DAILY SCIENCE
DÉCOUVREZ LA SCIENCE, LA RECHERCHE ET L'INNOVATION "MADE IN BELGIUM"

Von der Verdunstung zum Niederschlag: der Weg des Wassers aus dem Blickwinkel der Satelliten

Von Camille Stassart

Serie „Unser Klima aus dem Blickwinkel der Satelliten“ (2/5)

Seit Milliarden von Jahren geht das Wasser seinen immer gleichen Gang über den Globus. Durch die Kraft der Sonne verwandelt sich das Wasser auf der Erde in Dampf, der schließlich die Wolken bildet. In Form von Niederschlag fällt das Wasser dann wieder aus dem Himmel zurück auf die Erde, füllt Ozeane und Gewässer und befeuchtet den Boden, bevor es wieder in die Atmosphäre verdampft und so weiter und so fort. Das nennt man den Wasserkreislauf.

Das Studium der Wechselbeziehungen zwischen den atmosphärischen und terrestrischen Phasen des Wasserkreislaufs ist die Mission der Forschenden der Abteilung für hydrometeorologische Modellierung des Königlichen Meteorologischen Instituts (IRM).

„Genauer gesagt studieren wir Niederschläge, Bodenfeuchtigkeit und Evapotranspiration“, präzisiert Françoise Meulenberghs, Leiterin der Forschungsabteilung. Mit Hilfe von digitalen Modellen beobachten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die unterschiedlichen Phänomene, die für das Wetter und das Klima auf unserem Planeten eine entscheidende Rolle spielen.

Evapotranspiration: eine entscheidende Etappe des Wasserkreislaufs

Eines der von ihrem Team entwickelten Modelle dient der Überwachung der Evapotranspiration und der Wärmeströme. *„Die Evapotranspiration ist eine wichtige Komponente des Wasserkreislaufs, denn dieser Prozess sorgt für den Abtransport des Wassers aus dem Boden und der Vegetation in die Atmosphäre. Damit ist sowohl die Verdunstung des im Boden und in den Gewässern (Seen, Flüsse…) gespeicherten Wassers als auch die Transpiration der Vegetation gemeint, die es den Pflanzen ermöglicht, ihre Temperatur zu regeln und ihre Säfte zirkulieren zu lassen“*, so Françoise Meulenberghs.

Damit dieser Prozess ablaufen kann, braucht es Energie (Wärme) aus der Luft oder der Pflanze selbst. *„Die für den Prozess erforderliche Menge an Energie wird als latenter Wärmestrom bezeichnet. Von 100 % der Energie, die in Form von Sonnen- oder Wärmestrahlung am Boden ankommt, werden im Durchschnitt 30 % für den latenten Wärmestrom verwendet. Die nicht verbrauchte Energie steigt entweder wieder in die Atmosphäre auf (sensibler Wärmestrom) oder erwärmt den Boden (Bodenwärmestrom).“*

Um diese Variablen zu berechnen, nutzen die Wissenschaftler verschiedene Satellitendaten, die über den SEVIRI-Sensor an Bord der EUMETSAT / ESA Meteosat-Wettersatelliten der zweiten Generation gewonnen werden.

Bildunterschrift: SEVIRI-Sensor © EUMETSAT

Maas und Schelde unter Beobachtung

Da die Evapotranspiration für rund 60 % der Niederschläge auf der Erde verantwortlich ist, gehört dieser Prozess auch zu den im hydrologischen Modell „SCHEME“ des IRM simulierten Variablen. Auf diese Weise wird das Niederschlag-Abfluss-Verhältnis der Einzugsgebiete der Maas und der Schelde berechnet.

„Dafür werden meteorologische Daten (Temperatur, Windgeschwindigkeit, Sonneneinstrahlung, Luftfeuchtigkeit, Luftdruck usw.) und vor allem Niederschlagsdaten in das Modell eingegeben“, erläutern Pierre Baguis und Emmanuel Roulin, Forscher der Abteilung für hydrometeorologische Modellierung. *„Auf dieser Grundlage kann das Modell dann tägliche Simulationen der potenziellen und effektiven Evapotranspiration, der Bodenfeuchtigkeit, des Grundwasserstands und des Abflusses für die Einzugsgebiete von Maas und Schelde abbilden.“*

Im Rahmen des Projekts EODAHR, finanziert vom BELSPO, versuchen die Mitarbeitenden des IRM in Zusammenarbeit mit der KU Leuven und der Universität Reading (Großbritannien) dieses Modell mit Hilfe von Satellitendaten zu optimieren.

