Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
National Aerospace Laboratory NLR

Managementsamenvatting

Internationaal Ruimte Station
Ervaringen met Columbus Operaties vanuit Nederland

Probleemstelling:
Met de lancering van Columbus in februari 2008 werd het "Columbus User Support and Operations" concept in gebruik genomen. Dit concept is gebaseerd op een gedistribueerde verantwoordelijkheid voor operaties verspreid over Europese "User Support & Operations Centers (USOCs)"
In Nederland is de Erasmus USOC geïmplementeerd bij ESTEC in Noordwijk. De Erasmus USOC is verantwoordelijk voor de operaties met de Columbus "European Drawer Rack (EDR)" en de "European Technology Exposure Facility (EuTEF)".

Beschrijving van de werkzaamheden:
Gedurende de laatste vier jaar zijn de specificaties, het ontwerp en de ontwikkeling van de Erasmus USOC afgerond. Gedurende de laatste 18 maanden zijn de operaties voorbereid en is de training van operators afgerond. Vanaf februari zijn de operaties uitgevoerd en kan een indruk worden gegeven van de resultaten tot nu.

Resultaten en conclusies:
De resultaten van de afgelopen maanden worden geëvalueerd. Problemen met de operaties en de oplossingen worden toegelicht. De EDR is geactiveerd en uitgetest. De externe EuTEF is ook geactiveerd en uitgetest en de 9 experimentfaciliteiten zijn ook getest en aangezet. Onderzoekers verkregen hun experiment resultaten via zogenaamde "User Home Bases (UHB)" op hun laboratorium en konden ook van daar hun experimenten besturen.

Toepasbaarheid:
Deze presentatie geeft een beeld van de operationele mogelijkheden van de Erasmus USOC.

Rapportnummer
NLR-TP-2008-681

Auteur(s)
Z. Pronk

Rubricering rapport
ONGERUBRICEERD

Datum
november 2008

Kennisgebied(en)
Space

Trefwoord(en)
Columbus Space Station
International Space Station
Operations
Erasmus USOC

Dit rapport is gebaseerd op een presentatie gehouden op 7 augustus 2008 voor het Nationaal Ruimtevaart Museum in de Aviodrome, Lelystad Airport.

Internationaal Ruimte Station Ervaringen met Columbus Operaties vanuit Nederland

Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium, National Aerospace Laboratory NLR

Anthony Fokkerweg 2, 1059 CM Amsterdam,
P.O. Box 90502, 1006 BM Amsterdam, The Netherlands
Telephone +31 20 511 31 13, Fax +31 20 511 32 10, Web site: www.nlr.nl

Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
National Aerospace Laboratory NLR

NLR-TP-2008-681

Internationaal Ruimte Station Ervaringen met Columbus Operaties vanuit Nederland

Z. Pronk

Dit rapport is gebaseerd op een presentatie gehouden op 7 augustus 2008 voor het Nationaal Ruimtevaart Museum in de Aviodrome, Lelystad Airport.

Uit dit rapport mag worden geciteerd onder de voorwaarde dat volledige bronvermelding plaatsvindt.

Opdrachtgever	Europese Ruimtevaartorganisatie
Contractnummer	ESA contract 13980/99/NL/PG
Eigenaar	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratrium
NLR Divisie	Aerospace Systems & Applications
Verspreiding	Onbeperkt
Rubricering titel	Ongerubriceerd
	november 2008

Goedgekeurd door:

Auteur	Reviewer	Beherende afdeling
ZP/	AK/	ASSP/

Samenvatting

Met de lancering van het Europese Columbus laboratorium in februari 2008 is ook het “User Support & Operations Centre” (USOC) concept operationeel geworden.
Voor Nederland is een USOC opgebouwd in het Erasmus gebouw op het terrein van ESTEC, in Noordwijk. Deze USOC is opgebouwd door ESA met ondersteuning van Nederland en België. Namens Nederland is het Nationaal Lucht en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) direct betrokken bij de ontwikkeling van de USOC en bij de operaties van de onderzoeksfaciliteiten aan boord van Columbus.
De Erasmus USOC is verantwoordelijk voor de operaties met de European Drawer Rack (EDR) en de European Technology Exposure Facility (EuTEF). De EDR is direct na lancering uitgetest en wacht nu op de eerste onderzoeksfaciliteit, een apparaat voor diagnostiek van eiwitkristallen. Het externe EuTEF platform ondersteunt negen instrumenten waarmee een groot aantal experimenten kunnen worden uitgevoerd. De onderzoekers (“Principal Investigators”, PIs) voor deze experimenten krijgen hun gegevens via een zogenaamde User Home Base (UHB) op hun laboratorium. De onderzoekers kunnen ook hun experiment besturen. Met dit ondersteuningsconcept krijgt de onderzoeker bijna een directe verbinding met zijn/haar instrument.
De rol van de Erasmus USOC en het USOC concept worden toegelicht, en de ervaringen in de operaties gedurende het afgelopen half jaar worden toegelicht.

Inhoud

1 Inleiding **5**

Appendix A Presentation **7**

1 Inleiding

Elke eerste donderdag van de maand organiseert het Nationaal Ruimtevaart Museum een lezing in de Aviodrome, Lelystad Airport. Voor de lezing van 7 augustus 2008 werd het NLR (Z.Pronk) uitgenodigd een lezing te geven over de operaties met de faciliteiten aan boord van het Columbus laboratorium dat in februari 2008 werd gelanceerd en bevestigd aan het Internationaal Ruimtestation (International Space Station, ISS).

Globaal werden in de presentatie de volgende onderwerpen behandeld.
Met de lancering van Columbus heeft Europa een belangrijk onderdeel van hun bijdrage aan het ISS geleverd. Een maand later werd een tweede belangrijk onderdeel gelanceerd, de Automated Transfer Vehicle (ATV). De opbouw van ISS werd toegelicht met als onderdelen de transportmiddelen, de bemanning, de organisatie van de operaties, en de communicatie infrastructuur.

Met de lancering van het Europese Columbus laboratorium in februari 2008 werd ook het "User Support & Operations Centre" (USOC) concept operationeel.
Voor Nederland is een USOC opgebouwd in het Erasmus gebouw op het terrein van ESTEC, in Noordwijk. Deze USOC is opgebouwd door ESA met ondersteuning van Nederland en België. Namens Nederland is het Nationaal Lucht en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) direct betrokken bij de ontwikkeling van de USOC en bij de operaties van de onderzoeksfaciliteiten aan boord van Columbus.
De Erasmus USOC is verantwoordelijk voor de operaties met de European Drawer Rack (EDR) en de European Technology Exposure Facility (EuTEF). De EDR is direct na lancering uitgetest en wacht nu op de eerste onderzoeksfaciliteit, een apparaat voor diagnostiek van eiwitkristallen. Het externe EuTEF platform ondersteunt negen instrumenten waarmee een groot aantal experimenten kunnen worden uitgevoerd. De onderzoekers ("Principal Investigators", PIs) voor deze experimenten krijgen hun gegevens via een zogenaamde User Home Base (UHB) op hun laboratorium. De onderzoekers kunnen ook hun experiment besturen. Met dit ondersteuningsconcept krijgt de onderzoeker bijna een directe verbinding met zijn/haar instrument.
De rol van de Erasmus USOC en het USOC concept worden toegelicht, en de ervaringen in de operaties gedurende het afgelopen half jaar worden toegelicht. In het bijzonder werden een aantal problemen tijdens de operaties toegelicht.
Zie appendix A voor de presentatie.

Deze pagina is opzettelijk blanco.

