



Human Spaceflight  
SPACE FOR LIFE

Celsius Missionens  
informations dokument



## Europeiskt experimentprogram och ytterligare aktiviteter

### Översikt av ESA:s experimentprogram

Experimenten som utförs av den europeiska rymdorganisationen (ESA) på den internationella rymdstationen är en del av det europeiska programmet för naturvetenskap och fysik (ELIPS). Detta program finansieras av 13 av ESA:s 17 medlemsstater: Österrike, Belgien, Danmark, Frankrike, Tyskland, Grekland, Irland, Italien, Nederländerna, Norge, Spanien, Sverige och Schweiz, samt dessutom Kanada som har ett samarbetsavtal med ESA.

ELIPS omfattar ett stort urval av vetenskapliga discipliner, vilket inbegriper fysik, kemi, biologi, fysiologi, psykologi och besläktade forskningsområden.

Det som gör programmet unikt är att dess inriktning är baserat på input från det vetenskapliga och industriella användarforumet i Europa i en process som leds av den europeiska vetenskapsstiftelsen (ESF).

ELIPS vetenskapliga och industriella användarforum är av högsta internationella kvalitet och har fördubblats under de senaste fem åren. ELIPS utnyttjar alla möjliga forskningsplattformar, såsom markbaserade faciliteter, falltorn, flygplan i kastparabel, sondraketer, obemannade kapslar och den internationella rymdstationen (ISS). De



Uppsändningen av sondraketen Texas 42 den 1 december 2005 från Esrange-uppsändningsplatsen nära Kiruna i norra Sverige (Bild: SSC)

främsta kännetecknen för dessa faciliteter är deras mycket specifika driftsmiljöer och fysikaliska miljöer, särskilt tyngdlöshet. Tyngdlöshet utgör en unik miljö för vetenskaplig forskning och ger en ovanlig möjlighet att svara på frågor som skulle vara omöjliga att besvara på jorden. Många fler processer inom fysik, kemi, biologi och fysiologi som är relevanta för biologiska, fysikaliska eller industriella processer på jorden påverkas av gravitation än vad som förväntades under rymdflygningens tidiga dagar. Forskning i tyngdlöshet är unik och leder till avancerade upptäckter eller förändringar av allmänt accepterade vetenskapliga teorier. Till och med nobelprisvinnande hypoteser, såsom ögonrörelse-reflexer, har delvis visat sig vara felaktiga tack vare experiment som utförts av astronauter under rymdflygningsuppdrag.

I termer av forskningsämnen för experiment på ISS, vilka adresseras av ELIPS, är programmet organiserat kring så kallade forskningshörnstenar.

ELIPS-hörnstenarna inom naturvetenskap inkluderar biologisk forskning med fokus på effekterna av gravitation på fundamentala processer i växt- och djurceller. Från denna forskning utvecklas en bättre förståelse om hur celler anpassar sig till sin omgivning, vilket i sin tur kan utnyttjas inom medicinska och bioteknologiska tillämpningar, såsom studier av immunsystemet, födoproduktion, etc.

Studier av mänsklig fysiologi siktar på forskning av, ofta åldersrelaterade, hälsoproblem såsom benskörhet, hjärt-kärlsjukdomar och luftvägssjukdomar samt balansstörningar, vilka induceras eller påskyndas i tyngdlöshet. Resultaten består inte endast av ny diagnostik och nya behandlingar som kan användas inom medicinsk utövning på jorden, utan är också helt klart mycket relevanta för förberedelserna för långvariga bemannade uppdrag i rymden med avseende på effektiva åtgärder för att bibehålla astronauternas fysiska kondition.

