

Der Überwacher der Winde

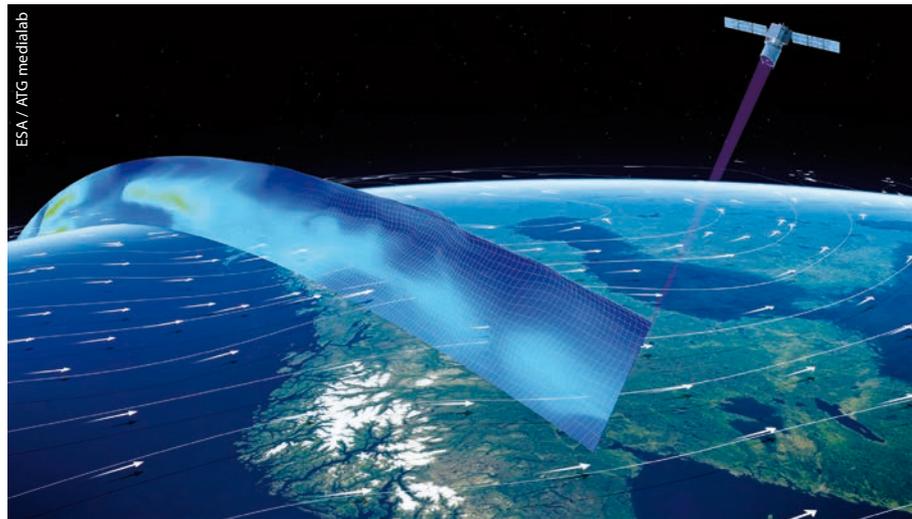
Ende August startete die ESA-Mission Aeolus vom europäischen Weltraumbahnhof in Französisch-Guayana mit dem Ziel, globale Windprofile zu erstellen.

#) Die Windmessungen per Lidar sind im Detail beschrieben im Artikel „Über den Wolken“ von Oliver Reitebuch und Benjamin Witschas im Physik Journal, Mai 2014, S. 25.

Um diese Mission der Europäischen Weltraumorganisation ESA wurde im wahrsten Sinne des Wortes viel Wind gemacht, denn mit dem Start von Aeolus am 22. August befindet sich das erste Doppler-Wind-Lidar im All. Auf seinem Orbit in einer Höhe von 320 Kilometern soll Aeolus in den nächsten drei Jahren in den unteren 30 Kilometern unserer Atmosphäre die Profile von Wind, Aerosolen und Wolken messen. Die Mission bietet damit erstmals die Chance, globale Windprofile zu erstellen. Dies soll helfen, die Prozesse in der Atmosphäre genauer zu verstehen und damit die mittelfristige Wettervorhersage zu verbessern.

Herzstück der Mission ist das Instrument Aladin (Atmospheric Laser Doppler Instrument), das einen leistungsstarken UV-Laser, ein 1,5 Meter großes Spiegelteleskop und einen sehr empfindlichen Empfänger enthält. Der Laser sendet jede Sekunde 50 Pulse bei einer Wellenlänge von 355 Nanometern in Richtung Erdoberfläche, und das Teleskop empfängt die von Luftmolekülen, Staubpartikeln oder Wassertropfen rückgestreuten Signale. Aus der Laufzeit und der Verschiebung der Wellenlänge lassen sich

Der ESA-Satellit Earth Explorer Aeolus startete am 22. August mit einer Vega-Rakete vom europäischen Weltraumbahnhof in Kourou, Französisch-Guayana.



Der Aeolus-Satellit hat das erste Windlidar im All an Bord, um in den unteren 30 km der Atmosphäre Profile von Wind, Aerosolen und Wolken zu erstellen.

die Höhe der Streupartikel sowie die Windgeschwindigkeit ableiten.

Die Machbarkeit eines solchen Doppler-Lidar zur Messung von Windprofilen haben Wissenschaftler des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) bereits auf ihrem Forschungsflugzeug Falcon gezeigt.^{#)} Doch ein solches Instrument im All fliegen zu lassen, brachte neue Herausforderungen mit sich: Die Entscheidung für die Mission, die nach dem griechischen Gott Aeolus – dem Hüter der Winde – benannt ist, fiel bereits im Jahr 1999. „Unerwartet schwierig war es, einen stabilen Laserbetrieb im UV zu erreichen, weil der Laser in Tests immer wieder die Optiken zerstört hat“, erklärt Oliver Reitebuch vom DLR in Oberpfaffenhofen, der mit seinem Team für die Auswertung der instrumentennahen Daten und die Validierung mittels Forschungsflugzeugen zuständig ist.

Firmen wie Layertec und Laseroptik, das Laser-Laboratorium in Göttingen, das Laser Zentrum Hannover und das Institut für Technische Physik des DLR in Stuttgart trugen wesentlich zur Entwicklung der Optiken und Beschichtungen bei oder führten intensive Tests durch. „Zur Lösung des Problems half ein kleiner Trick“, sagt Oliver Reitebuch. Da die Strahlenschäden

nur im Vakuum auftraten, befinden sich zwei Sauerstofftanks an Bord, um die Laser und Optiken kontinuierlich mit Sauerstoff zu spülen. Josef Aschenbacher, ESA-Direktor für Erdbeobachtungsprogramme, bezeichnet den UV-Laser als ein „technologisches Wunderwerk“.