Appendix A Presentation

Dedicated to innovation in aerospace



Internationaal Ruimte Station

Ervaringen met Columbus Operaties vanuit Nederland



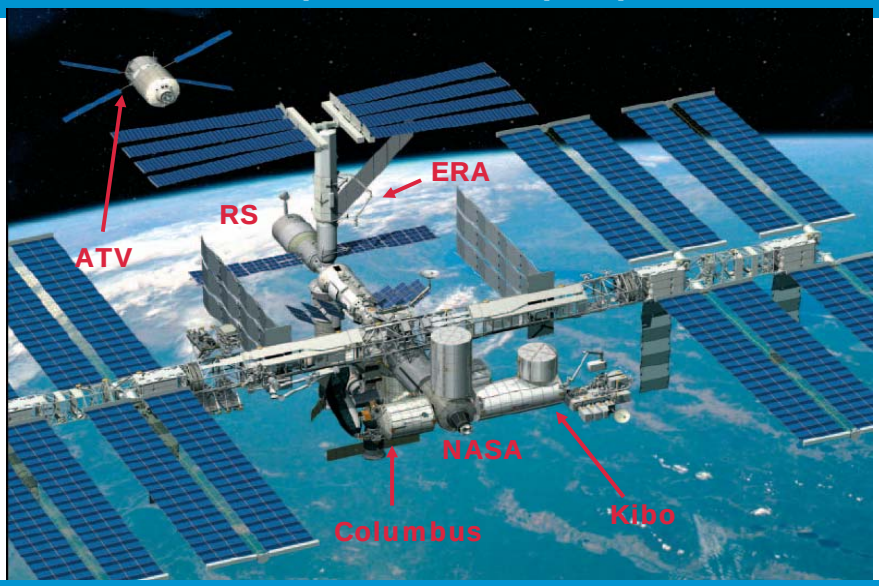
Zeholy Pronk

Nationaal Lucht-en Ruimtevaart laboratorium NLR,
Aerospace Systems & Applications,
Space Department



7 augustus 2008

International Space Station (ISS)



International Space Station (ISS)

- **Partners:**
  - NASA, RKA, JAXA, CSA, ESA
- **Opbouw (sinds 1999):**
  - RS modules: Zarya, Zvezda, .., RM, MLM
  - NASA modules: Destiny, Truss, Node 1, MBS, Harmony, ..
  - ESA modules: RS-DMS, Node 2,3, Columbus, ATV, .., ERA
  - JAXA Modules: Kibo, .., JEM-RMS
  - CSA: SS-RMS, Dextre



- **Bemanning:**
  - 1 RS + 1 NASA astronaut/cosmonaut;
  - Tijdens Soyuz docking: + 3
  - Tijdens Shuttle docking: + 7-10
  - Na toekomstige uitbreiding: 6 (mid 2009)
  - Expedition 17: Commander Sergei Volkov (midden), en Flight Engineers Oleg Kononenko (rechts) and Greg Chamitoff.

ISS Transportmiddelen (Shuttle, Soyuz)

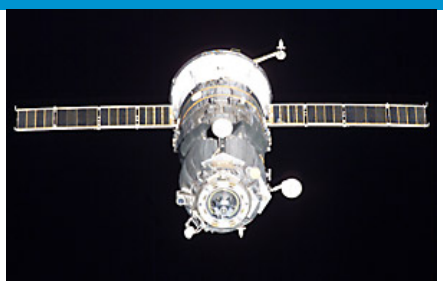
- **Soyuz: 2 x per jaar: April/Oktober, wisseling crew, start nieuw increment, Oktober 2007: Increment 16; Incr 17 van 10 april tot 14 October 2008**
- **Shuttle: Opbouw ISS, grote ladingen, vlucht: ~ 10 dgn, ~ 7 astronauten, wisseling van crew, aangeduid met STS en stage, bijv vlucht 6-02-2008: STS 122, Stage 1E**





ISS Transportmiddelen (Shuttle, Progress, ATV)

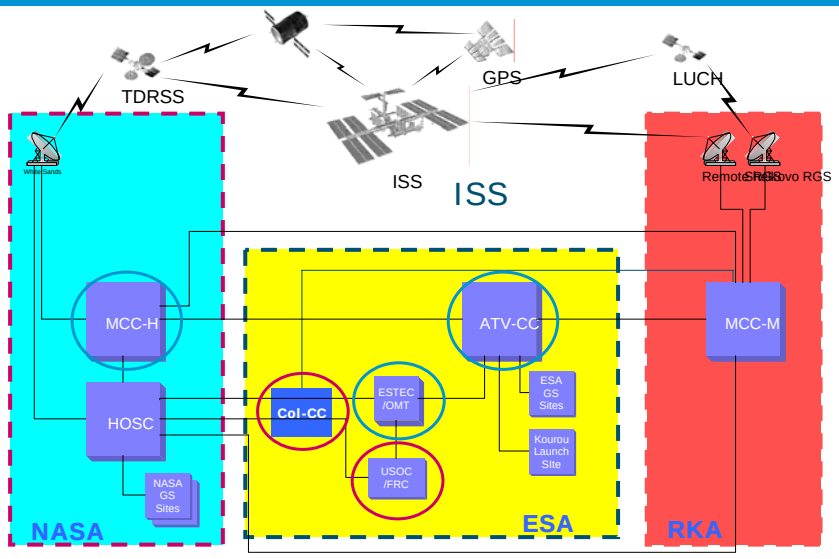
- **Progress: Bevrachting van ISS, vaak gekoppeld aan nieuwe bemanning via Soyuz, boost van ISS, afval dump)**



- **Automated Transport Vehicle (ATV): bevoorrading ISS na Shuttle, Instrument rekken, modules, brandstof, boost ISS, afval dump**



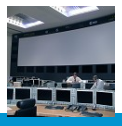
ISS Columbus; Communicatie Infrastructuur



ISS Columbus; Infrastructuur

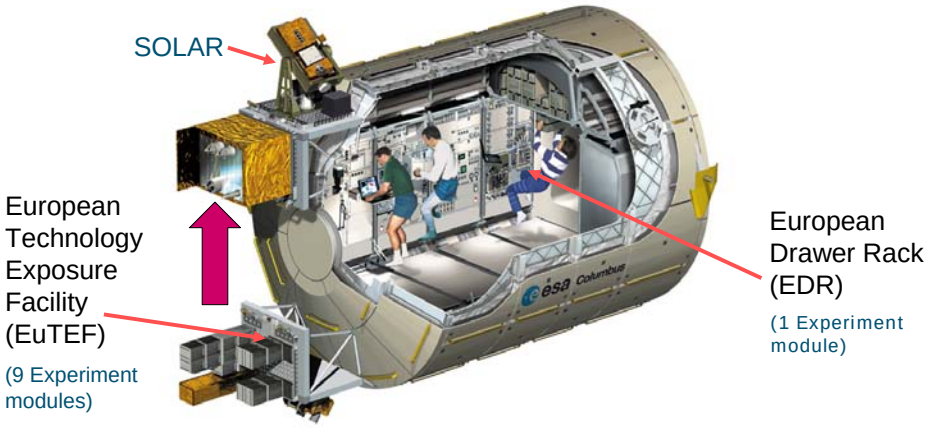
- **In de ruimte:**
  - ISS (Voice (RS, NASA), Video/Data)
  - Communicatie satellieten (RS, NASA)
- **Grondstations/communicatie/coverage:**
  - NASA (divers over de wereld)
  - RS (alleen in Europa, Azie)
- **Control Centra:**
  - NASA/CSA: Houston (MCC-H), Huntsville (HOSC), Ground support sites (o.a. JPL)
  - RS: Moskou (MCC, Tsup)
  - ESA: Munchen (Columbus), Toulouse (ATV), Keulen (EAC)
  - JAXA: Tsukuba Space Center



