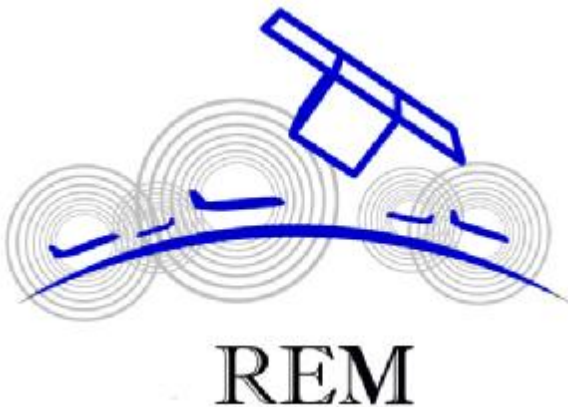


„HAW im Orbit“

Radio Emission Monitor

Flugzeugortung aus dem All



Der europäische Satellit PROBA-V hat auch eine Nutzlast des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) mit an Bord: Der Empfänger ortet die ADS-B-Signale (Automatic Dependence Surveillance - Broadcast) von Flugzeugen mit einer speziellen Antenne, während der Trägersatellit in 820 Kilometern Höhe um die Erde kreist.

Quelle: ESA.

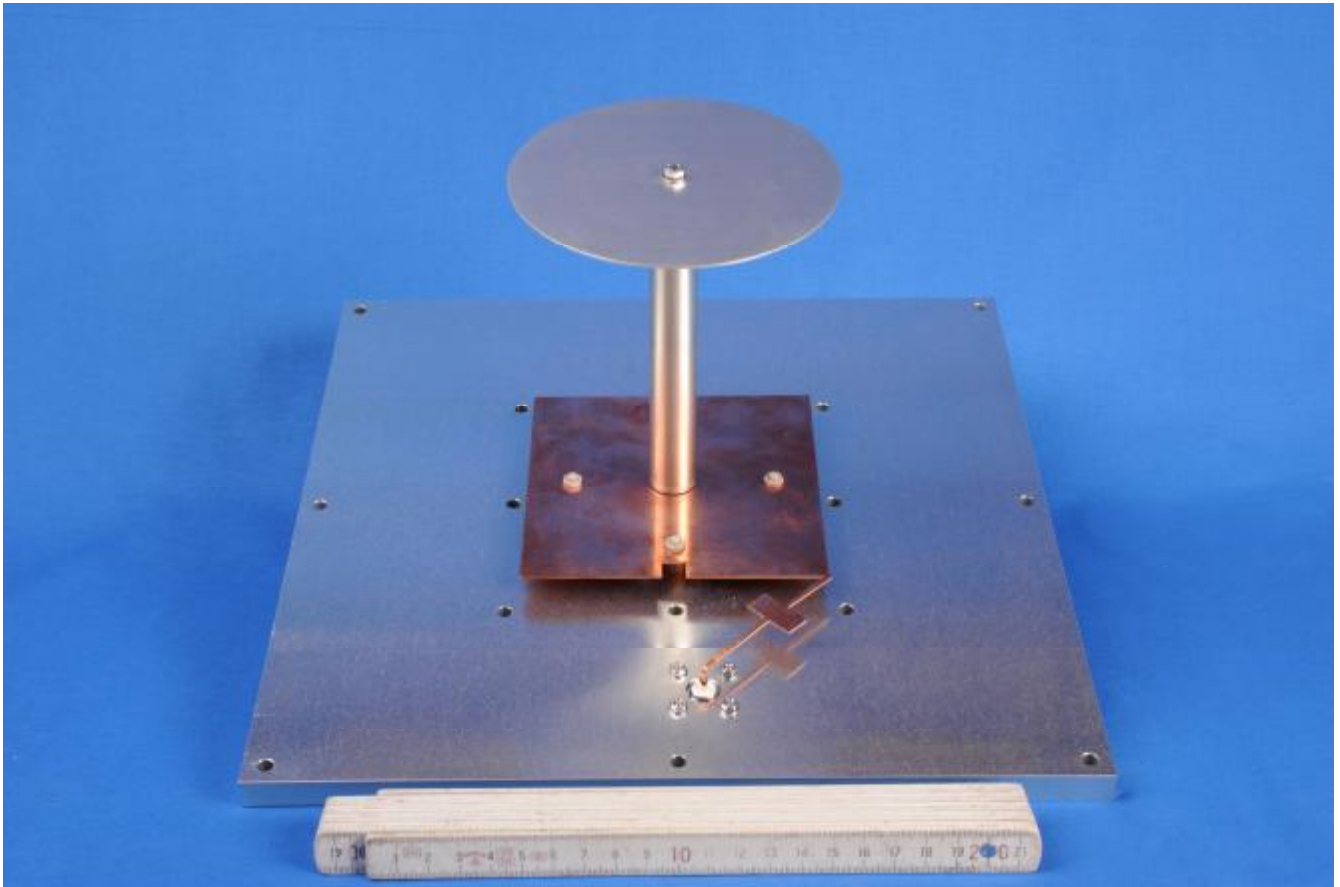
REM ist ein Forschungsprojekt, welches im Jahr 2010 gestartet ist und Ende des Jahres ausläuft.

