



# MESSEN IN DER ZEIT DES STILLSTANDS

## Das Projekt BLUESKY erforscht die Atmosphäre während des Lockdowns

Von Falk Dambowsky und Valerian Hahn

**S**eit über 40 Jahren ist die Dassault Falcon des DLR für die Wissenschaft im Einsatz. Vor zehn Jahren war sie als „Volcano Ash Hunter“ in der Luft, während der Luftverkehr über Europa wegen des Ausbruchs des isländischen Vulkans Eyjafjallajökull weitestgehend stillstand. Die Falcon sammelte damals bei Messflügen durch die Aschewolke wichtige Daten zur Lagebeurteilung für die Wiederaufnahme des europäischen Flugverkehrs. Im Mai 2020 startete sie zu einem weiteren Einsatz der besonderen Art: Während des coronabedingten Lockdowns untersuchte sie den Himmel, während viele Flugzeuge am Boden standen.

Bei diesen außergewöhnlichen Flügen war die Falcon allerdings nicht allein. Sie wurde begleitet von dem ebenfalls am DLR-Standort Oberpfaffenhofen stationierten Forschungsflugzeug HALO (High Altitude and Long Range Research Aircraft). Das Ziel des deutschen Forscherteams, in dem zahlreiche Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des DLR-Instituts für Physik der Atmosphäre vertreten waren: die wenig belastete Atmosphäre in Zeiten der Corona-Pandemie vermessen.

### Steuerung aus dem Homeoffice

Doch bevor die beiden Forschungsflugzeuge abheben konnten, mussten sie in der DLR-Einrichtung Flugexperimente in Oberpfaffenhofen kurzfristig umgerüstet werden: Zahlreiche Instrumente wurden eingebaut, angepasst und die Flugzeuge mussten für die anstehende Mission unter den herausfordernden Bedingungen modifiziert werden. Dabei hatte das Team Glück im Unglück: Die Einrüstung der Flieger für andere Messkampagnen war im vollen Gange, als die Arbeiten durch Corona-Maßnahmen ein jähes Ende fanden und die geplanten Flugvorhaben auf unbestimmte Zeit verschoben wurden. Dadurch waren viele wichtige Instrumente bereits an Bord von HALO und Falcon integriert und nur einige mussten neu eingebaut und modifiziert werden. Die DLR-weit verhängten Corona-Maßnahmen zwangen die Fachleute, neue Wege zu gehen. Kampagnenorganisation und Zulassungstätigkeiten für Flugzeuge und Instrumente mussten nun aus dem Homeoffice abgeschlossen werden. Um die Flugzeuge trotz der Einschränkungen möglichst schnell in die Luft zu bringen und gleichzeitig alle beteiligten Personen zu schützen, arbeiteten die Mitarbeitenden vor Ort in einem täglichen Schichtbetrieb mit minimaler Besetzung. Wo es ging, wurden Instrumente so umgebaut, dass sie während der Vorbereitung und der Forschungsflüge vom Homeoffice aus überwacht und gesteuert werden konnten.

Die Corona-Pandemie ist neben all ihren Auswirkungen für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler eine „Jahrhundertchance“, um Konzentrationen von Spurengasen und Aerosolen in der Luft über europäischen Ballungszentren sowie auf Reiseflughöhe entlang von Flugrouten zu messen. Welchen Einfluss haben Emissionen aus Industrie und Verkehr

Im Forschungsflugzeug HALO werden die Messinstrumente für den Einsatz vorbereitet

auf die Atmosphäre und wie stark wurden diese Emissionen durch die Einschränkungen aufgrund der Pandemie verringert? Welchen Beitrag liefert der Luftverkehr in der oberen Troposphäre? Das sind zentrale Fragen des Projekts BLUESKY, das im Frühjahr 2020 kurzfristig unter der Leitung des DLR und des Max-Planck-Instituts für Chemie ins Leben gerufen wurde. Zuvor waren bereits durch am DLR ausgewertete Satellitenmessungen Rückgänge der Stickstoffdioxidkonzentrationen in Industriezentren sowie ein deutlich verringertes Auftreten von Kondensstreifen über Europa nachgewiesen worden. Damit einher ging die Annahme, dass auch weniger andere Spurengase sowie Aerosole – mikroskopische Teilchen, die unter anderem bei der Verbrennung fossiler Energieträger entstehen und Einfluss auf die Wolkenbildung nehmen – ausgestoßen werden. Im Gegensatz zu Satellitenaufnahmen, die aus einer beträchtlichen Distanz aufgenommen werden, können Messungen an Bord von Forschungsflugzeugen Daten viel genauer und feiner aufgelöst erheben und so das Gesamtbild vervollständigen.