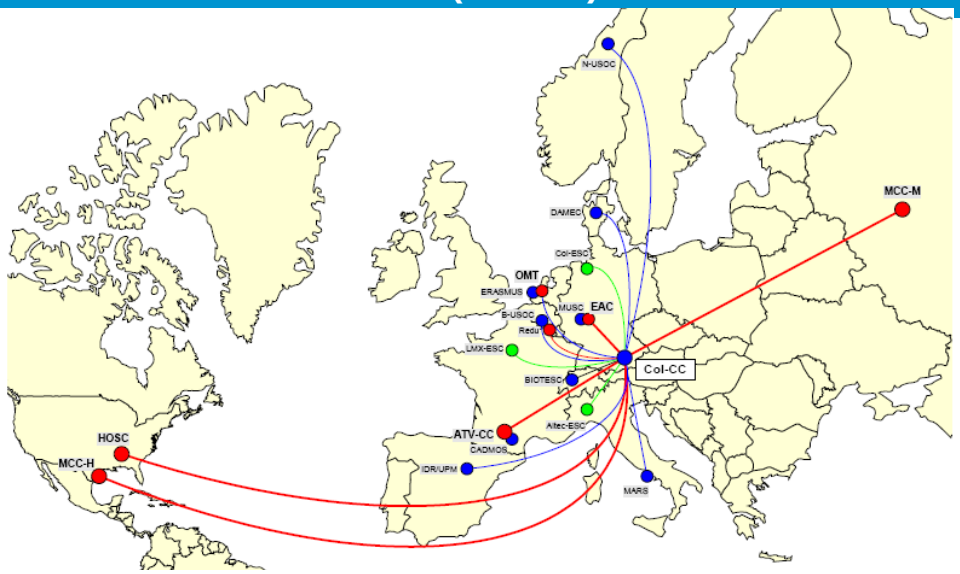

ISS Columbus

Columbus heeft 5 interne rekken en 2 externe faciliteiten

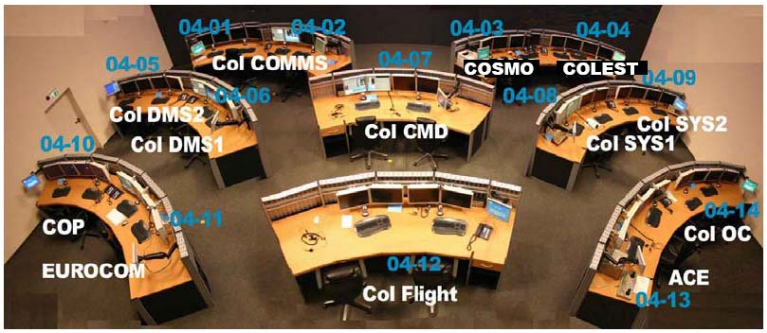




Grond infrastructuur (Centra)

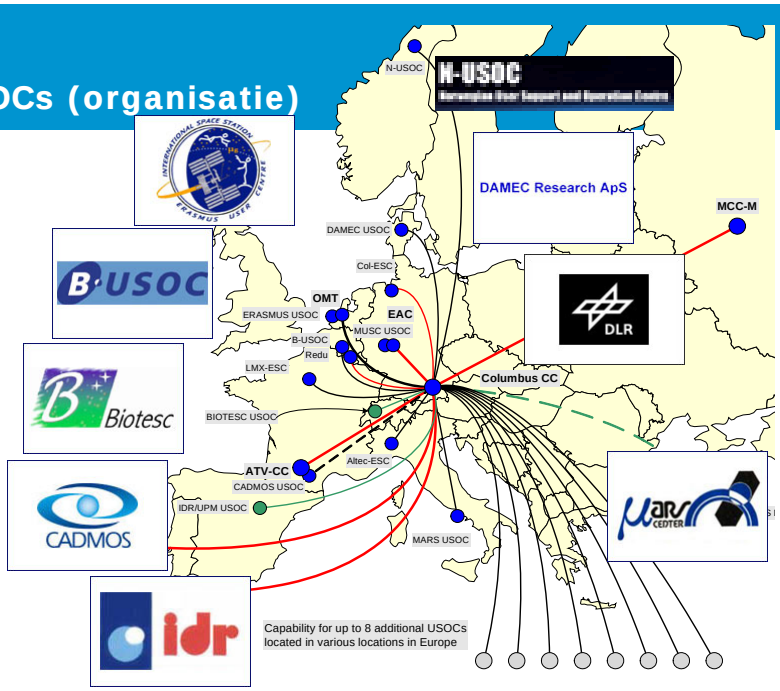


ISS Grondondersteuning (Col-CC)

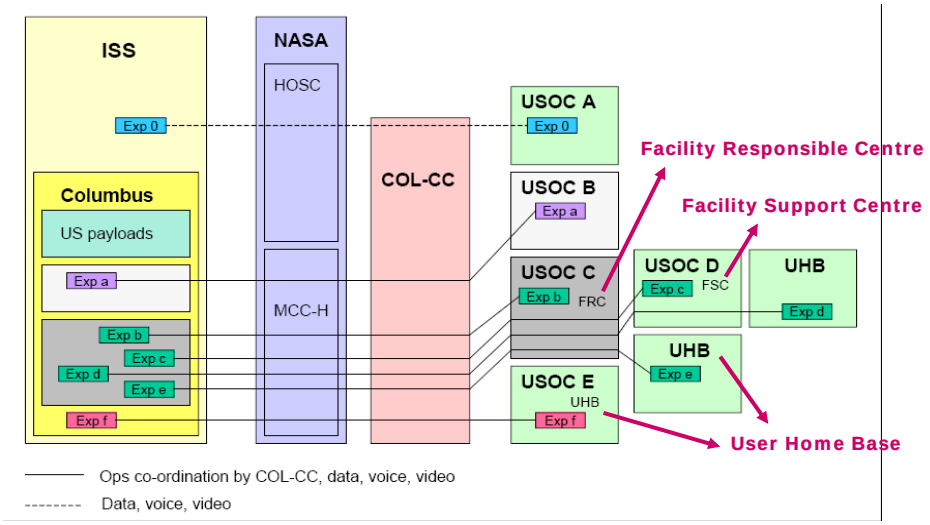


- **COL-CC (10 belangrijkste posities):**
  - Col Flight: Vluchtleiding
  - EUROCOM: Crew interface
  - COP: Planning
  - DMS: Data Management
  - COMMS: Communicatie
  - CMD: Commanding
  - COSMO: Opslag & Onderhoud
  - COLEST: Engineering Support
  - COL-SYS: System Engineer
  - COL-OC: Operaties

USOCs (organisatie)



ISS USOCs (Experiment & Payload Operaties)



ISS Grondondersteuning (organisatie)

- **Organisatie (off-console / on-console):**
  - Missie (Increment) Management (alle partners)
  - Operatie Management Team (OMT)
  - Science Team
  - Public Relations, Ondersteuning
- **EAC:**
  - Staf (medisch, veiligheid)
- **Bemensing (Col-CC, EAC, OMT, ESC, USOC):**
  - Doorlopend (24/7): 6-8 posities: 6 pers/positie
  - Tijdelijk (16/7, 16/5): 10-15 posities: 4-6 pers/positie
  - Normaal (8/7, 8/5): 15-20 posities: 2 pers/positie
- **Hulpmiddelen:**
  - Systeem displays
  - Voice key set
  - Timeline + procedures
  - Kennis en ervaring
  - Webhulpmiddelen (flight notes, logs, ...)

ISS Columbus USOCs (science)

- **De Erasmus USOC is een van de negen Europese USOCs.**
- **De geografische distributie voor ondersteuning van Micro-graviteit onderzoek is als volgt:**
  - Biologie: MUSC (D) + BIOTESC (Zw)
  - Fysiologie: CADMOS (Fr) + DAMEC (DK)
  - Vloeistof Fysica: MARS (I) + E-USOC (Sp)
  - Materialen : MUSC (D) + CADMOS (Fr)
  - Plantenonderzoek: N-USOC (No)
  - Multi (Protein-Crystallisatie): B-USOC (B)
  - Multi-disciplinair: Erasmus USOC (NL/B)



ISS Columbus; Gebruikersondersteuning

Erasmus USOC taken:

- Strategische en tactische planning
- Payload integratie (EDR, EuTEF)
- Voorbereiding van payload operaties
- Training van operaties
- Planning van payload operaties
- Uitvoeren van payload operaties
- Evaluatie van operaties
- Bewaken van payload logistiek en onderhoud
- Configuratie beheer

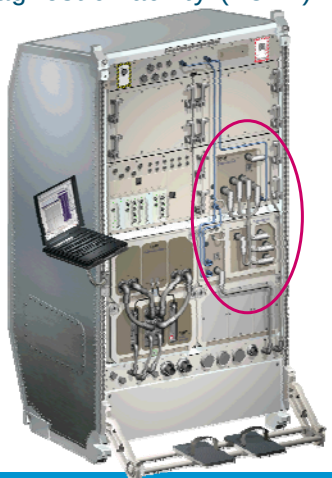
ISS Columbus; Erasmus USOC

- **Erasmus USOC, opgebouwd en geopereerd door:**
  - ESA/ESTEC
  - Belgie/SAS
  - NL/NLR
- *Opm: Reeds gebruikt bij de DELTA missie met Andre Kuipers.*