Inom ELIPS-programmet för grundläggande fysik undersöks nya tillstånd hos materia såsom komplex plasma och fasta/flytande dammpartiklar, kalla atomer och Bose-Einstein-kondensat. Noggranna studier av dessa system kräver tyngdlöshet eftersom de på jorden i alltför hög grad påverkas av gravitationseffekter. Dessa



Human Spaceflight  
SPACE FOR LIFE

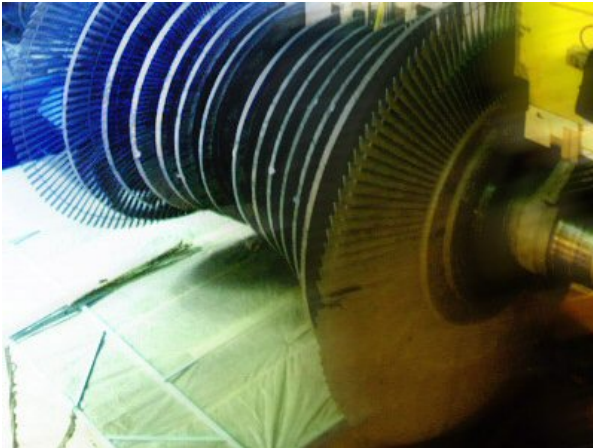
Celsius Missionens  
informations dokument



## Europeiskt experimentprogram och ytterligare aktiviteter

studier är grundläggande och kommer att leda till nya teorier för fysikaliska processer, även om praktiska exempel såsom mycket stabila atomklockor som kan användas i framtida navigeringssystem också kan bli verkliga.

Inom materialvetenskap används rymdmiljön för att mäta termofysikaliska egenskaper hos metaller och legeringar med en noggrannhet som saknar tidigare motstycke. Dessa egenskaper används inom industrin i ett flertal modeller för optimering av produktionsprocesser och även för utveckling av nya material med avancerade egenskaper. Med finansiering av europeiska unionen utförs ett stort 5-årigt forskningsprojekt inom ELIPS-programmet med syfte att utveckla mer effektiva flygplansmotorer och vätebränsleceller.



Forskning inom ELIPS-programmet skulle kunna bidra till betydande utveckling för turbinbladsproduktion för användning inom till exempel flygindustrin. (Bild: AP Photo/Mark Duncan)

Även inom vätskefysiken bidrar den tyngdlösa miljön på ISS till genomförandet av studier av fysikaliska egenskaper hos vätskor och gränssnitt på ett ostört sätt. Utöver den teoretiska betydelsen kan detta användas till att till exempel optimera processer inom kemisk industri eller att optimera förbränningsprocesser i kraftanläggningar eller bilmotorer. Den nära kopplingen mellan material- och vätskeforskning leder till avsevärda vinster för fysikalisk förståelse och processframsteg.

Slutligen görs studier också inom området exobiologi som rör den mycket grundläggande frågan om ursprunget, utvecklingen och utbredningen av liv i solsystemet och bortom detta. Fokus ligger i synnerhet på att definiera om, var och hur spår av fossil eller till och med existerande liv skulle kunna återfinnas under planerade robotiserade eller bemannade uppdrag till Mars.

Uppsättningen av europabyggda utrustningar och instrument som finns tillgängliga på den internationella rymdstationen är också mycket viktiga föregångare för multianvändarutrustningen i det europeiska Columbus-laboratoriet. Vissa av dessa används redan idag, andra kommer att förberedas för användning i en nära framtid. Detta inkluderar ESA:s så kallade "Early Utilisation Facilities" för det amerikanska Destiny-laboratoriet, såsom EMCS (European Modular Cultivation System), MELFI (Minus Eighty Degrees Laboratory Freezer för ISS), PEMS (Percutaneous Electrical Muscle Stimulator), PFS (Pulmonary Function System) och MSG (Microgravity Science Glovebox).



Befälhavaren för expedition 14, Michael Lopez-Alegria, arbetar med MELFI i ISS Destiny-laboratoriet den 3 oktober 2006 (Bild: NASA)

Dessa utrustningar är mycket väsentliga för utförandet av ESA:s ISS-användningsprogram. Vissa av dem kommer till och med att överföras från Destiny- till Columbus-laboratoriet när det väl skickats upp i omloppsbanan.



Pedro Duque under experimentoperationer i MSG under Cervantes-uppdraget. 20 oktober 2003. (Bild: NASA)

## Europeiskt experimentprogram och ytterligare aktiviteter

Största delen av Christer Fuglesangs tid på stationen kommer att upptas av påbyggnadsuppgifter för ISS. Han kommer emellertid att genomföra ett antal experiment och ytterligare aktiviteter under Celsius-uppdraget. Ett experiment (Kromosom-2), en aktivitet i form av övervakning av strålningsdosimetri (EuCPD) och två utbildningsaktiviteter (filmad ALTEA-lektion, Frisbee-tvävling) stöds av ESA. Ytterligare ett experiment: ALTEA är sponsrat av ASI, den Italienska Rymdstyrelsen.

