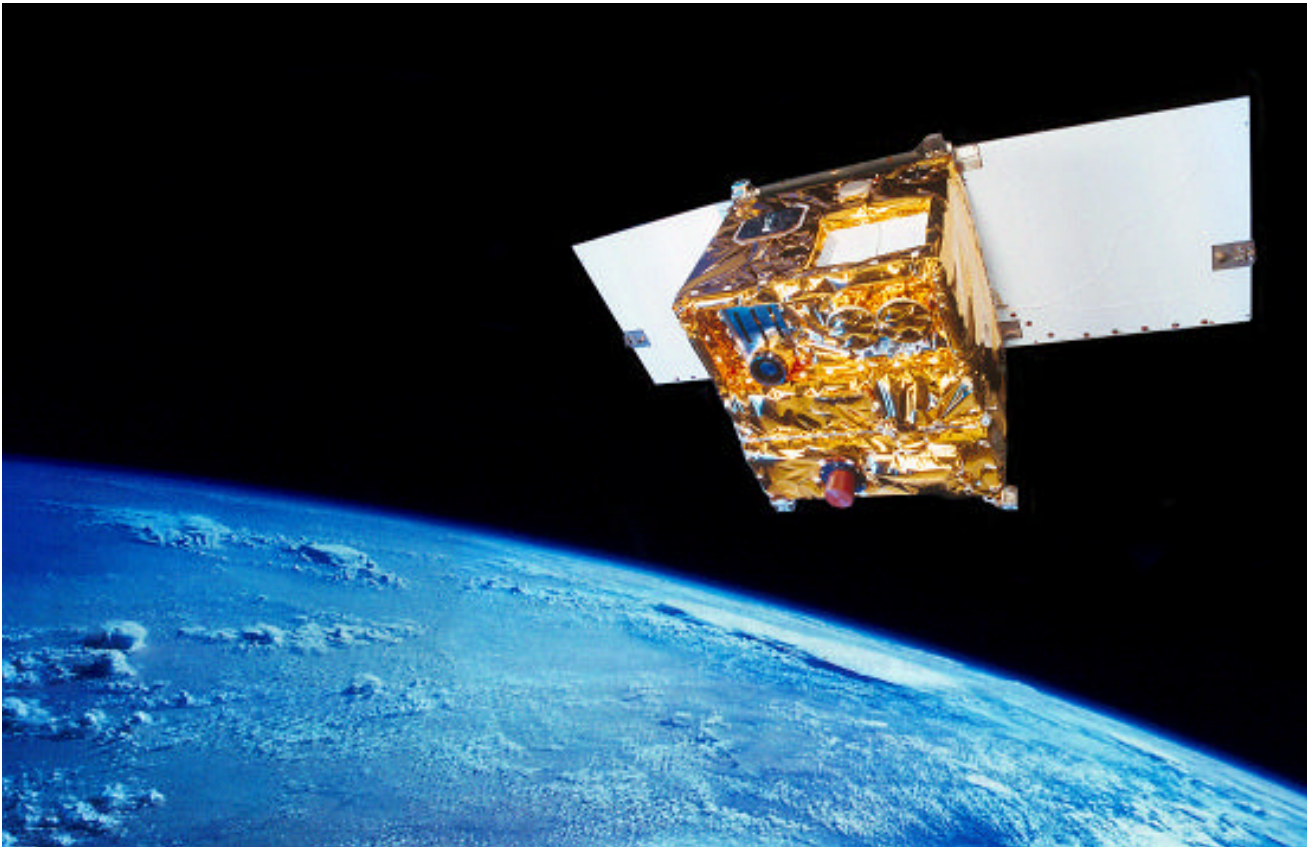


DLR – Kleinsatellitenmission BIRD BIRD – Bi-spectral Infra-Red Detection



Feuer üben einen immer größeren Einfluss auf das Ökosystem der Erde aus. Der Einfluss unkontrollierter Feuer ist jedoch noch ungenügend erforscht, da nur unzureichende Messdaten im globalen Maßstab zur Verfügung stehen. Bisher gab es keine Sensorik im Orbit, die auf Feuerfernerkundung zugeschnitten ist. Mit der DLR-Kleinsatellitenmission BIRD (Bi-spectral Infrared Detection) wird erstmals eine neue Generation von Infrarotsensoren in Kombination mit einer modifizierten WAOSS-Kamera (Weitwinkel-Stereo-Kamera für die Mars-96-Mission) im Weltraum erprobt, die für die wissenschaftliche Fernerkundung von Vegetationsbränden, Vulkanausbrüchen, Kohleflözfeuern und anderen Hochtemperatur-Ereignissen geeignet ist.