Die Mission Aeolus wird mit den globalen Windmessungen eine der großen Lücken im weltweiten Beobachtungssystem der Wetterdaten schließen und die Möglichkeit eröffnen zu verstehen, wie Wind, Luftdruck, Temperatur und Feuchtigkeit in der Atmosphäre miteinander verknüpft sind. „Die Windmessung steht seit mehr als einem Jahrzehnt an erster Stelle auf der Wunschliste der Wetterdienste“, verdeutlicht Reitebuch. Der Satellit wird 16-mal täglich die Erde umkreisen und dabei in einer Art Vorhang die Windgeschwindigkeit in Strahlrichtung des Lasers messen. Mittels numerischer Modelle lassen sich diese Daten auf größere räumliche Bereiche erweitern. Speziell für die mittelfristige Wettervorhersage, also bis zu sieben Tage im Voraus, versprechen die Winddaten eine erhebliche Verbesserung. So wird der Deutsche Wetterdienst die Daten für seine globalen numerischen Wettervorhersage-Modelle nutzen.



Der Satellit befindet sich derzeit in der Commissioning Phase, an deren Ende die Wetterdienste und wissenschaftlichen Nutzer die ersten qualitätsgeprüften Daten erhalten werden. Die Laserenergie wird sukzessive auf 80 mJ erhöht, die Instrumente validiert und kalibriert. Bereits Anfang September lieferte Aeolus die ersten Signale aus der Atmosphäre und signalisierte, dass der Laser einwandfrei funktioniert. Das Meteorologische

Observatorium in Lindenberg, das TROPOS-Institut in Leipzig und die LMU München unterstützen die Validierung von Aeolus mit Bodenmessungen. Oliver Reitebuch erhofft sich, dass damit eine neue Ära der Erdbeobachtung beginnt.

Eine Nachfolgemission könnte die Organisation EUMETSAT durchführen, die bereits Meteosat- und MetOp-Wettersatelliten betreibt. Die ESA entwickelt zudem eine weitere Lidarmission, um

Aerosole und Wolken genauer zu untersuchen. In französisch-deutscher Zusammenarbeit von CNES und DLR wird ein Satellitenlidar zur Messung des Treibhausgases Methan vorbereitet.⁸⁾ „Mit Aeolus hat Europa im Bereich der aktiven Fernerkundung mit Lidar im All die Führungsrolle übernommen. Aeolus ist damit also ein wichtiger Vorreiter für viele weitere Lidarmissionen“, sagt Reitebuch.

Maike Pfalz

8) Dabei handelt es sich um die Missionen Earth-CARE und Merlin. Weitere Informationen dazu finden sich unter bit.ly/2txteLc bzw. bit.ly/2O8OTtd.

■ Orientierung für die Zukunft

Die Bundesregierung zeigt mit der Hightech-Strategie 2025, wie sie die Herausforderungen unserer Zeit bewältigen möchte.

Anfang September hat die Bundesregierung die Hightech-Strategie 2025 beschlossen.¹⁾ Darin setzt sie die Überlegungen fort, die bereits in der ersten Auflage aus dem Jahr 2006 festgeschrieben wurden,²⁾ allerdings mit aktualisierten Schwerpunkten. Zwölf Vorhaben – darunter das Reduzieren von Plastikmüll in der Umwelt und der Kampf gegen Krebs – sollen mittels Forschung und Innovation dafür sorgen, den Wohlstand und die Lebensqualität in Deutschland zu mehren. Dazu stehen allein in diesem Jahr 15 Milliarden Euro zur Verfügung.

Die Physik spielt explizit eine Rolle, wenn es um die Anwendung von Quantentechnologien geht. Zu fast allen Vorhaben trägt physikalische Forschung aber auch implizit bei, weil sie die Basis für weitere Entwicklungen bereitstellt. Deutlich wird dies beispielsweise beim Rahmenprogramm zur „Erforschung von Universum und Materie – ErUM“.³⁾ Der Aktionsplan ErUM-Pro, der Ende dieses Jahres in Kraft treten soll, hat zum Ziel, Hochschulen stärker in die Weiterentwicklung physikalischer Großgeräte einzubinden. Das soll die wissenschaftliche Leistung der Hochschulen steigern und sie besser mit internationalen Forschungseinrichtungen vernetzen. Fachbereichsübergreifend soll der Aktionsplan ErUM-Data ab dem



Plastikmüll in der Umwelt zu reduzieren, ist eines der zwölf Vorhaben – genannt Missionen – in der Hightech-Strategie 2025 der Bundesregierung.

kommenden Sommer Digitalisierung und Management von Forschungsdaten in der naturwissenschaftlichen Grundlagenforschung stärken.

Die Aufbereitung und Analyse von Daten spielen ohnehin eine zentrale Rolle in der Hightech-Strategie, von der Speicherung über die Sicherheit bis zur Datenethik. Letzteres umfasst neben Fragen zum Datenschutz auch den Umgang mit Algorithmen und anderen digitalen Innovationen. Ein Ziel im Umgang mit Daten ist es, künstliche Intelligenz zu nutzen, um auch aus großen Datenmengen zeitnah Wissen zu generieren. Dabei lehnen sich

die Vorschläge der Hightech-Strategie stark an den kürzlich veröffentlichten Eckpunkten einer „Strategie Künstliche Intelligenz“ an.⁴⁾

Insgesamt stellt sich die Hightech-Strategie wie ein Leitfaden für die Zukunft dar. Neben den wissenschaftlichen Themen geht es auch um gesellschaftspolitische Aufgaben. Weil neue Technologien nur mit den entsprechenden Fachkräften zu erschließen sind, will die Bundesregierung beispielsweise verstärkt in die Aus- und Weiterbildung investieren und ein besonderes Augenmerk auf die digitale Bildung legen.

Kerstin Sonnabend

1) www.hightech-strategie.de

2) Physik Journal, Oktober 2006, S. 6

3) Physik Journal, Aug./Sept. 2017, S. 7

4) Physik Journal, Aug./Sept. 2018, S. 7