„Dafür werden Daten verwendet, die mit dem Advanced SCATterometer oder ASCAT an Bord der Metop-Satelliten von EUMETSAT und ESA gewonnen werden. Sie ermöglichen es uns, die im SCHEME-Modell simulierten Daten für die Bodenfeuchtigkeit zu aktualisieren“, erklärt Pierre Baguis, Hauptprüfer der Studie. Ziel ist es, die Berechnungen und damit die Aussagekraft der Modellsimulationen zu optimieren. *„Die ersten Ergebnisse sind vielversprechend, und derzeit läuft eine eingehende Analyse. In Zukunft möchten wir auch die Prognosekapazität des Modells verbessern.“*

SCHEME kann aber nicht nur eine tägliche Simulation der Abflüsse durchführen, sondern auf der Grundlage der Ensemble-Prognosen des Europäischen Zentrums für mittelfristige Wettervorhersage auch die Abflüsse der wichtigsten Nebenflüsse von Maas und Schelde für einen Zeitraum von neun Tagen prognostizieren. Diese Abflussprognosen werden insbesondere an die Region Wallonien weitergeleitet, die für die Gewässerbewirtschaftung und damit für die Prävention von Hochwassern und damit verbundenen Überschwemmungen zuständig ist.

„In den Tagen vor den Überflutungen im Juli 2021 im Maasbecken wiesen die bereitgestellten Abflussprognosen bereits auf ein relativ hohes Risiko für bestimmte Fließgewässer hin“, erinnert sich Emmanuel Roulin. *„Das Hochwasser war dann aber deutlich höher als vom Modell berechnet, weil auch die effektiven Niederschläge stärker waren als prognostiziert.“*

Bildunterschrift: Überschwemmung in Lüttich, Juli 2021 © Anthony Dehez / Europäische Union

Extreme Wetterereignisse hängen mit dem Klimawandel zusammen

Laut IRM ist in den letzten 30 Jahren die Anzahl der Tage mit Starkniederschlag in Belgien deutlich gestiegen. In einer internationalen Studie, an der das Institut beteiligt war, konnten die Forschenden einen Zusammenhang zwischen diesen Extremwetterereignissen und der Klimaveränderung herstellen.

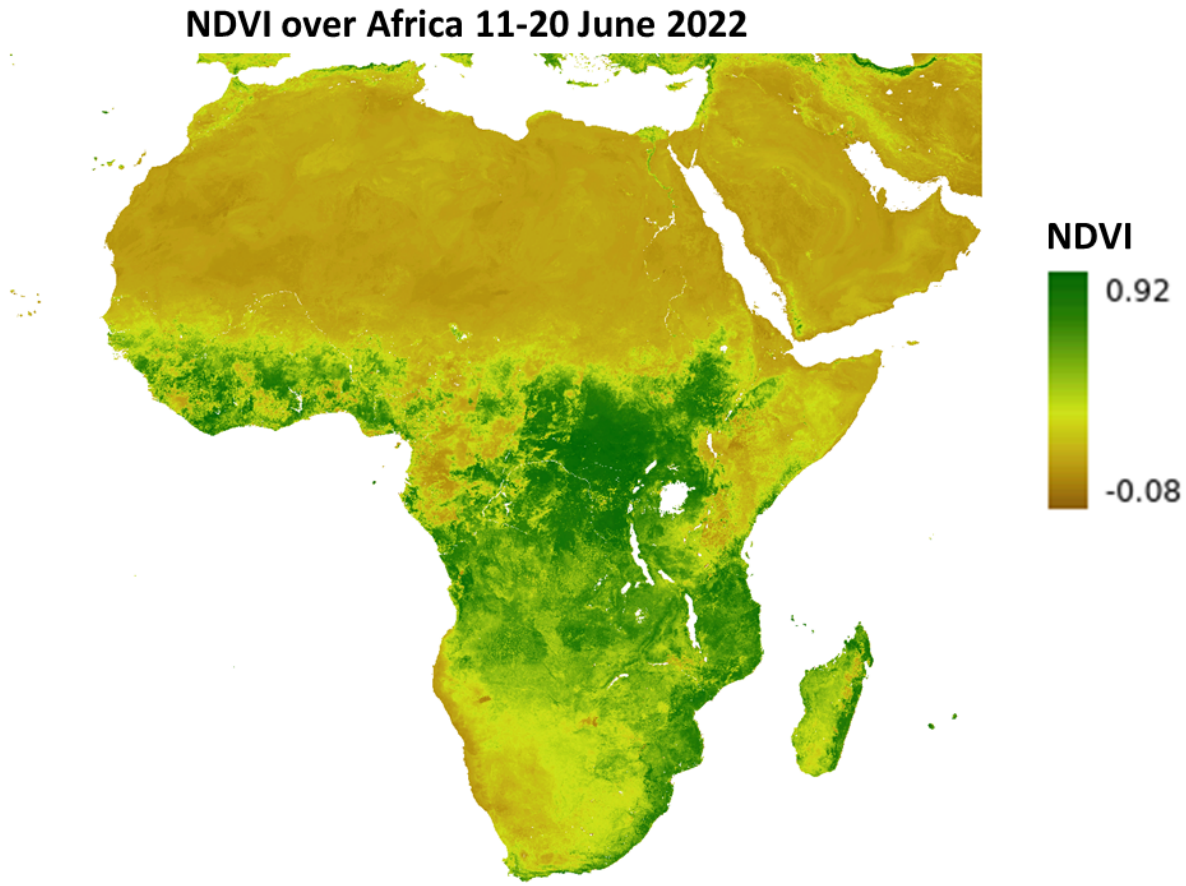
So treten ihrer Ansicht nach Wetterereignisse wie im Juli 2021 normalerweise nur alle 400 Jahre auf. Die Wahrscheinlichkeit dafür ist in Europa heute jedoch aufgrund der globalen Erderwärmung um 1,2 °C im Vergleich zum Ende des 19. Jahrhunderts erkennbar angestiegen. So hat sich das Risiko von extremen Niederschlägen um einen Faktor von 1,2 bis 9 erhöht, während die Intensität dieser Extremniederschläge um 3 bis 19 % zugenommen hat.