Abb. oben: BIRD in der Umlaufbahn
Foto: DLR-Fotomontage

Abb. rechts: Start am 22.10.2001 mit der indischen Rakete PSLV-C3 vom Startplatz Shriharikota zusammen mit TES (ISRO) und PROBA (ESA)
Foto: ISRO

BIRD wurde am 22. Oktober 2001 erfolgreich als sekundäre Nutzlast mit der indischen Rakete Polar

Wissenschaftliche Nutzung

Die wissenschaftliche Untersuchung ausgewählter Hochtemperaturphänomene mit der neu

Satellite Launch Vehicle (PSLV-C3) in einen kreisförmigen sonnen-synchronen Orbit von 572 km Höhe gestartet, wobei der Äquator um 10.30 Uhr Ortszeit von Norden nach Süden überflogen wurde.

Mit BIRD werden nicht nur eine neue Generation von Infrarotsensoren im Weltraum erprobt sowie völlig neue Daten der Fernerkundung von Feuer und Festland gewonnen, sondern es werden außerdem neue Kleinsatellitentechnologien demonstriert. Der Satellit wurde im DLR-Standort Berlin-Adlershof entwickelt, gebaut und getestet unter wesentlicher Beteiligung des DLR-Raumflugkontrollzentrums, der DLR-Simulations- und Softwaretechnik Braunschweig; dem Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum und den Technischen Betrieben des DLR Köln und Braunschweig. Maßgebliche Anteile kommen aber auch von den externen Kooperationspartnern: dem

Fraunhofer Institut FIRST, der Astrium Jena-Optronik GmbH, der Astro- und Feinwerktechnik Adlershof GmbH, dem Global Fire Monitoring Center in Freiburg und dem Institut für Luft- und Raumfahrttechnik der TU Berlin.

