

Neue Satelliten liefern präzise Emissionskarten

Aus dem All eröffnet sich eine neue Sicht auf Treibhausgase und Luftschadstoffe: Künftig liefern europäische Satelliten erstmals detaillierte Emissionskarten, die bis auf die Beiträge einzelner Kraftwerke und Industrieanlagen reichen. Entwickelt wurden die dafür nötigen Methoden und Technologien von Forschenden der Empa im Rahmen internationaler Forschungsprojekte.

L'espace offre une nouvelle perspective sur les gaz à effet de serre et les polluants atmosphériques: à l'avenir, les satellites européens fourniront pour la première fois des cartes détaillées des émissions, qui iront jusqu'à indiquer les contributions des différentes centrales électriques et installations industrielles. Les méthodes et technologies nécessaires à cet effet ont été développées par des chercheurs de l'Empa dans le cadre de projets de recherche internationaux.

Dallo spazio si apre una nuova prospettiva sui gas serra e sugli inquinanti atmosferici: in futuro, i satelliti europei forniranno per la prima volta mappe dettagliate delle emissioni, che arrivano fino al contributo dei singoli impianti di produzione e delle industrie. I metodi e le tecnologie necessari sono stati sviluppati dai ricercatori dell'Empa nell'ambito di progetti di ricerca internazionali.

M. Martin

Ab 2027 starten die neuen Satelliten zur CO₂-Messung (CO2M) in den Orbit. Ursprünglich waren nur zwei Exemplare geplant – doch Simulationen der Empa überzeugten die Europäische Kommission, einen dritten Satelliten bauen zu lassen. Damit verbessert sich die Messabdeckung deutlich: Statt alle fünf Tage

können die Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂) und Methan (CO₄) rund um den Globus nun alle 3,5 Tage erfasst werden. Die neuen Instrumente werden flächendeckende Treibhausgasbilder mit einer Auflösung von zwei Kilometern liefern, die ganze Regionen erfassen und nicht nur schmale Messstreifen wie bisherige Satelliten. So lassen sich die Emissionen von einzelnen Ländern, Städten oder gar von einzelnen Kraftwerken räumlich de-



Mit den neuen CO2M-Satelliten erhält die EU eine unabhängige Datengrundlage, um die Klimapolitik zu überprüfen und Fortschritte bei der Dekarbonisierung Europas aufzuzeigen (Bild: ESA).

tailliert bestimmen. Die CO2M-Mission ist Teil des Erdbeobachtungsprogramms Copernicus der Europäischen Union. Sie wird von der Europäischen Weltraumorganisation ESA entwickelt und anschliessend für den Betrieb an die Europäische Organisation für die Nutzung meteorologischer Satelliten (EUMETSAT) übergeben. Ihr Ziel ist die weltweite Überwachung der vom Menschen verursachten CO₂-Emissionen.

Stickstoffdioxid-Messungen machen den Unterschied

«Satelliten messen die Konzentrationen von Treibhausgasen und Luftschadstoffen in der Atmosphäre – doch erst mithilfe aufwendiger Ausbreitungssimulationen lässt sich daraus ableiten, wie viele Emissionen ein Kraftwerk, eine Stadt oder gar ein ganzes Land wirklich ausstösst», erklärt Gerrit Kuhlmann von der Empa-Abteilung «Luftfremdstoffe/Umwelttechnik». Um herauszufinden, welche Technologien sich für solche Analysen eignen,

Empa Quarterly #89: Weltraumforschung



Empa-Forschung erobert das All. Von Komponenten für Raumsonden über Bildgebungsverfahren für Satelliten bis hin zu Materialentwicklung auf

der Internationalen Raumstation: Empa-Forschende arbeiten an vielfältigen Materialien und Technologien für den Einsatz in den «unendlichen Weiten». So hoch die Forschung auch fliegt, abgehoben ist sie trotzdem nicht. Technologien für den Weltall haben stets auch Anwendungen auf der Erde, sei es für innovative Elektronik, medizinische Geräte oder die Überwachung von Umweltvereinbarungen.