### ALTEA (mänsklig fysiologi/strålningsdosimetri)



ALTEA flyghårdvara. (Bild: NASA)

ALTEA-projektet undersöker effekterna av kosmisk strålning på hjärnfunktion. Programmets fokus kommer att ligga på onormala synförnimmelser (som ofta rapporteras som "ljusblixtar" av astronauter) och den påverkan partikelstrålning har på näthinnan och synstrukturer i hjärnan under tillstånd av tyngdlöshet. ALTEA kommer också att tillhandahålla mer information om strålningsmiljön i ISS.

ALTEA-utrustningen är en hjälmformad anordning som täcker större delen av astronautens huvud. Den består av sex partikeldetektorer och kommer att tillåta 3-D-rekonstruktion av kosmisk strålning som passerar genom hjärnan, då den mäter partikelbana, energi och partikeltyp. Samtidigt kommer en 32-kanals EEG att mäta astronautens hjärnaktivitet och en synstimulator och en tryckknapp kommer att användas för att fastställa visuell prestanda och förekomsten av ljusblixtar. När den inte används av en astronaut kommer ALTEA-anordningen att användas för att samla in

kontinuerliga mätningar av kosmisk strålning i det amerikanska Destiny-laboratoriet på ISS.

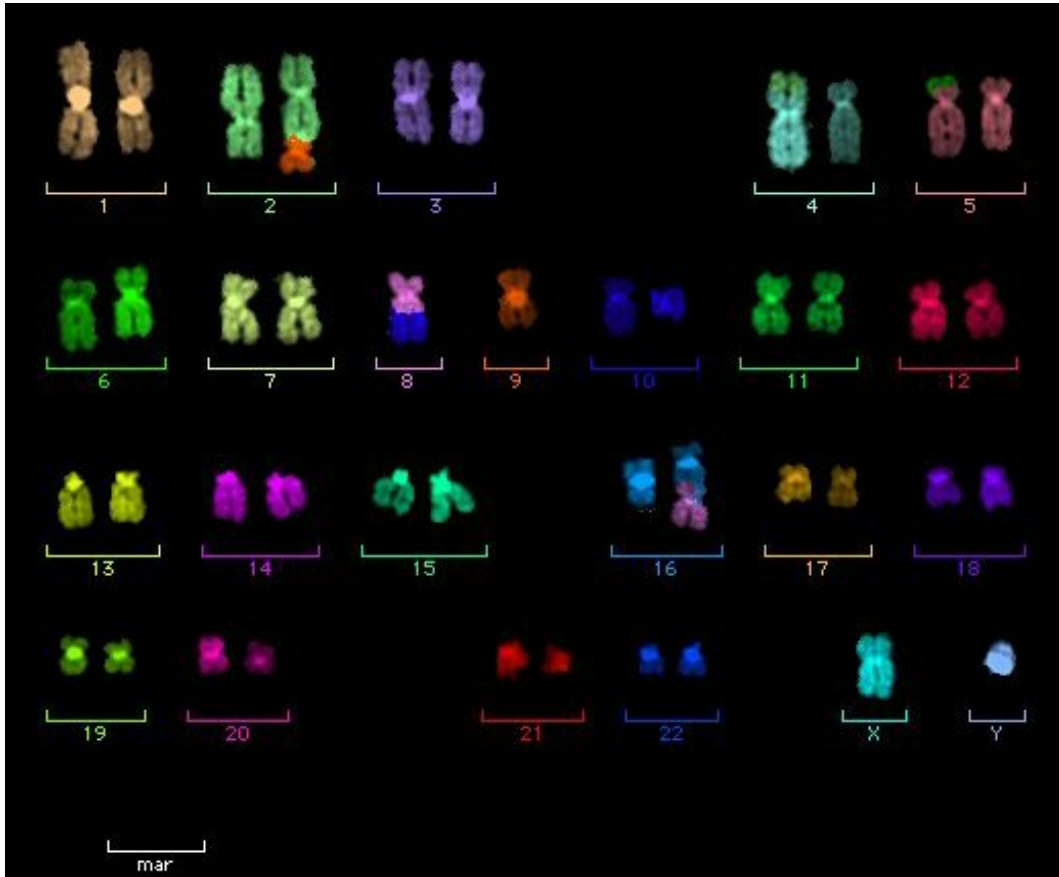
ALTEA-experimentet tar vid efter föregångar-experimentet Alteino som ägde rum under de europeiska Marco Polo- och Eneide-uppdragen (2002 och 2005), som nu fortsätter med det europeiska ALTCRISS-projektet.