ISS Columbus (European Drawer Rack, EDR)

- **Experimenten:**
  - EDR: Protein Crystallization Diagnostic Facility (PCDF)

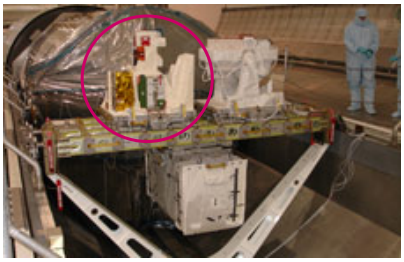


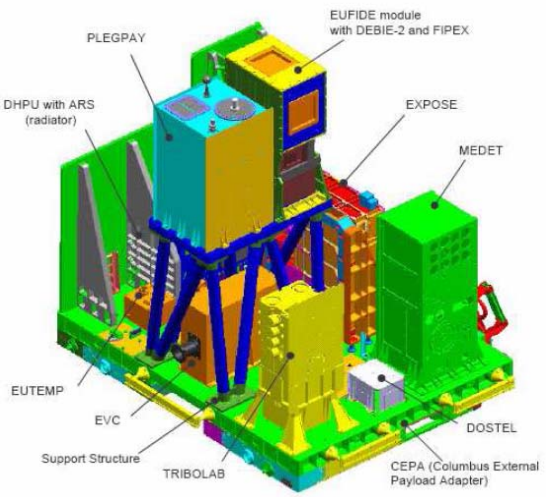


ISS Columbus (EuTEF)

Experimenten:

- EuTEF: 9 experimenten
- Data doorgegeven aan PIs
- via User Home Bases





Erasmus USOC; Grondfaciliteiten



Clean room

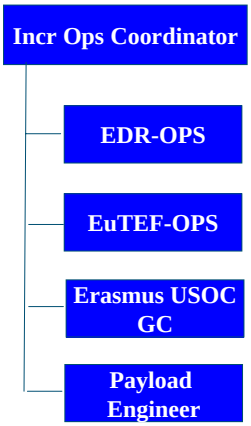
EDR-EM



Erasmus USOC: European Drawer Rack, EDR



Erasmus USOC Operators



- **Taken/verantwoordelijkheden:**
  - Increment Operations Coordinator (2/7):
    - Management & coordinatie
  - EDR/EuTEF OPS (24/7) (later 8/5):
    - Payload Command, Control & Planning
    - On-line interactie met CoI-CC
  - Erasmus USOC GC (8/7 – 8/5):
    - USOC Ground Support Facilities/IGS/etc
  - EDR/EuTEF PL Engineer (2/7):
    - Off-line payload specialist
    - Beheer Engineering Model
- **Totaal/bemensing:**
  - ~ 10 personen

Erasmus USOC; Operations room

Operaties





Test / training

NLR - Dedicated to innovation in aerospace 23

ISS Columbus; Operations team





NLR - Dedicated to innovation in aerospace 24

ISS Columbus; Hulpmiddelen

- **Hulpmiddelen:**
  - Voice keyset
  - Timeline + procedures
  - Systeem displays
  - Kennis en ervaring
  - Webhulpmiddelen (flight notes, logs,



Creator smith Creation Date 19 Jul 05 Modifier corsten Modif. Date 26 Jul 07

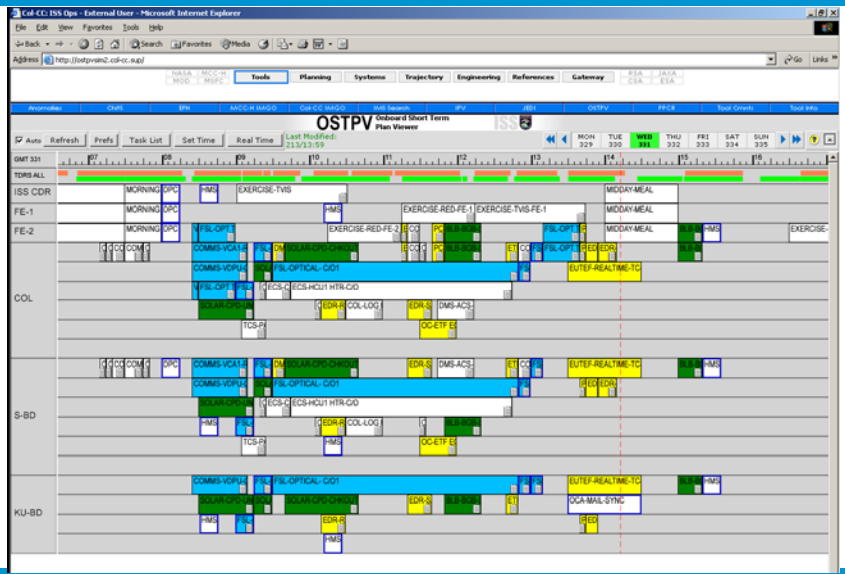
Role ERASMUS-OPS Status Current Version 2.2

Page 1 **Incr. 11 R/T Support** Keyset Type **7 x 8**

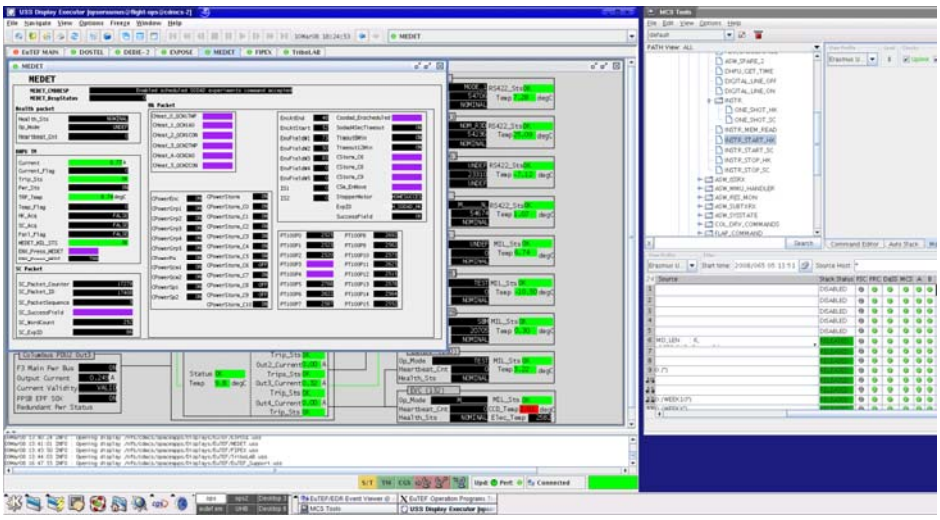
M 1 S/G 1	M 1 S/G 2			M POD 1		M ISS FD 1
M RS ISS VHF-1	M RS ISS VHF-2	TLM2 COL COSMO	TLM2 LIS COORD 1			TLM2 EUROCOM
M 1 A/G 1	M 1 A/G 2		TLM2 CECOF		TLM2 COL OPS PLNR	
TLM2 ERASMUS OPS	M TRANS RUS/ENG					TLM2 COL COORD 1
TLM2 ERASMUS SCIENCE		TLM2 ESA SCI 1	TLM2 ESA SCI 2	TLM2 ESA SAFETY		
TLM2 ERASMUS CONF	TLM2 CADMOS OPS	TLM2 MUSC OPS		TLM2 B-USOC OPS	TLM2 ESA PLAN	
TLM2 ERASMUS GC						
ANSW ANSWER	TLM2 IGS COORD	TLM2 IGS PROBLEM COORD	TLM2 IGS PLAN COORD	TLM2 ESA COORD		M NASA TV LOCAL

Col SAS Incr 11 Sim Incr 12 Incr 13 Current Pages: 1 3 5 7
Incr 11 R/T Incr 11 Training Incr 12 Sim Multimission 2 4 6 8