Als Plattform dient das Programm „On-Orbit-Verifikationen von neuen Techniken und Technologien (OOV)“ der DLR Raumfahrtagentur. Es ermöglicht die Durchführung von Verifikationsflügen zum Test von Systemen und Komponenten im Orbit, welche von Forschungseinrichtungen und Industrie entwickelt wurden. Die Komponenten sollten dabei einen konkreten Bezug zu einer Anwendung haben.

Projektziele

Ziel des Vorhabens war und ist es den Mitflug eines Monitors zum Empfang von ADS-B Signalen auf einem Satelliten durchzuführen und die empfangenen Daten auszuwerten. Der Monitor besteht aus einem Empfänger und einer Antenne. Für den Empfänger wird eine Entwicklung des DLR Bremen eingesetzt, als Antenne ist für den Mitflug eine Entwicklung von der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW) entwickelt worden. Es ist sehr wichtig, eine Antenne mit möglichst hohem Gewinn zu verwenden, um den Footprint auf der Erdoberfläche und damit die Wahrscheinlichkeit der Datenkollision zu minimieren.

Die Ergebnisse dieses Projektes tragen maßgeblich dazu bei, die zu Grunde liegende Technologie ADS-B mittelfristig für die Satellitenortung zu erschließen. Langfristig wäre die satellitengestützte Verkehrsüberwachung auf Basis einer Kleinsatelliten-Konstellation eine kostengünstige Möglichkeit, Gebiete mit fehlender Radarinfrastruktur kontinuierlich zu erfassen und aktuelle Flugverkehrsinformationen an übergeordnete Kontrollzentren weiterzuleiten.