Lesen Sie die Ausgabe des EmpaQuarterly online oder abonnieren Sie kostenlos das Forschungsmagazin auf der Website www.empaquarterly.ch.

simulierten die Empa-Forschenden bereits vor einigen Jahren die CO₂-Messdaten eines künftigen Satelliten. Diese Computersimulationen im Auftrag der ESA waren entscheidend dafür, dass die CO2M-Satelliten nicht nur CO₂, sondern auch Stickstoffdioxid (NO₂) messen werden. Diese Kombination ist wichtig, weil sich damit menschengemachte Emissionen von natürlichen Quellen unterscheiden lassen: Bei der Verbrennung von Kohle, Öl und Gas entsteht neben CO₂ stets auch NO₂ – im Gegensatz zu den natürlichen CO₂-Emissionen der Biosphäre.

Heute wenden die Empa-Forschenden ihre Modelle auf reale Satellitendaten an. Wie zuverlässig die Methode ist, zeigen Messungen des europäischen Copernicus-Satelliten Sentinel-5P. Sein TROPOMI-Instrument erkennt beispielsweise die Stickoxidemissionen grosser Kraftwerke in den USA. «Wir konnten die Abgasfahnen mehrerer Kraftwerke deutlich identifizieren und ihre Stickoxidemissionen bestimmen», so Kuhlmann. «Kraftwerke in den USA müssen ihre Emissionen täglich rapportieren – und unsere Berechnungen stimmen sehr gut mit diesen Meldungen überein.» Damit ist klar: Satelliten sind ein verlässliches Werkzeug, um Emissionen nicht nur zu beobachten, sondern auch mit einer räumlichen Auflösung von wenigen Quadratkilometern zu quantifizieren.

Grosse Emittenten aufspüren

Nicht nur Regionen mit guter Datenlage wie Europa und Nordamerika sind im Fokus der Empa-Forschenden. Im Rahmen des europäischen CORSO-Projekts entsteht derzeit ein globaler Datensatz zu grossen Emittenten wie Kohle-, Gas- und Ölkraftwerken, Zementwerken sowie Eisen- und Stahlfabriken. Der Ab-

Daten der Copernicus-Sentinel-Satelliten, die von der ESA entwickelt werden, fliessen in die Copernicus-Dienste ein, die dabei helfen, Herausforderungen wie Urbanisierung, Ernährungssicherheit, steigende Meeresspiegel, schwindendes Polareis, Naturkatastrophen und natürlich den Klimawandel zu bewältigen. Mit Blick auf die Zukunft werden sechs Sentinel-Erweiterungsmissionen entwickelt, um EU-Politiken und Lücken in den Bedürfnissen der Copernicus-Nutzer zu adressieren und die derzeitigen Fähigkeiten der Copernicus-Weltraumkomponente zu erweitern.



Copernicus-Sentinel-Satelliten (Bild: ESA).

gleich von Emissionsabschätzungen für Stickoxide basierend auf öffentlichen und kommerziellen Datenbanken mit den tatsächlichen TROPOMI-Messungen brachte dabei bereits einige Überraschungen: Manche der aufgeführten Anlagen existieren gar nicht, andere fehlten in den Emissionsdatenbanken. In vielen Ländern lagen auch die Annahmen über die eingesetzten Brennstoffe daneben – etwa bei sogenannten Dual-Fuel-Kraftwerken, die sowohl mit Öl als auch mit Gas betrieben werden können. «Wir konnten zeigen, dass vielerorts hauptsächlich Gas genutzt wird, was zu deutlich geringeren Stickoxidemissionen führt als angenommen», erläutert Kuhlmann.

Die entwickelten Methoden und Technologien sollen künftig auch auf Treibhausgase wie CO₂ übertragen werden. «Heu-

te können wir mit Satellitendaten bereits zuverlässig Luftschadstoffe wie Stickoxide quantifizieren. In wenigen Jahren werden wir mit den CO2M-Satelliten auch die grossen Treibhausgasquellen weltweit präzise und kontinuierlich erfassen können», sagt Kuhlmann. Damit eröffnet sich aus dem All eine neue Perspektive, die detailliert zeigt, ob die Welt beim Klimaschutz wirklich vorankommt.

Manuel Martin
Empa
Überlandstrasse 129
CH-8600 Dübendorf
www.empa.ch