ALTEA-experimentet är särskilt viktigt med tanke på den ökande tiden för mänskliga operationer ombord på den internationella rymdstationen (ISS) och med perspektivet om långvariga resor till Mars. Resultaten kan också innebära fördelar på jorden inom neurovetenskap för, till exempel, användning av jonterapi för behandling av hjärntumörer.

#### Vetenskapsteam:

L. Narici (IT), P. Picozza (IT), W.G. Sannita (IT)

## Kromosom-2 (mänsklig fysiologi)



Multifluorescens-kromosomkarta av en cell som exponerats för kosmisk strålning (Bild: M. Durante)

Under rymdflygningar exponeras besättningsmedlemmarna för olika typer av joniserande strålning. För att beräkna påverkan av denna strålning på en genetisk nivå, kommer en analys att göras över abnormiteter i kromosomantal och strukturen hos lymfocyter (vita blodkroppar) hos ISS besättningsmedlemmar.

Venösa blodprover kommer att tas några få dagar före starten och direkt efter återkomsten från långvariga och kortvariga uppdrag. Från dessa blodprover kommer odlingar av helblod att göras med en substans (fyttohemagglutinin) som stimulerar lymfocyterna att inträda i cellcykeln, dvs. att gå igenom celledelningsprocessen.

48 timmar efter starten på inkubationsperioden kommer proverna att beredas för analys. Detta består av att tillsätta två substanser till proverna. En (calyculin A) kommer att orsaka att DNA-strängarna tätpackas i kromosomerna, en process som sker i cellerna vid cellcykelns början. Den andra (kolkicin) kommer att i celler i senare faser av cellcykeln förhindra att kromosomerna delar sig i två.

Beredningarna kommer därefter att analyseras genom en av två metoder för bestämning av hela spektrumet av abnormiteter i kromosomerna. Det kommer antingen att göras genom FISH-metoden (fluorescence in vitro hybridization) eller genom klassisk Giemsa-färgning.

En liten del av blodproverna kommer att röntgenbestrålats. Frekvensen av abnormiteter som induceras genom denna bestrålning kommer att ge information om enskilda besättningsmedlemmars strålningskänslighet och troliga förändringar i känslighet orsakad av rymdflygning.

Kromosom-2-experimentet planeras att utföras med användning av åtta försökspersoner: fyra personer från kortvariga flygningar och fyra expeditorsbesättningsmedlemmar.

### Vetenskapsteam:

C. Johannes (DE), M. Horstmann (DE)

## Strålningsdosimetri med hjälp av EuCPD (European Crew Personal Dosimeters)



ESA-astronaut Thomas Reiter bär på en EuCPD under provbearbetning på ISS. (Bild: NASA)

ESA-astronaut Christer Fuglesang från Sverige kommer att vara utrustad med passiva personliga strålningsdosimetrar för mätning av strålningsexponeringen under sin flygning. ESA-astronaut Thomas Reiter har använt liknande dosimetrar sedan han ankom till ISS i juli 2006.

De personliga dosimetrarna måste bäras vid vänstersidan i midjan samt runt den vänstra ankeln för astronauter inuti stationen och vid samma ställen över kläderna med flytande kylning inuti rymddräkterna för astronauter som genomför rymdpromenader.