Muster des Antennendesigns für den russischen Satelliten

Hintergrund

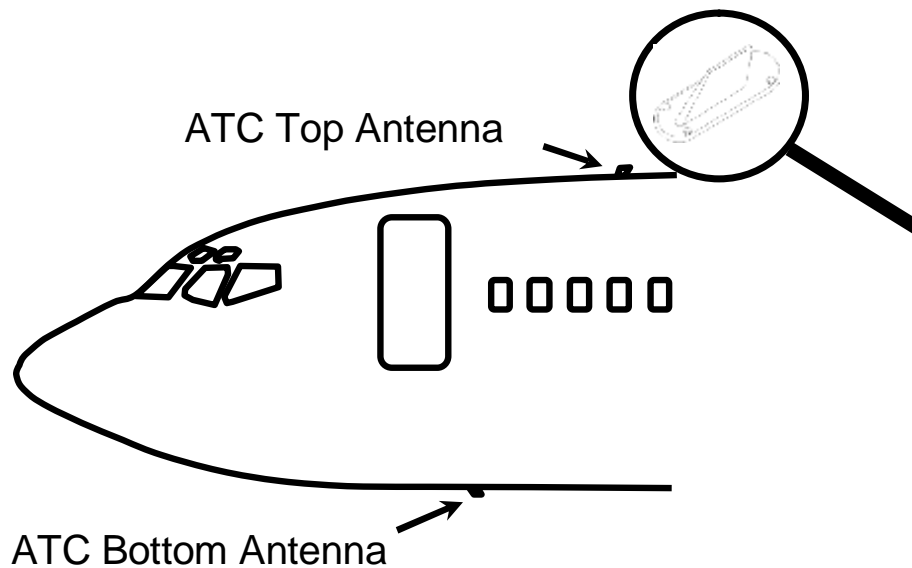
Die Überwachung des weltweit stetig zunehmenden Luftverkehrs im Rahmen von Air Traffic Management (ATM) basiert heute überwiegend auf sprachbasierten VHF-Funksystemen sowie Radarüberwachung, die im Wesentlichen von Bodenstationen mit Hilfe von Primär- (PSR), Sekundär- (SSR) und Mode-S-Radars durchgeführt wird. Allerdings bezieht sich diese intensive Verkehrsüberwachung nur auf Gebiete, die über eine entsprechende Bodeninfrastruktur verfügen.

Für strukturschwache Kontinente hingegen, wie z. B. große Teile Afrikas, Kanadas usw., ist eine flächendeckende Ausrüstung mit Bodenstationen für eine Radar-Überwachung mit zu hohen Kosten bzw. zu großem technischen Aufwand verbunden. Folglich ist eine kontinuierliche Verkehrslageüberwachung in diesen Gebieten wie auch über den Ozeanen mit den derzeit existierenden technischen Mitteln praktisch nicht möglich, so dass nur wenige aktuelle Statusinformationen über die Luftverkehrslage in diesen Non-Radar Airspaces (NRA) vorliegen.

Zur Lösung dieses Problems, d. h. zum Schließen der vorhandenen großen Lücken im Air Traffic Management Überwachungsnetzwerk wäre es grundsätzlich denkbar, den globalen Luftverkehr zukünftig aus dem Orbit heraus zu beobachten.