ISS Columbus; Timeline / planning

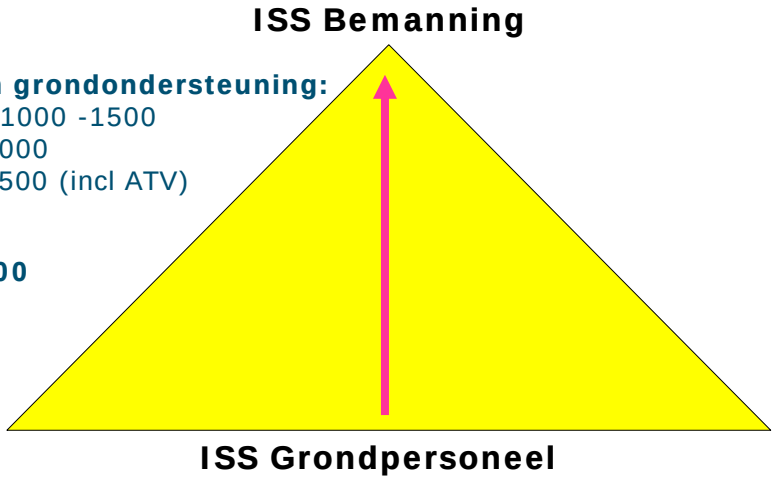


ISS Columbus; Display + User Home Base



Omvang personeel grondondersteuning

- **Omvang van grondondersteuning:**
  - NASA/CSA: 1000 -1500
  - RS: 500 – 1000
  - ESA: 300 – 500 (incl ATV)
  - JAXA: ?
- **Totaal: ~3000**



Increment 16

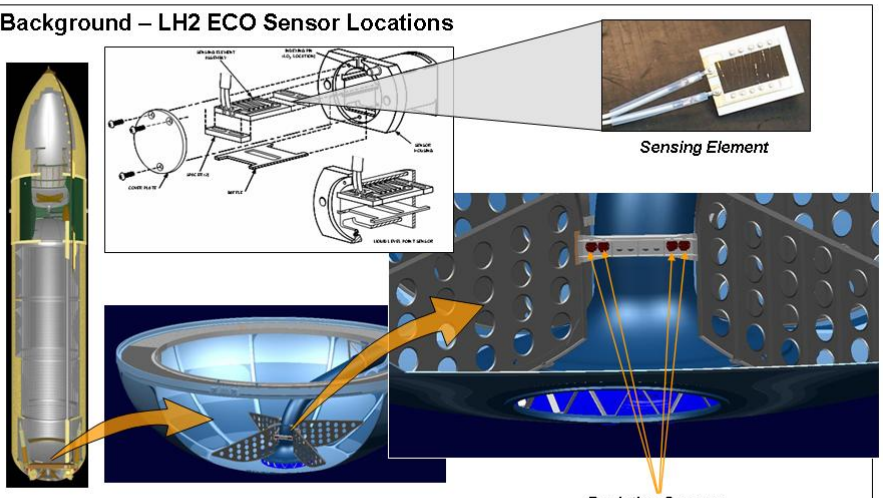


6th December, such a lovely morning for a launch

SPACE SHUTTLE PROGRAM
Shuttle Propulsion
NASA Marshall Space Flight Center, Huntsville, Al

ECO Sensors

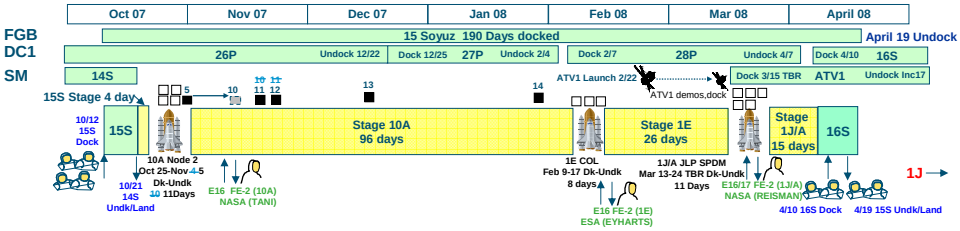
- Background – LH2 ECO Sensor Locations



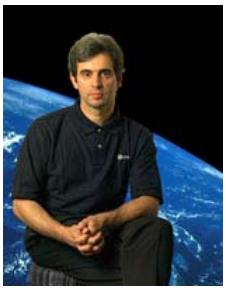
All LO2 & LH2 and ECO sensors are similar design
- *LO2 has oxygen compatible cabling*

ECO sensors installed on shock mount at bottom of LH2 tank

ISS Increment 16 (Overzicht)



- Lancering STS122 (1E, Columbus uitgesteld van December naar Februari)
- Lancering STS123 (1J/A naar Maart)
- ATV lancering in maart, koppeling/docking in April 2008



ISS Increment 16

- **7 Februari 2008: Lancering Columbus (STS-122/1E)**





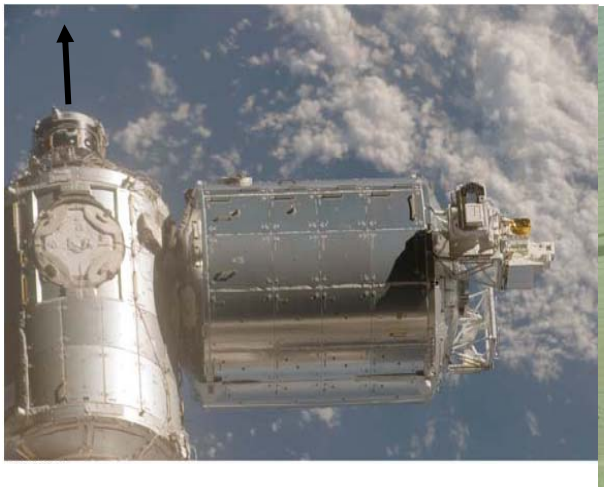


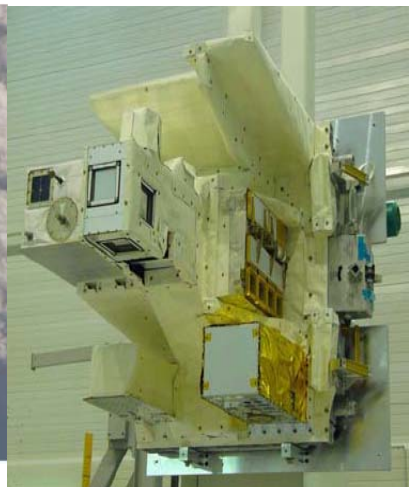
ISS Increment 16/1E

- **Erasmus taken:**
- **Vlucht dag 9: EDR-PCDF operaties:**
  - EDR activeren en uitchecken
  - PCDF activeren en uitchecken
- **Vanaf Vlucht dag 9-10: EuTEF operaties:**
  - Uitchecken van DHPU
  - Activeren van instrumenten
  - starten van science



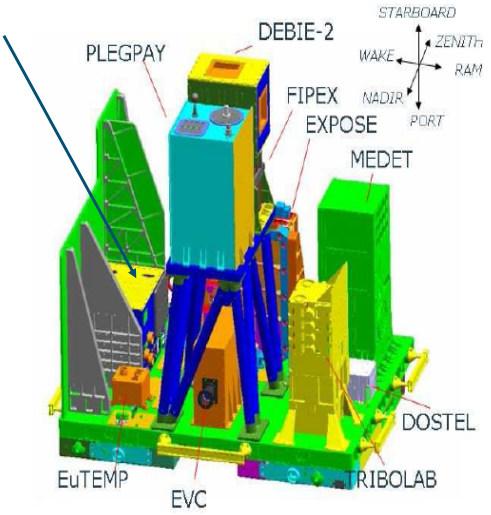
EuTEF operations





EuTEF operations / Algemeen

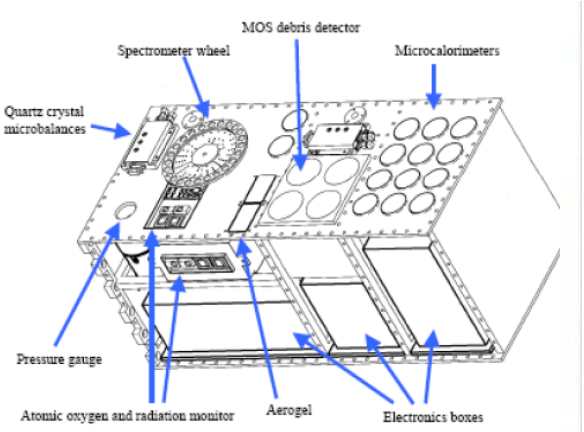
- **DHPU is centrale Data Handling & Power Unit**
  - Data communicatie
  - Power/energie
  - Regeling temperatuur
- **Ogenschijnlijk negen onafhankelijke Experimenten maar complementair**
- **Ontwerp uitdagingen:**
  - Type exposure
  - Temperatuur regeling (-50 tot 120 grC)