### Ein besonders blauer Himmel

Nach ersten Messflügen über Deutschland, die von Oberpfaffenhofen über Berlin und Hamburg ins Ruhrgebiet führten, ging es weiter in den Luftraum vor der irischen Küste und in die Grenzschicht der Gegend um Mailand. Die Region in der Po-Ebene ist ein wichtiger Industrie- und Wirtschaftsstandort in Norditalien. Aufgrund der weitgreifenden Pandemie-Maßnahmen der italienischen Regierung waren dort, ähnlich wie im Ruhrgebiet, die Chancen besonders gut, eine coronabedingte Verringerung der Luftschadstoffe in der Grenzschicht zu messen. Nach einem zwischenzeitlichen deutlichen Rückgang des Straßenverkehrs in den Wochen des Lockdowns waren mit den einsetzenden Lockerungen bereits wieder Autos auf den Straßen zu sehen und Fabriken fuhren ihre Produktion nach und nach wieder hoch. Von „Normalität“ konnte allerdings noch nicht gesprochen werden.

Für das BLUESKY-Team waren die Emissionen der urbanen Ballungsräume besonders interessant. Die Mailänder Abgasfahne verdriftete an diesem Tag nach Westen, verteilte sich im Umland und staute sich im Alpenvorland. Direkt über der Stadt und in der Region zeichneten die Instrumente der Falcon im Tiefflug eine hohe Aerosol- und Feinstaubbelastung in der Grenzschicht in einem bis zwei Kilometer Höhe auf. Im Gegensatz zu diesen Grenzschichtmessungen flogen die beiden DLR-Forschungsflugzeuge bei zwei Flügen in Reiseflughöhen zwischen zehn und zwölf Kilometern über dem Atlantik vor die irische Küste. Dort führte das Team Messungen zu den wenigen verbliebenen Emissionen des um 80 Prozent reduzierten Flugverkehrs durch.

Der Flugraum über Westirland wird von Passagier- und Frachtflugzeugen am Anfang ihrer Nordatlantikrouten auf dem Weg nach Amerika durchflogen. In der sauberen Luft über dem Ozean sind die Einflüsse des Luftverkehrs besonders gut messbar. Dabei standen besonders die Stickoxide und Aerosole aus dem Reiseflugverkehr im Fokus der Messungen von HALO und Falcon. Und tatsächlich – erste Ergebnisse der Falcon zeigten einen leichten Rückgang der Aerosole in der oberen Troposphäre. Neben verschiedenen anderen Einflüssen lassen solche niedrigeren Aerosolkonzentrationen in der Luft den Himmel blauer erscheinen.

### Die Situation wird umfassend dokumentiert

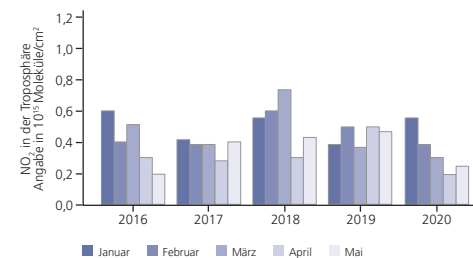
Insgesamt hoben Falcon und HALO im Mai und im Juni 2020 für BLUESKY 20-mal vom bayerischen Heimatflughafen ab. Die Daten der Mission werden bis Ende des Jahres ausgewertet. In die Analyse fließen Vergleichsdaten früherer HALO-Forschungsflugkampagnen zu Emissionen des Luftverkehrs sowie zu Emissionen von Ballungszentren mit ein. Spannend wird es auch im kommenden Jahr, wenn es weitere Messflüge geben wird, die dann (hoffentlich) die Situation nach der Pandemie dokumentieren werden.

Falk Dambowsky ist Presseredakteur im DLR und Valerian Hahn arbeitet als Doktorand im DLR-Institut für Physik der Atmosphäre im Bereich Wolkenphysik.



Bereits vor den BLUESKY-Flügen ermittelte das Earth Observation Center des DLR (EOC) einen starken Rückgang von Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) über Europa im Vergleich zum Vorjahr. Die Daten stammen von dem TROPOMI-Sensor an Bord des europäischen Copernicus Sentinel-5P Satelliten. Stickstoffdioxid ist ein Indikator für Luftbelastung durch industrielle Produktion und Verkehr.

## STICKSTOFFDIOXIDKONZENTRATION IN DER ITALIENISCHEN PO-EBENE



Quelle: DLR-EOC/ EUMETSAT AC-SAF

Entwicklung des troposphärischen Stickstoffdioxids von 2016 bis 2020, gemessen mit dem GOME-2-Sensor an Bord der europäischen Wettersatelliten MetOp. Die Werte von März bis April 2020 sind im Vergleich zu denen der Vorjahre deutlich reduziert, während die Werte im Mai 2020 nach Aufhebung der Lockdown-Maßnahmen wieder angestiegen sind.



Messungen in den Wolken der Po-Ebene