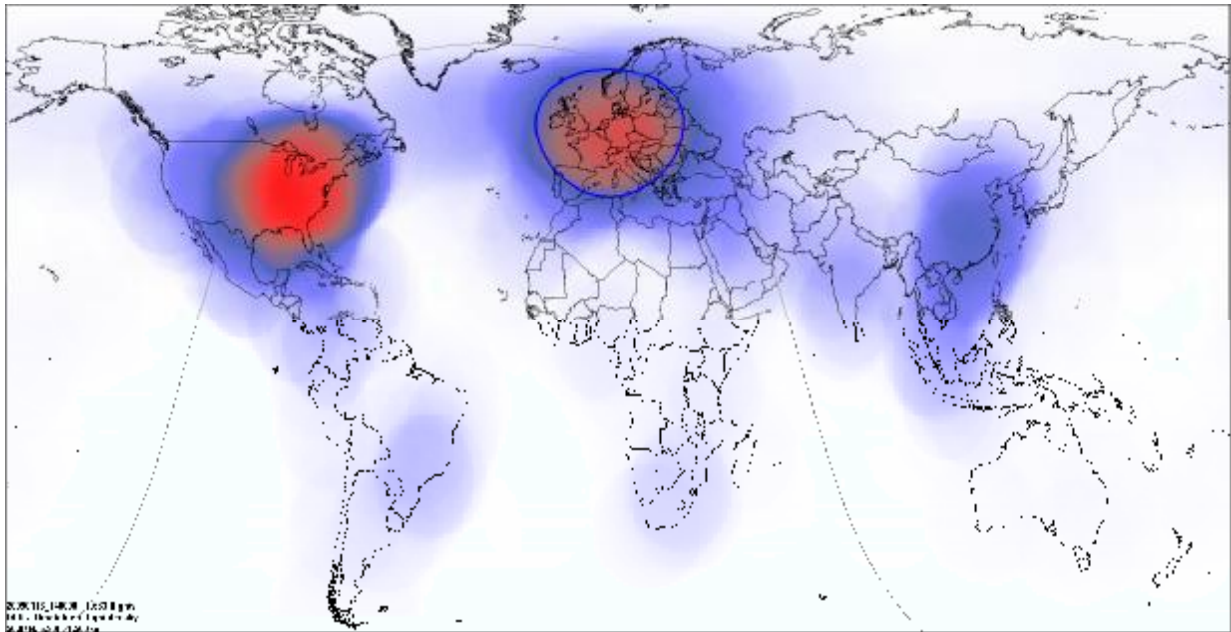
Dies könnte dadurch realisiert werden, dass die von Flugzeugen ausgesendeten Mode-S Reports, hier speziell die Daten des „Automatic Dependent Surveillance Broadcast“ (ADS-B) von Satelliten abgehört und in existierende ATM-Bodeninfrastrukturen integriert werden. Die ADS-B Signale, die von Transpondern an Bord der Flugzeuge in regelmäßigen Zeitabständen ausgesendet werden, beinhalten die aktuellen Positionsdaten (GPS), Geschwindigkeit, Richtung etc. des Flugzeuges. Die ADS-B Signale werden auf der Frequenz von 1090 MHz mit standardisierten Modulationsverfahren und Datenformaten ausgesendet.

Die an Bord der Flugzeuge befindlichen Transponder senden dabei wechselseitig über zwei ATC-Antennen, die auf der Ober- bzw. Unterseite eines Flugzeuges angebracht sind, Reports für ADS-B (1090ES) und, sofern sie von einem Mode-S-Radar abgefragt werden, Bordantworten für Elementary Surveillance (ELS) und Enhanced Surveillance (EHS) sowie Abfragen und Antworten für TCAS/ACAS.



ATC Antennenkonfiguration

Eigentlich sind die Mode-S Reports nur für die Kommunikation zwischen Flugzeug und Bodenstation sowie zwischen Flugzeugen vorgesehen. Auf Grund der hohen Sendeleistung der Transponder können sie aber auch von niedrig fliegenden Satelliten empfangen werden. Diese Tatsache könnte genutzt werden, so dass ohne zusätzliche bordseitige Veränderungen an den Flugzeugen die ausgesendeten Mode-S Daten direkt von Satelliten empfangen und weiter verarbeitet werden können. Da für Verkehrsflugzeuge die Ausrüstung mit Mode-S-Transpondern verpflichtend vorgeschrieben ist, könnte somit eine globale Erfassung aller Flugzeugbewegungen durch Satelliten prinzipiell sichergestellt werden. Ein direkter Empfang der Mode-S Daten durch Satelliten, wie in diesem Projekt vorgesehen, wurde bisher von niemandem verfolgt.



Simulation der weltweiten Flugbewegungen

Projektverlauf

In der ursprünglichen Planung war vorgesehen, dass die Empfangseinheit auf einen russischen Satelliten aufgebracht und zu Beginn des Jahres 2011 ins All geschossen wird. Leider hat die russische Seite den Start des Satelliten um über zwei Jahre verschoben. Dies hatte zur Konsequenz, dass der Vertrag mit den Russen gekündigt wurde. Während dieser Zeit lag die Projektleitung in Händen der HAW. Diese hat später das DLR Bremen übernommen. Diesem war es gelungen, die Empfangseinheit auf dem ESA Satelliten Proba V zu platzieren, dieser wurde im Frühjahr 2013 ins All gebracht.