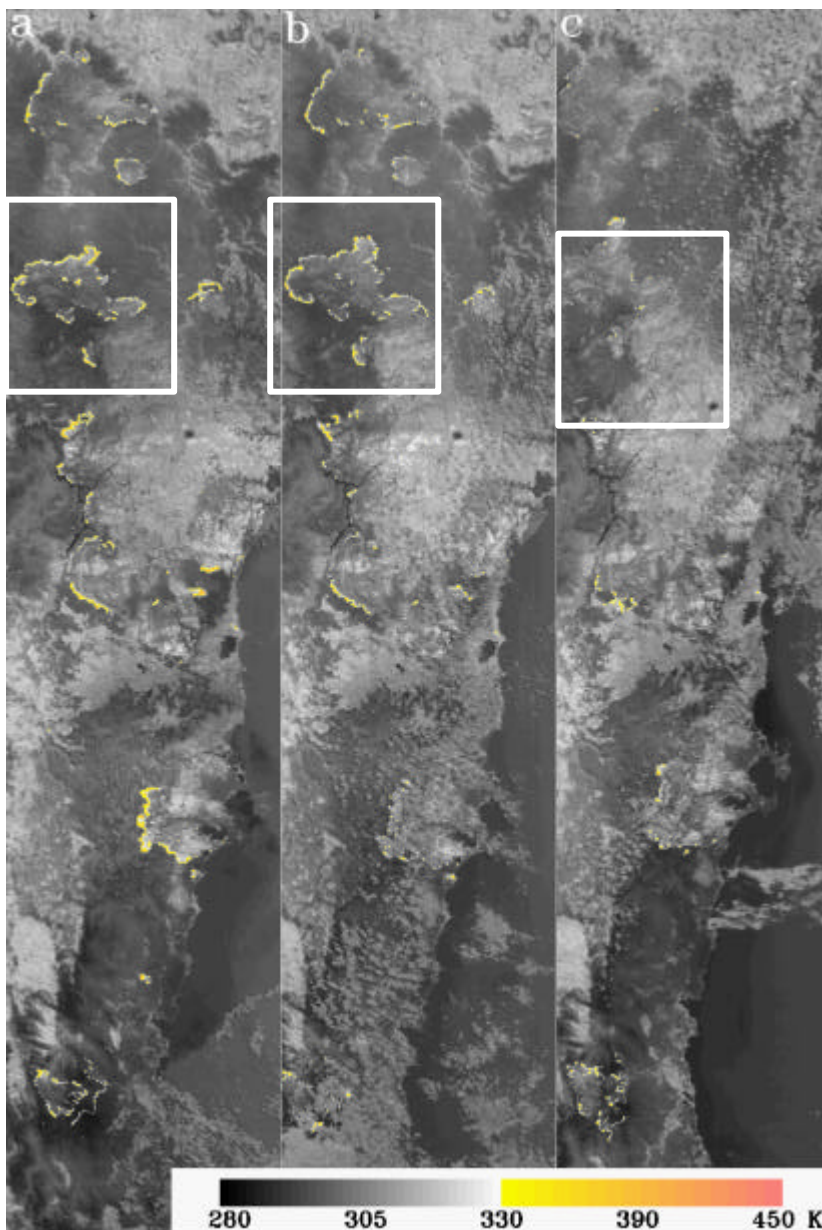
entwickelten Zweikanal-Infrarot-Sensorik steht im Mittelpunkt der BIRD-Mission. Es werden international erstmalig quantitative Feuerdaten aus dem Weltraum gewonnen, wie z. B. Feuertemperaturen, Feuerflächen, abgestrahlte Leistung, Feuerausbreitung und -verteilung. Mit einer



ktes

Bodenauflösung von ~200 m und einer Schwadbreite von 190 km gilt BIRD im Vergleich mit meteorologischen Satelliten als hochauflösend im infraroten Wellenlängenbereich. Eine

	WAOSS-B	Zweikanal-Infrarot-Sensorik
Wellenlänge	VIS: 600 - 670 nm NIR: 840 - 900 nm	MIR: 3,4 - 4,2 μm TIR: 8,5 - 9,3 μm
Brennweite	21,65 mm	46,39 mm
Gesichtsfeld	50°	19°
Blendenzahl	2,8	2,0
Detektor	CCD-Zeilen	CdHgTe Arrays
Detektorkühlung	Passiv, 20 °C	Stirling, 80 - 100 K
Pixelgröße	7 μm x 7 μm	30 μm x 30 μm
Pixelzahl	2880	2 x 512 staggered
Quantisierung	11 bit	14 bit
Bodenpixelgröße	185 m	370 m
Abtastweite	185 m	185 m
Schwadbreite	533 km	190 km



weitere Besonderheit ist der Dynamik-bereich, von ca. -10 °C bis etwa 1000 °C kann BIRD Temperaturen auf der Erdoberfläche messen. In engem Zusammenhang mit der neuen Sensortechnik werden geeignete wissenschaftliche Auswertemethoden zur Ableitung von geophysikalischen Parametern aus den BIRD-Daten entwickelt, getestet, angewendet und validiert. So ermöglicht zum Beispiel die Anwendung der sogenannten Dozier-Methode die Auflösung von Feuerparametern im Subpixelbereich. D. h., BIRD hat zwar im Infrarot eine Bodenabtastweite von 185 m, er kann aber unter Anwendung der Bi-spektral-Methode, z.B. ein Feuer von nur ca. 50 m² Fläche und einer Temperatur von ca. 800 °C von einem Feuer, welches das gesamte Pixel bedeckt und eine niedrigere Temperatur hat, unterscheiden. Die mit BIRD erzielten Ergebnisse werden ihren Eingang in zukünftige operationelle Systeme zur Feuerfernerkundung der Erde finden, wie sie derzeit in der europäischen Raumfahrtagentur ESA diskutiert werden.