EuTEF Instrumenten



- **MEDET (Material Exposure & Degradation Experiment)**
  - Atomair zuurstof (O^2)
  - Meteorieten
  - Thermische belasting
  - Oppervlakte Optische
  - Thermo-optisch
  - Effect van outgassing
  - Micro particles
  - Debris/afval
- **Onera / CNES (Frankrijk)**
- **Operaties:**
  - Verschillende modes
  - Interactief



EuTEF Instrumenten



- **DOSTEL (DOSimetry Telescopes Radiation Measurement)**
  - Meten van geladen deeltjes
- **Univ-Kiel/DLR (Duitsland)**
- **Operaties: continu**



EuTEF Instrumenten



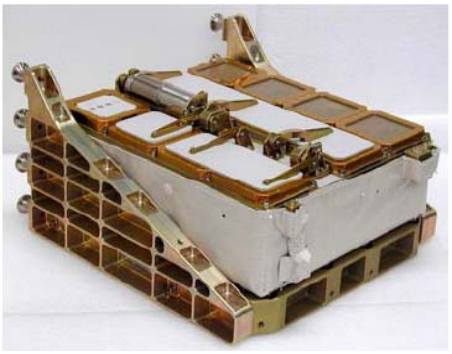
- **TRIBOLAB (Tribology Properties of Materials)**
  - Vaste/vloeibare systemen
  - Effect van micro-g, lancering, vacuum, straling, ISS omgeving
  - Thermische aangebrachte coatings
  - “Pin On Disk” experiment. “Ball Bearing” experiment
- **INTA (Spanje)**
- **Operaties:**
  - interactief met speciale commando’s.
  - Gevoelig voor ISS operaties/docking



EuTEF Instrumenten



- **EXPOSE (EXPOSE-E)**
  - Onderzoek naar invloed van ruimte-omgeving op levend materiaal
  - 5 exp'ts (LIFE, ADAPT, PROCESS, PROTECT, SEEDS)
  - Bevat diverse samples met levend materiaal
  - Regelbare deksels
- **Instituten uit Duitsland, Frankrijk, Italie**
- **Operaties:**
  - Gedecentraliseerd via MUSC (Duitsland)



EuTEF Instrumenten



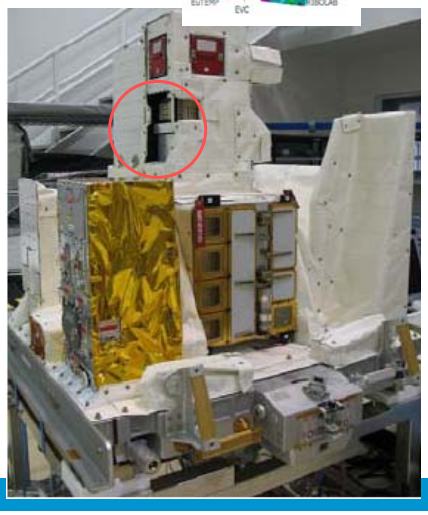
- **DEBIE2 (DEBrie In orbital Evaluator-2)**
  - Detector voor meting van micro-meteoriten en afval/debris)
  - Plasma en piezo-electrische detectie
  - Meten van impact en druk/energie
- **Onderzoek van ESA**
- **Operaties:**
  - Continue metingen
  - Verschillende sensor config
  - Probleem met communicatie



EuTEF Instrumenten



- **FIPEX (Flux (Phi)-Probe-Experiment)**
  - Atomic Oxygen (Zuurstof) Detector
  - Atomic Oxygen tot op 500 km
  - Agressieve vormen (O2, O, O+)
- **TU Dresden (Duitsland)**
- **Operaties:**
  - Via speciale serie commando's



EuTEF Instrumenten

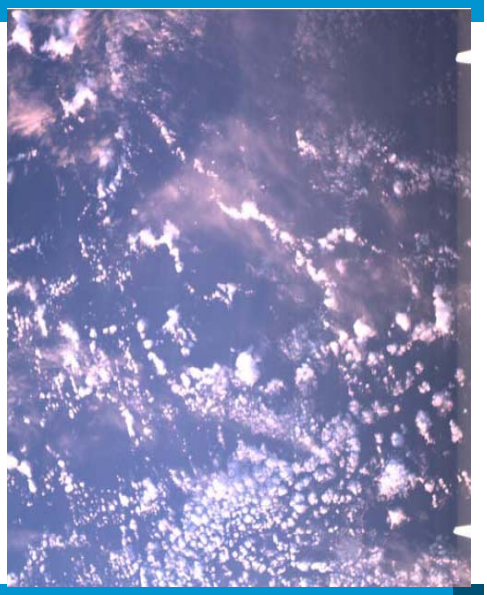


- **Plegpay (Plasma Electronic Gun PAYload for Plasma Discharge)**
  - Meten van electrostatisch (ont)laden van gassen in LEO bij grote ruimtestructuren (oorzaak problemen met electronische componenten)
  - Referentie exp't met Xenon gas
- **Thales Alenia Space / Italie**
- **Operaties:**
  - Duurproeven
  - Alle (un)docking operaties
  - Complexe operaties
  - Hoge PR waarde

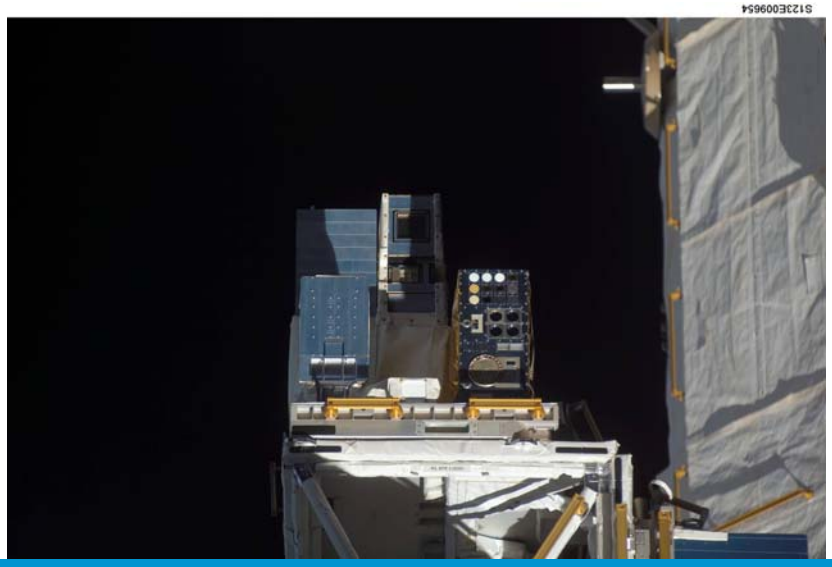


EuTEF Instrumenten

- **EUTEMP (EuTEF Temperatuur meting)**
  - Meten van temperatuur gedurende installatie van EuTEF (tot aanzetten van verwarmers)
  - EFACEC/Portugal
- **EVC (Earth Viewing Camera)**
  - “COTS based” Commerciële apparatuur om elke 20 sec plaatjes te maken van aarde voor PR doeleinden
  - ESA/ESTEC/CGS-Italie



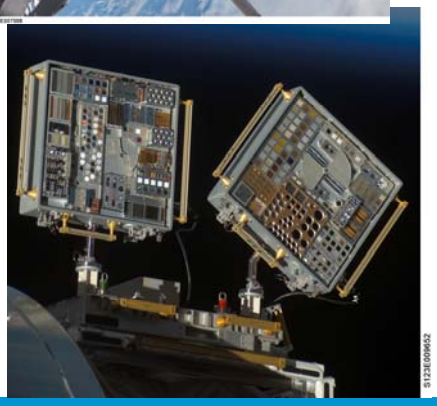
EuTEF operaties tot eind 2009



ISS Increment 16

- **Maart 2008: Lancering STS-123 (1J/A)**
  - SSRMS robot arm/Dextre
  - Externe faciliteit aan Columbus: MISSE
  - Japanse faciliteit







ISS Increment 16 / Inslag ruimte afval

July 21, 2008

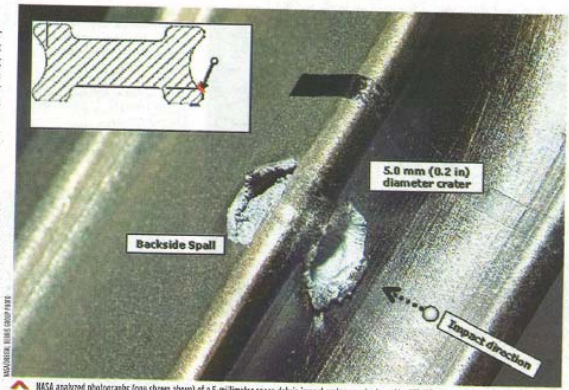
More Orbital Debris Added as Russian Satellite Explodes

BECKY IANNOTTA, WASHINGTON

A disintegrating former Russian military satellite sent 500 pieces into space during three explosions between March and June, shortly after shuttle astronauts observed space debris damage to a handrail and tool that are used during spacewalks outside the international space station.