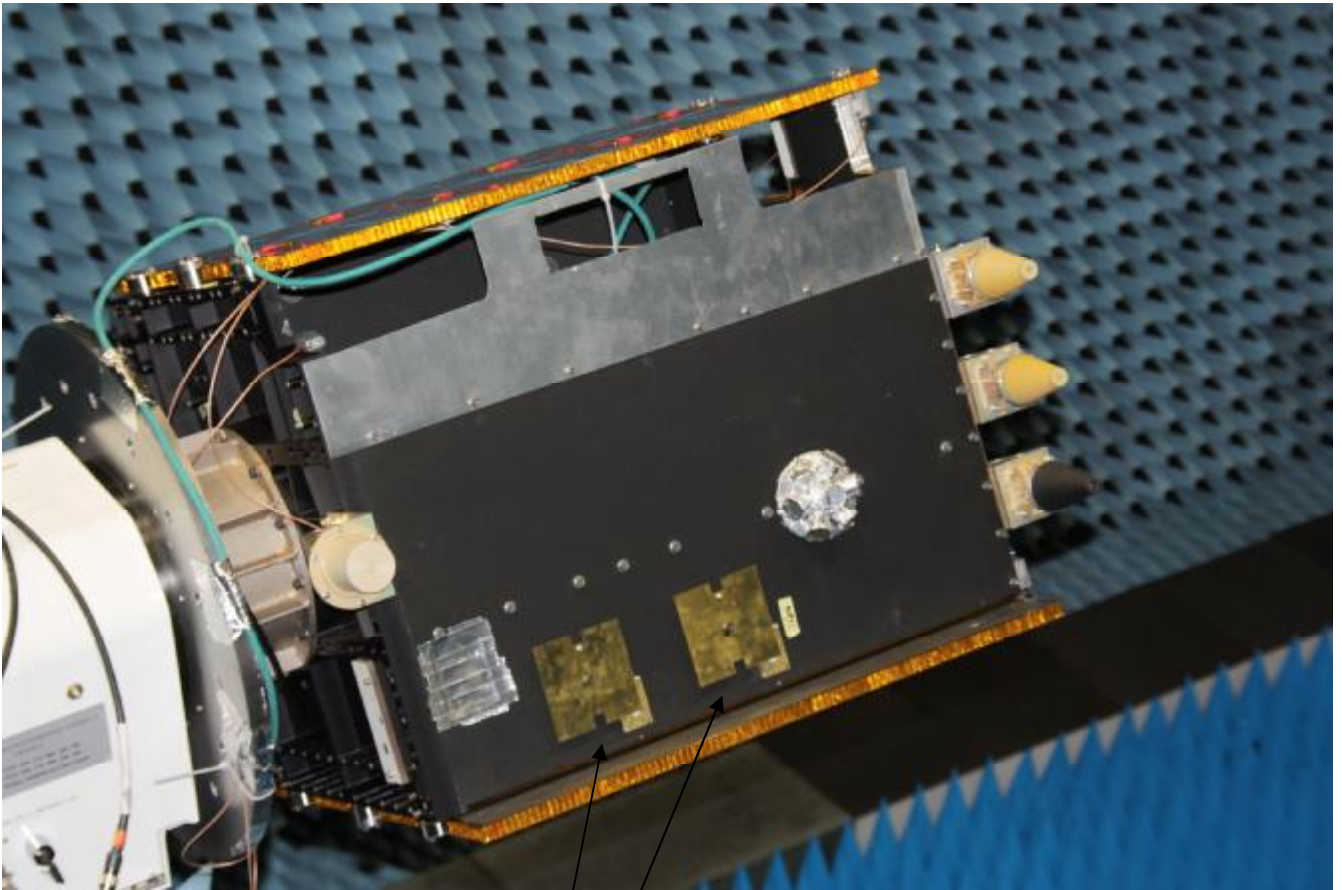
Der Satellitenwechsel hatte einen neuen Antennenentwurf erfordert. Verwendet wurde letztlich ein kleines Array mit zwei Patch-Antennen.