Tab.: Wichtigste Kennwerte der Haupt-sensoren von BIRD
 VIS = sichtbares Licht
 NIR = nahes Infrarot
 MIR = mittleres Infrarot
 TIR = thermisches Infrarot

Abb. links: BIRD MIR-Kanal (3,4 – 4,2 μm), Gebiet um Sydney, Australien. Aufgenommen am
 a) 4. Januar 2002
 b) 5. Januar 2002
 c) 9. Januar 2002
 Fotos: DLR

Buschfeuer in Australien Ergebnisse

Eine besondere Fähigkeit des BIRD-Infrarot-Sensors besteht darin, dass er innerhalb des Aufnahmeintervalls zwei Aufnahmen ermöglicht, die

– kombiniert mit Messung kleinster thermaler Kontraste – auch sehr heiße Ziele ohne Sättigung wiedergeben.

Am 4., 5. und 9. Januar 2002 wurde

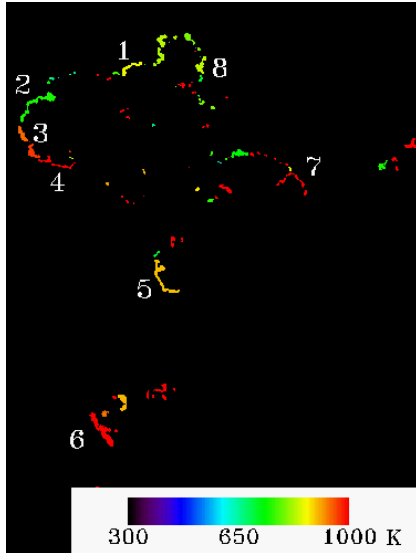


Abbildung links auf der zweiten Seite zeigt Aufnahmeausschnitte eines Infrarot-Kanals (3,4 – 4,2 µm) von BIRD, die am 4. Januar, am 5. Januar und am 9. Januar jeweils ca. 10:08 Uhr Ortszeit über Australien/ New South Wales in ~150° östlicher Länge zwischen 33° und 36° südlicher Breite aufgenommen wurden. Die Feuer wurden farbig kodiert, um einen sichtbaren Kontrast zum Schwarz-Weiß-Hintergrund, der für Pixel-temperaturen unter 52 ° C (325 K) steht, zu erzielen. Ein Streifen im Bild

links ist ca. 100 km breit. Anhand der markierten Flächen (ca. 55 km x 75 km) lässt sich der geänderte Verlauf der Feuerfronten innerhalb von 5

Nr.	Äquiv. Feuer-temp. [K]	Äquiv. Feuer-fläche [ha]	Frontlänge [km]	Energiefreisetzung [MW]	Feuerfront-Intensität [kW/m]
1	815	0,48	4	130	30
2	715	2,3	7,5	310	40
3	893	0,59	3	210	70
4	>670	<0,78	5	79	15
5	852	0,92	10	300	30
6	957	1,0	9	530	60
7	>690	<0,51	4	62	15
8	796	0,39	3	96	30

Tagen gut nachvollziehen. Die neben-stehende Auswertung (Abb. und Tabelle unten) zeigt die typischen charakteristischen Werte der Feuer-fronten am Beispiel der markierten Fläche des Bildes vom 5. Januar 2002. Es wurden 8 Feuerfronten ausgewählt und die Hauptparameter Feuer-temperatur und Feuerfläche, Frontlänge und freigesetzte Energie sowie die Feuerfrontintensität bestimmt. Diese Ergebnisse lassen sich derzeit nur mit BIRD erzielen.