Varje dosimeter är endast 8 mm tjock och består av en packe av fem olika passiva strålningssensorer, dvs. sensorer som ger ett mått på den totala strålningsdosen snarare än ett mått av strålning relativt tid. De olika sensorerna kommer att mäta olika radioaktiva partiklar såsom ett spektrum av neutroner (termiska, epitermiska och snabba) och tunga joner såväl som att mäta partikelträffvinklar och energiöverföring från partiklar.

De olika sensorerna som ska användas kommer att inkludera ett lager av termoluminescensdosimetrar som också används i det europeiska strålningsdosimetriexperimentet Matroshka som har varit placerat på ISS sedan det sändes upp den 29 januari 2004.

Två EuCPD kommer att bäras av Fuglesang under starten. De andra kommer att transporteras till ISS som last på rymdfärjan.

Analys efter flygningen av de olika strålningssensorererna kommer att utföras i ett laboratorium i enlighet med standardiserade metoder utvecklade av vetenskapsteamet.

### Projektteam:

J. Dettmann (ESA/ESTEC)  
G. Reitz (DLR)

### Vetenskapsteam:

U. Straube, C. Fuglesang (ESA/EAC)

## ALTEA: Strålningsexperiment som filmas (Utbildning)



NASA- astronaut Jeff Williams bredvid ALTEA-hårdvaran i det amerikanska laboratoriet på ISS under expedition 13. (Bild: NASA)

Denna aktivitet involverar inspelningen av en minidokumentär om ALTEA-experimentet, vilken ska utgöra en del av en lektion om strålning för 16- till 18-åringar. Medan ESA-astronaut Christer Fuglesang genomför ALTEA-experimentet på ISS som en del av Celsius-uppdraget, kommer ESA-astronaut Thomas Reiter, som för närvarande befinner sig på ISS som flygingenjör för expedition 14, att filma experimentet.

Filmen kommer att spelas in på videofilm och skickas tillbaka till jorden. Denna film kommer att kombineras med ytterligare film som spelades in under Christer Fuglesangs träning med ALTEA-hårdvaran vid Johnson Space Center i Houston före start och kommer att vara kommenterad av en medlem i ALTEA-vetenskapsteamet och av Fuglesang själv. Fuglesang har som medlem av ett vetenskapsteam tidigare varit involverad i ett liknande experiment: SilEye, vilket undersökte ljusblixtar i astronauternas ögon på rymdstationen Mir mellan 1995 och 1999.

ISS utbildningsavdelning kommer att samordna utvecklingen och innehållet i lektionen tillsammans med ALTEA-vetenskapsteamet. När produktionen är avslutad kommer ESA att distribuera lektionen till lärare och elever på gymnasieskolor.

### Projektteam:

ESA ISS Utilisation Strategy and Education Office

## Frisbeetävling (utbildning)



Frisbeen som Fuglesang kommer att ta med sig i rymden. (Bild: ESA)

Något som många inte känner till är att Christer Fuglesang en gång var svensk mästare i frisbee, han erövrade titeln "maximum time aloft" 1978, dvs. den längsta tid en frisbee kan stanna i luften. Han deltog även i världsmästerskapen i frisbee 1981.

Denna aktivitet är en tävling för barn upp till 15 år tänkt att stimulera barns intresse för rymden och avslutas med en direktuppkoppling mellan vinnaren på marken och Christer Fuglesang på ISS. Under detta samtal kommer Fuglesang att "försöka" slå det nuvarande världsrekordet för "maximum time aloft", vilket för närvarande är 16,72 sekunder. Det borde inte vara alltför svårt eftersom Fuglesang har fördelen av tyngdlöshet på sin sida.

Tävlingen kommer att organiseras i Sverige av tidningen Aftonbladet och kommer att baseras på frågor som inkluderar ämnena rymden, rymdaktiviteter samt frisbeetävlingar. Tävlingsvinnare kommer att annonseras under det direktuppkopplade samtalet och de kommer att till Fuglesang överlämna den licens som är nödvändig för att kunna delta i professionella tävlingar. När detta är gjort kommer Fuglesang att påbörja sitt världsrekordförsök.

Frisbeen som Fuglesang kommer att ta med till ISS är en av hans personliga frisbees, vilken är ett minnesmärke för en korsning av Atlanten han en gång gjorde.

### Projektteam

ESA Education Dept./ESA Communication Dept.