Die Antennen wurden im European Space Research and Technology Centre (ESTEC) der ESA in Noordwijk in den Niederlanden auf dem Satelliten vermessen.

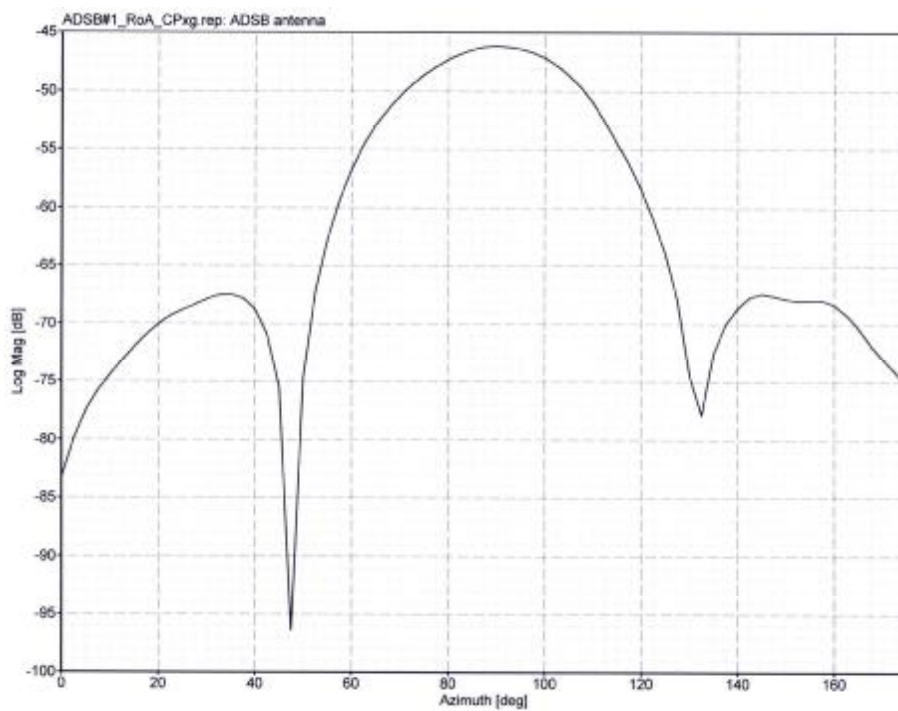


European Space Research and Technology Centre (ESTEC)

Im Bild ist der Satellit mit unseren Antennen zu sehen.



Unsere Antenne besteht aus den beiden Messing Blechen und den zugehörigen Einkopplungen. Das Bild zeigt das gemessene Richtdiagramm (zirkulare Polarisation), der Gewinn ist ca. 12 dBi.



Seit dem Frühjahr ist der Monitor im All und empfängt Flugzeugdaten:

URL dieses Artikels

- http://www.dlr.de/dlr/desktopdefault.aspx/tabid-10081/51_read-7318/year-all
-



"ADS-B over Satellite": Erste Flugzeug-Ortung aus dem All

Donnerstag, 13. Juni 2013

Ein A320 über Schottland war das erste Flugzeug, den das Empfangsgerät des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) aus dem Weltall "sah" - und somit belegte: Eine Ortung von Flugzeugen ist auch von Satelliten aus möglich. Seit dem 7. Mai 2013 kreist der ESA-Satellit PROBA-V um die Erde, mit an Bord ist ein Empfänger für die ADS-B-Signale (Automatic Dependance Surveillance - Broadcast) der Flugzeuge. Am 23. Mai 2013 schließlich ging das Gerät erstmals in Betrieb und empfing innerhalb von zwei Stunden in 820 Kilometern Höhe mehr als 12.000 ADS-B-Signale. "Das war weltweit der erste Versuch dieser Art - und jetzt haben wir den Nachweis, dass diese Methode funktioniert", betont DLR-Projektleiter Toni Delovski.