Technologiedemonstration

Aus den Missionsrandbedingungen ergab sich die Grundforderung, dass die Missionsziele mit einem Satelliten der 100-kg-Klasse erreicht werden, der gemeinsam mit einem größeren Satelliten in den Orbit „mitge-nommen“ werden kann. Dies stellte hohe Anforderungen an den Satellitenbus, die mit einer Reihe innovativer technologischer Lösungen in einem engen Kostenrahmen erfüllt wurden. Wesentliche Merkmale des BIRD-Satellitenbusses sind:

- Mikrosatellitenstruktur mit hoher mechanischer Stabilität, die an verschiedene Mitstart-Plattformen anpassbar ist

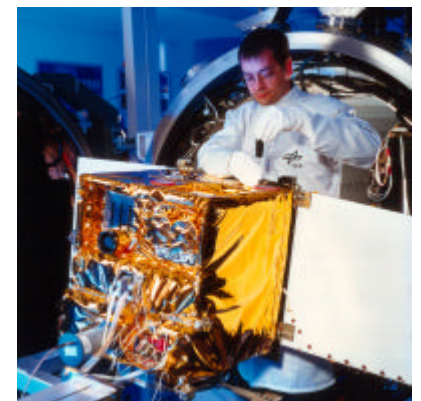
Abb. links oben: Ausgewählte Feuerfronten der markierten Fläche der MIR-Aufnahme vom 5. Januar 2002
Quelle: DLR

Tab. rechts oben: Feuerparameter der ausgewählten Feuerfronten

Abb. rechts unten: BIRD in Vorbereitung zum Test in der Thermal-Vakuum-Kammer
Foto: DLR

- Kompaktsatellit in Segmentbau-weise: Dienstsegment mit Satelliten-baugruppen, Elektroniksegment und eine austauschbare Nutzlastplatt-form
- Bus-Nutzlast-Masseverhältnis = 64 kg : 30 kg
- Hoher Spitzenleistungsumsatz von 200 W für ca. 10 bis 20 min bei einem mittleren Leistungsumsatz von ca. 60 W
- Modernes passives Thermal-kontrollsystem
- Neu entwickelter Hochleistungs-bordrechner (4fache Ausführung) mit integriertem Latch-up-Schutz und Fehlererkennungs- und korrektursystem
- Autonome Lageregelung im Zustandsraum
- Neu entwickelte Präzisionsdrallräder
- Neu entwickelte Sternkameras
- Hochgenaues An-Bord-Navigationssystem auf Basis von GPS-Daten (5 m Genauigkeit nachgewiesen)
- S-Band-Kommunikation in hoher (2 Mbps) und niedriger Bitrate für Kommando- und Datenüber-tragung