While there is no way to track where the debris that impacted the space station originated, NASA officials were closely watching pieces falling off the Russian Electronic Ocean Reconnaissance Satellite (Eorsat) to make sure it did not pose a risk to the station, said Gene Stansbery, manager of NASA's Orbital Debris Program Office at Johnson Space Center in Texas.

"The concern is [that the Eorsat] is in an orbit not too far above space station," Stansbery said. "The satellite is in that orbit during its lifetime and when it's finished it starts drifting down and alternately starts de-



NASA analyzed photographs (one shown above) of a 5-millimeter space debris impact crater on a tool used by STS-123 crew members to assemble the Canadian manipulator Dextre in March at the international space station.

discovered the crater, prompting NASA to declare that location an area to be avoided by spacewalkers, said NASA spokesman Mike Curie.

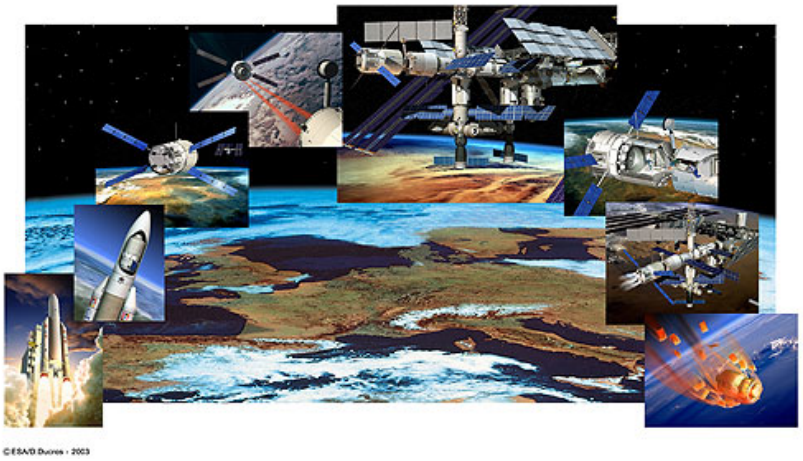
The crater was one suspected of causing small tears on gloves during earlier spacewalks. Astronauts on subsequent missions swiped a swatch of the glove material across the damaged handrail to test for similar tears, but further analysis ruled out the crater as the cause, Curie said, adding that astronauts later installed foam over the area as a precaution.

In addition to the hand rail damage, a second crater was located on STS-123 in March on a tool used for assembly of the Canadian manipulator Dextre. NASA analyzed photographs of the tool and determined the impact was caused by debris about 5 millimeters in diameter.

To address the growing concern about the hazards of space debris, NASA has developed internal guidelines and worked with the international space

ISS Increment 16

- Maart-April 2008: Lancering en koppeling ATV



ISS Increment 17 start

- 10 April 2008: 16 S (Soyuz) (+ achterblijver van STS123)



NASA astronauts: Greg Chamitoff (left), Garrett Reisman, both Expedition 17 flight engineers; Russian Federal Space Agency cosmonauts Sergei Volkov, commander; and Oleg Kononenko, flight engineer, take a break from training at NASA's Johnson Space Center to pose for a portrait.

ISS Increment 17

- **Mei 2008 Lancering STS 124 met Hope**

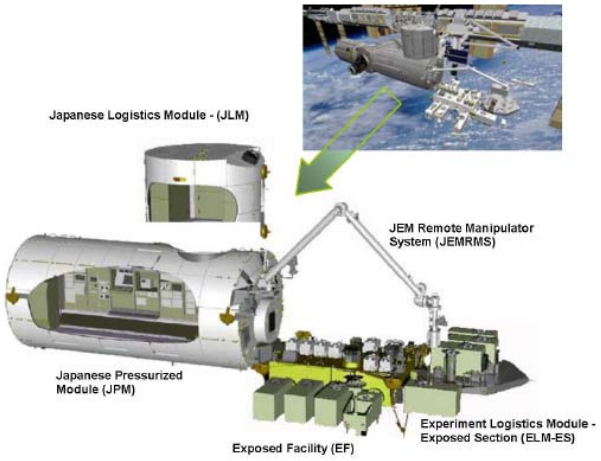
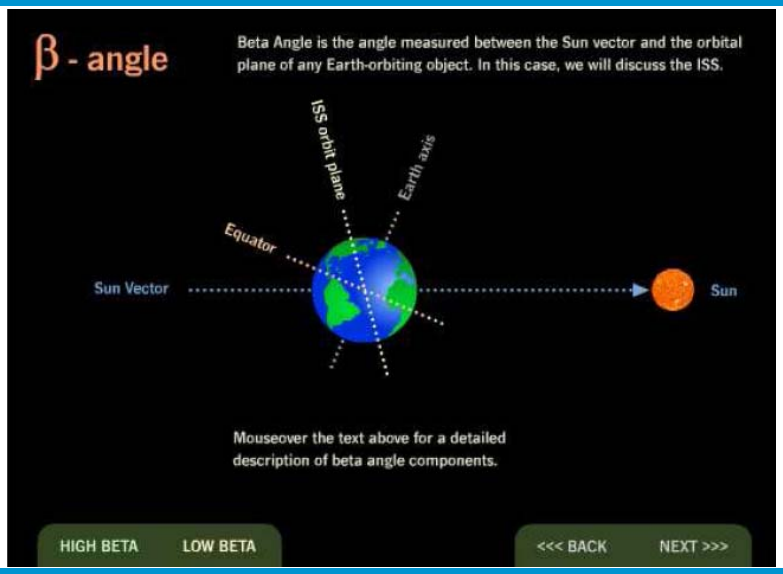
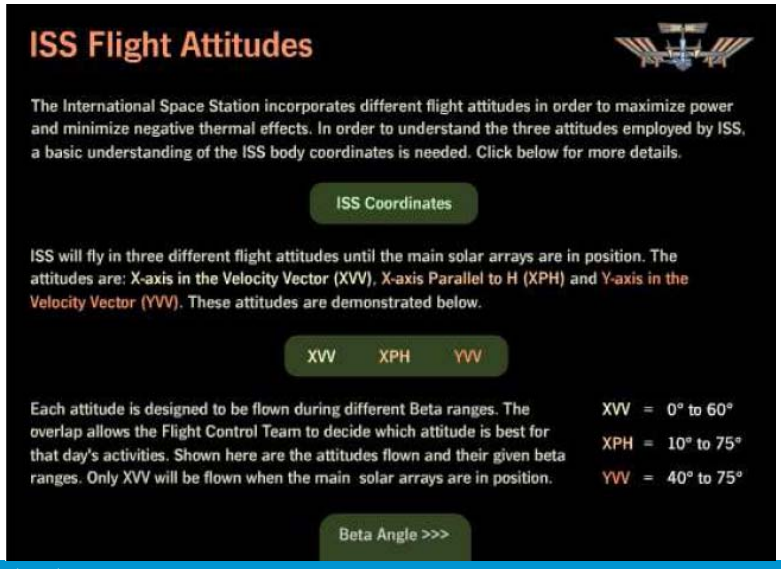