Über 100 Flugzeuge konnten die Wissenschaftler beim ersten Überflug über die Britischen Inseln, Ostasien und Australien mit eingeschaltetem Empfänger orten. "Von einigen haben wir auch mehrere Positionen feststellen können, so dass wir die Flugroute ableiten konnten." Ein Mal pro Sekunde senden die Flugzeuge Signale, die unter anderem Angaben zu Position oder Geschwindigkeit enthalten. Auch die Kennung der Flugzeuge, das "Nummernschild", wird übertragen. Doch sobald sie aus den Reichweiten des Bodenradars fliegen, endet die kontinuierliche Flugüberwachung. "Flugzeuge, die zum Beispiel von Europa nach Brasilien fliegen, verschwinden über dem Atlantik vom Radar und werden erst wieder kurz vor Südamerika für die Bodenstation sichtbar." In den ozeanischen Lufträumen und über Regionen mit geringer Flugsicherungs-Infrastruktur ist eine kontinuierliche radarbasierte Überwachung des Luftverkehrs derzeit nicht gegeben. Die Ortung aus dem All könnte diese Lücke in Zukunft schließen. "ADS-B over Satellite" ist ein Gemeinschaftsprojekt des DLR-Instituts für Raumfahrtsysteme und des DLR-Instituts für Flugführung in Kooperation mit dem Luxemburger Partner SES TechCom. Das DLR entwickelte die Nutzlast für den Satelliten, SES TechCom das Datenzentrum.

Praxistest im Weltraum

Bereits erste Versuche, bei denen der Empfänger mit einem Stratosphären-Ballon in die Höhe stieg, verliefen erfolgreich. Auch die bisherigen Modellrechnungen am Computer bestätigten die Wissenschaftler. "Aber Berechnungen sind nun mal Berechnungen", schränkt Toni Delovski ein. "Im Weltraum gibt es schließlich Einflussgrößen, die man nicht so gut kennt." Den Praxistest aus 820 Kilometern Höhe hat das System mit den ersten Daten bestanden. Nun kommt die umfangreiche Auswertung auf die DLR-Wissenschaftler zu. "Wir kontrollieren jetzt zum Beispiel,

wie vollständig unser Empfänger im Weltall die Flugzeuge erfasst hat", sagt Projektleiter Delovski. Auch wenn das System später in Regionen zum Einsatz kommen soll, in denen es keine Abdeckung mit Radarbodenstationen gibt, sind die Wissenschaftler für den Anfang auf genau diese angewiesen: Erst der Abgleich mit den vom Boden aus erfassten Flugzeugen wird zeigen, wie genau der DLR-Empfänger an Bord des Satelliten arbeitet. Welche Flugzeuge wurden geortet? Gibt es Regionen, in die der ADS-B-Empfänger im Weltraum nur schlechten Empfang hat? Welche Signalstärke empfängt er?