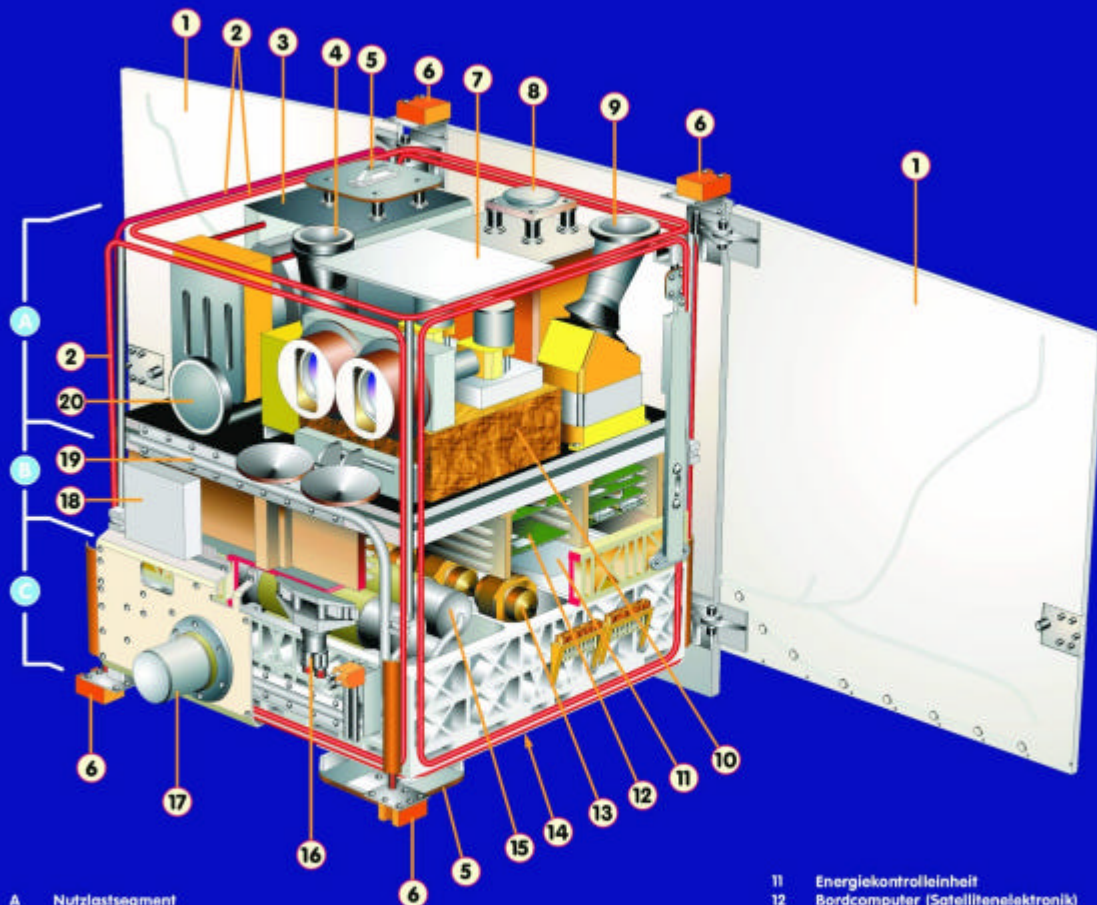
Auf Seiten der Nutzlast ist nicht nur das Infrarotsystem Teil der Techno-logiedemonstration im Rahmen des BIRD-Programms, sondern auch ein An-Bord-Klassifikator auf der Basis eines künstlichen neuronalen Netzwerk-Chips. Mit diesem Experiment soll die Machbarkeit einer thematischen Datenverarbeitung an Bord eines Satelliten bis zu einem High-Level-Datenprodukt demonstriert werden.



- Redundantes An-Bord-Datensystem für die Nutzlast mit 1Gbit-Speicher

BIRD-Satellit (BIRD : Bi-spectral InfraRed Detection)

RC GRAFIK



- | | | | |
|----|---------------------------------|----|--|
| A | Nutzlastsegment | 11 | Energiekontrolleneinheit |
| B | Elektroniksegment | 12 | Bordcomputer (Satellitenelektronik) |
| C | Dienstsegment | 13 | Reaktionsräder (4) |
| 1 | Solarzellenfläche | 14 | Satellitenradiator |
| 2 | Magnetspulen (6) | 15 | 2 x 4 NiH ₂ -Zellen (12 Ah) |
| 3 | Weitwinkel-Stereokamera WAOSS-B | 16 | Solarzellenaufklappzünder |
| 4 | Sternsensor-1 | 17 | S-Band-Richtstrahlantenne |
| 5 | S-Band-Halbrundstrahlantenne | 18 | S-Band-Elektronik (Sender) |
| 6 | Sonnensensor | 19 | Wärmerohr |
| 7 | Infrarotsystemradiator | 20 | Matrixkamera |
| 8 | GPS-Antenne | | |
| 9 | Sternsensor-2 | | |
| 10 | Zweikanal-Infrarotsensorsystem | | |

Kooperationspartner:



Fraunhofer Institut
Rechnerarchitektur
und Softwaretechnik



Global Fire Monitoring Center



**Astro-
und Feinwerktechnik**
Adlershof GmbH

Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.

Institut für Weltraumsensorik
und Planetenerkundung

Rutherfordstr. 2
D-12489 Berlin
Tel. (030) 67 0 55-0

Ansprechpartner:
Dr. Klaus Brieb
Tel. (030) 67 0 55-538
Fax (030) 67 0 55-532
E-Mail: klaus.briess@dlr.de

<http://www.dlr.de/BIRD>

Abb. oben: BIRD Satellitenstruktur
(schematisch)
Quelle: RaumfahrtConcret Grafik