Illustration of the Kibo final configuration

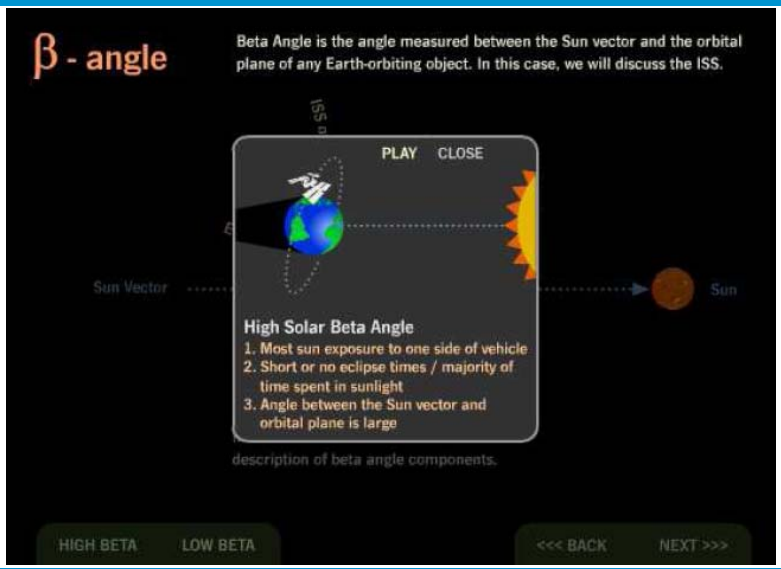
ISS Beta Angle
(Hoge beta hoek is gevaarlijk voor EuTEF)



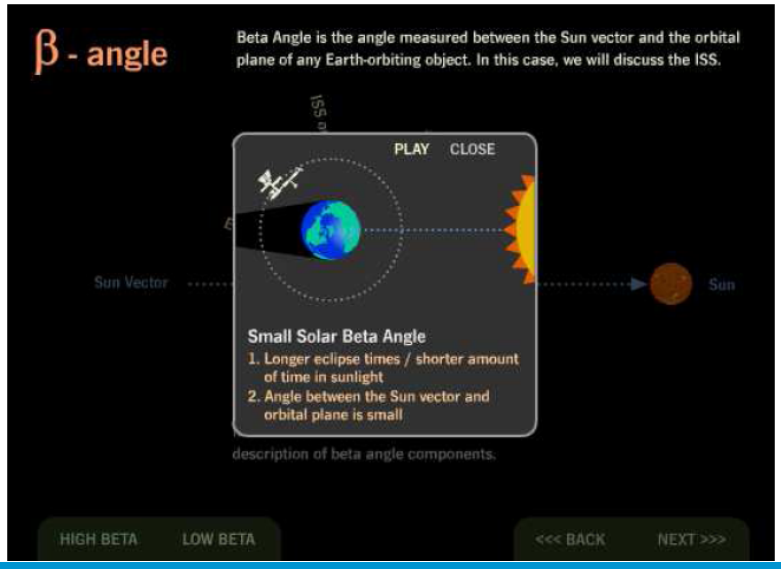
ISS Beta Angle
(Hoge beta hoek is gevaarlijk voor EuTEF)



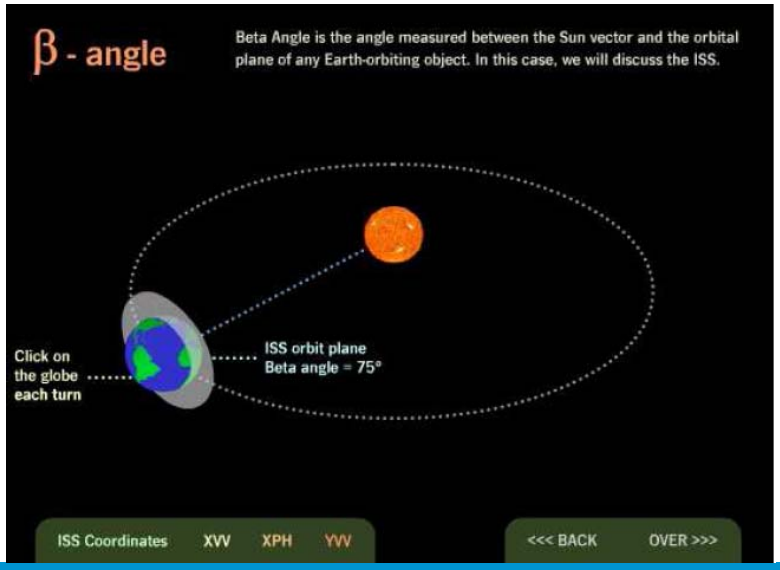
ISS Beta Angle
(Hoge beta hoek is gevaarlijk voor EuTEF)



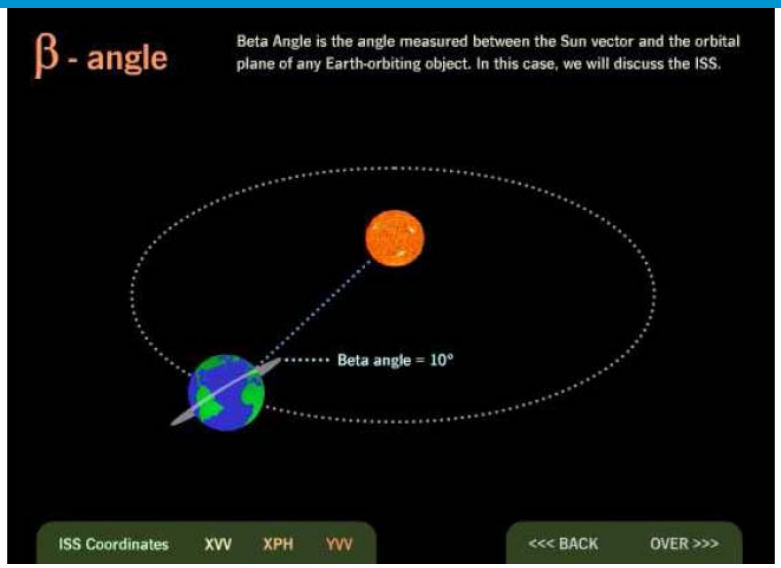
ISS Beta Angle
(Hoge beta hoek is gevaarlijk voor EuTEF)



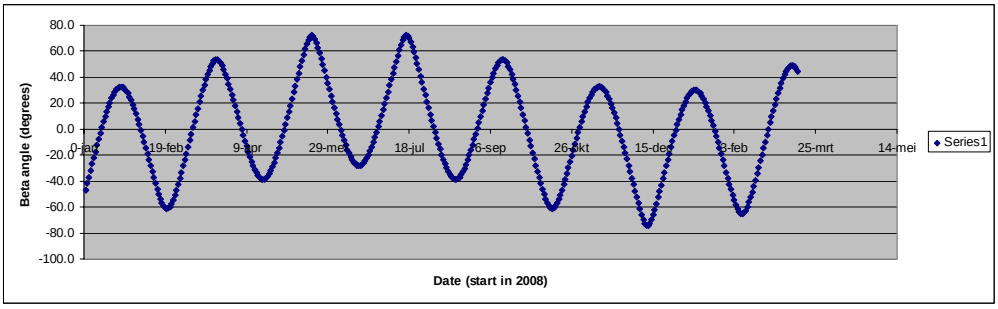
ISS Beta Angle
(Hoge beta hoek is gevaarlijk voor EuTEF)



ISS Beta Angle
(Hoge beta hoek is gevaarlijk voor EuTEF)



ISS Beta Angle
(Hoge beta hoek is gevaarlijk voor EuTEF)



ISS Increment 17, .. toekomst

- Geen nieuwe vluchten meer in Incr 17 (einde 23 Oktober 2008). ATV 'landing' in september 2008. Volgende Shuttle vlucht naar Hubble telescoop.
- November 2008: Shuttle STS126/ULF2.
- In februari 2009 PCDF samples met STS-119 (15A); Terugkeer van PCDF met eiwit samples in Mei 2009.
- EuTEF operationeel tot midden (Juli) 2009; Terugkeer via STS128/17A
- Lancering FASTER voor EDR (met Progress 37) eind/december 2009 (6 weken)
- Lancering Urey Miller (Erasmus is ESC) experiment in 2010

Dedicated to innovation in aerospace



www.nlr.nl - info@nlr.nl