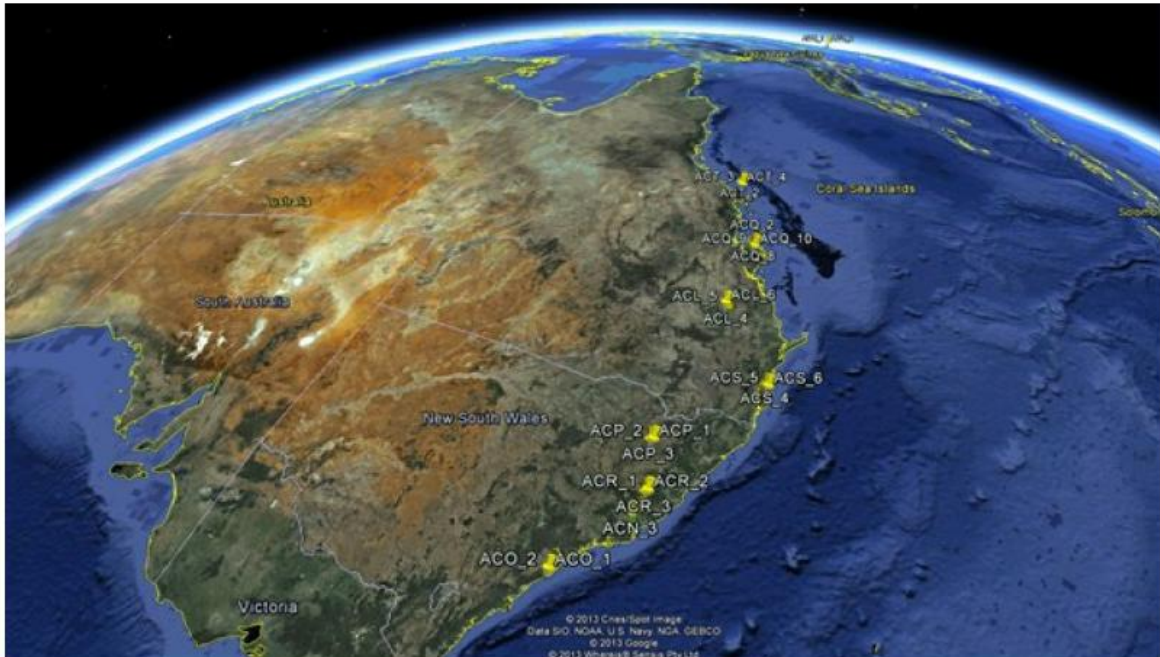
Ist die Qualität des Empfängers untersucht und ausgewertet, wissen die DLR-Wissenschaftler, wie erfolgreich der Empfänger in den nicht durch Bodenstationen abgedeckten Regionen arbeiten kann. "Da könnte dann unser System aus dem Weltraum zum Einsatz kommen", sagt Abteilungsleiter Jörg Behrens. Mit dieser Ortung von einem Satelliten aus könnten beispielsweise Flugrouten effektiver geplant und Flugzeuge in einem nicht radarüberwachten Bereich in einem geringeren Sicherheitsabstand fliegen.

Flugzeug-Ortung über Großbritannien



An Bord des europäischen Satelliten PROBA-V fliegt auch ein vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickelter Empfänger für die ADS-B-Signale von Flugzeugen mit. Über Schottland empfing das Gerät erstmals Signale eines Flugzeugs - damit erhielten die Wissenschaftler den Nachweis, dass eine Ortung von Flugzeugen aus dem Weltall möglich ist.

Empfangene ADS-B-Signale über Australien



Über 100 Flugzeuge konnten die Wissenschaftler des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) beim ersten Überflug über die Britischen Inseln, Ostasien und Australien mit einem ADS-B-Empfänger orten, der an Bord des Satelliten PROBA-V mitfliegt. Ein Mal pro Sekunde senden die Flugzeuge Signale, die unter anderem Angaben zu Position oder Geschwindigkeit enthalten. Auch die Kennung der Flugzeuge, das "Nummernschild", wird übertragen. "ADS-B over Satellite" ist ein Gemeinschaftsprojekt des DLR-Instituts für Raumfahrtssysteme und des DLR-Instituts für Flugführung in Kooperation mit dem Luxemburger Partner SES TechCom. Das DLR entwickelte die Nutzlast für den Satelliten, SES TechCom das Datenzentrum.

Quelle: DLR/SES.

Anschaffungen

Im Rahmen des Projektes gibt es folgende Anschaffungen für das Labor für Kommunikationstechnik:

High End Antennenmessplatz

Kommerzielle Lizenz der Feldberechnungssoftware MICROWAVE STUDIO

Einrichtung eines Antennenmessraums

Weiterhin erfolgte die Einstellung eines 50% wiss. Mitarbeiters für 1 Jahr.