem Bereich ist Spire.](#)

Es verfügt über rund 100 CubeSats in der erdnahen Umlaufbahn. Dabei handelt es sich um kleine, standardisierte Satelliten in Form eines Kubus mit einer Seitenlänge von 10 cm, ausgestattet mit einem GPS-Empfänger und einem sehr einfachen und kostengünstigen Instrument.

„Die GPS-Satelliten der Amerikaner, Europäer (Galileo) oder Chinesen (Beidu) senden permanent verschiedene Positionssignale. Diese Signale können von einem CubeSat mit einem Empfänger auf der anderen Seite der Erde empfangen werden“, erklärt Dr. Clerbaux. „Da der Weg zwischen Sender und Empfänger die Erdkugel tangiert, verbreiten sich die Signale in dieser tangentialen Atmosphärenschicht. Darauf konzentriert sich ein CubeSat für die Radio-Okkultation. Er führt eine Sondierung entlang der Tangente zwischen Sender und Empfänger durch, um auf diese Weise Temperatur- und Feuchtigkeitsprofile zu gewinnen.“ Das sind (neben dem Wind) zwei entscheidende Daten für Modelle zur Wettervorhersage.

Ergänzende private Daten

EUMETSAT hat aus diesem Grund einen Vertrag mit Spire geschlossen, um diese wertvollen Daten nutzen und sie an seine Partnerländer weitergeben zu können. Warum das, wenn doch in Zukunft sehr leistungsstarke europäische Satelliten im geostationären Orbit kreisen werden? „Weil die Vielzahl dieser kleinen Satelliten eine enorme Anzahl an Messungen ermöglicht. 100 CubeSats führen 100 Sondierungen der Atmosphäre durch, während der Satellit im geostationären Orbit eine einzige durchführt. Es ist, als hätte man 100-mal mehr Beobachtungsstationen, für die aber kaum 100 kg in den Orbit gebracht werden müssen ... (im Gegensatz zu 4000 kg pro MTG-Satellit, Anm. d. Red.)“, führt Dr. Clerbaux weiter aus.

Derzeit erhebt Spire weltweit ca. 10.000 Messungen per [Radio-Okkultation](#) pro Tag. Finales Ziel sind 100.000.

Interessant ist dabei auch, dass in Kürze spezielle CubeSats an den Start gehen könnten, die in der Lage sind, Waldbrände zu beobachten. Da sie in geringerer Höhe unterwegs sind als das zukünftige FCI-Instrument im geostationären Orbit, könnten sie zusätzliche Informationen liefern, die für die Bekämpfung von Waldbränden sehr nützlich wären. Schließlich ist damit zu rechnen, dass diese Katastrophen mit fortschreitendem Klimawandel immer häufiger eintreten werden.