Im Gegensatz dazu nehmen im Mittelmeerraum und in den tropischen und innertropischen Zonen die Intensität und Häufigkeit von Dürreperioden zu. Mit direkten Auswirkungen auf den Zustand der Vegetation. Im VITO, dem flämischen Institut für technologische Forschung, produziert die Arbeitsgruppe Vito Remote Sensing die Daten für den bekanntesten Parameter zur Überwachung des weltweiten Vegetationszustands, den ENDVI (Enhanced Normalized Difference Vegetation Index).

„Wir erhalten täglich die Beobachtungsdaten des Fernerkundungssensors AVHRR an Bord der Metop-Satelliten und verarbeiten sie zu Grafiken für einen Zeitraum von 10 Tagen“, erläutert Bart Deronde, Geograf und Leiter des Teams Remote Sensing Applications.

In den fünfzehn Jahren, in denen diese Messungen bereits durchgeführt werden, konnten die Forschenden bestimmte Entwicklungen feststellen: *„Im Osten Afrikas kann man beobachten,*

dass die Region seit mehreren Jahren verstärkt von Dürren heimgesucht wird. Dasselbe gilt für den Osten Brasiliens.“



Bildunterschrift: Computergrafik für einen 10-Tage-Zeitraum (11. bis 20. Juni 2022) des ENDVI über Afrika © VITO-EUMETSAT

Die Erde läuft heiß

Die Überwachung der Veränderungen in der Vegetationsdecke per Satellit ist sehr hilfreich für Klimamodelle, *„da die Vegetationsdecke starken Einfluss auf die Strahlungsbilanz der Erde hat, also die Menge an Energie, die die Erde aufnimmt und abgibt“,* erläutert Bart Deronde.

Im Fall einer Dürre schränken Pflanzen ihre Transpiration ein, um zu überleben. Dadurch gelangt weniger Dampf in die Atmosphäre, sodass auch weniger Wolken entstehen. Diese Wolken wiederum spielen eine wichtige Rolle für die Strahlungsbilanz der Erde, weil sie einen hohen Anteil der Sonnenstrahlung reflektieren und in den Weltraum zurücklenken. So führt eine durch ausbleibenden Regen in Mitleidenschaft gezogene Vegetationsdecke indirekt dazu, dass die Erde mehr Sonnenstrahlung aufnimmt als sie in den Weltraum zurückschickt. Die Folge ist eine immer schnellere Erwärmung der Erde.

Vor diesem Hintergrund ist zu verstehen, wie wichtig die Satellitenbeobachtung und die daraus resultierenden mathematischen Modelle sind, um Prozesse rund um den Wasserkreislauf und ihre Auswirkungen auf das aktuelle und zukünftige Klima auswerten und vorhersagen zu können.