

Dansk Rumfart

A photograph of a rocket launch. A tall, slender rocket is ascending vertically, leaving a large, bright orange and yellow plume of fire and smoke at its base. To the left of the rocket, a tall, dark metal service tower or gantry is extended upwards, its structure silhouetted against the sky. The background is a cloudy sky with soft, diffused light, suggesting either dawn or dusk.

Nr. 75
Maj 2018

Juno og Jupiters hemmeligheder

Et arbejdsliv med Rumfærgen

Afstanden til Mars

ESERO Denmark

YGT ved ESA

Musik og naturvidenskab

Traktater og Rumfart



Danmarks Tekniske Museum i Helsingør har modtaget Soyuz rumkapslen TMA- 18M, der bragte Danmarks første astronaut, Andreas Mogensen tilbage på jorden igen den 12. september 2015.

Rumkapslen er nu en del af udstillingen "RUMMET TUR-RETUR", der er åben fra maj 2018.

Billede: Danmarks Tekniske Museum



Rumkapslen med Andreas Mogensen er landet på Jorden. Billede: esa

Rumkapslen på vej ned mod landing. Billede: esa



Dansk Selskab for Rumfartsforskning

Redaktionelt

Udgiver: Dansk Selskab for
Rumfartsforskning
Dansk Rumfart nr. 75, 2018
ISSN 0905-2410

Redaktionen:

Finn Willadsen
Martin Robert Knudsen
Lykke Pedersen (ansvarshavende redaktør)

Kontakt redaktionen

info@rumfart.dk

Tryk: Jannerup

Oplag: 1.250

Layout: Lykke Pedersen

Forsidebillede: Opsendelsen af SpaceX-raketten fra Kennedy Space Center i Florida 2. april 2018 med det danske rumprojekt ASIM ombord

Billede: NASA Live TV

Bagsidebillede: Taget med nanocam på GomSpaces nanosatellit mission GOMX-4

Billede: GomSpace

Indhold til Dansk Rumfart:

Har du en historie eller en ide til en artikel, som du gerne vil formidle videre til andre, kan du sende en mail til redaktionen. Redaktionen påtager sig dog intet ansvar for materiale, der indsendes uopfordret.

Artikler og indlæg i bladet er udtryk for forfatterens personlige meninger og kan ikke nødvendigvis opfattes som redaktionens holdning og opfattelse.

Bruges artikler fra bladet som kildemateriale skal der refereres til Dansk Rumfart med henvisning til bladets nummer, årstal, udgivet af Dansk Selskab for Rumfartsforskning samt artiklens navn og forfatter.

Dansk Selskab for Rumfartsforskning blev grundlagt i 1949.

Selskabets hovedformål er at udbrede kendskabet til rumfart i almindelighed og danske rumfartsaktiviteter i særdeleshed.

Det gør vi ved at afholde offentlige møder, hvor danske og udenlandske rumfartsprofessionelle fortæller om deres arbejde, udgive bladet Dansk Rumfart med artikler om rumfart og - især danske - rumfartsprojekter, og drive hjemmesiden rumfart.dk, hvor du kan læse om selskabets aktuelle arrangementer og masser af faktsider med baggrundsinformation om rumfart.

Bliv medlem:

Som medlem af selskabet får man tilsendt bladet Dansk Rumfart og man kan deltage i de arrangementer, som arrangeres af selskabet. Desuden får man det norske blad Romfart, der udkommer fire gange årligt.

Årskotinger: Ordinært medlem: 300 kr, studerende: 175 kr, unge under 18 år: 90 kr.

Firmaer kan også blive medlem af selskabet.

Indmeldelse foretages via menupunktet "Bliv medlem" på selskabets hjemmeside www.rumfart.dk.

Bliv aktiv:

Alt arbejde i selskabet foregår på frivillig basis, og alle er velkomne til at hjælpe til, hvis de har noget at bidrage med.

Kontakt info@rumfart.dk, hvis du vil deltage i arbejdet.

Foredrag på Geologisk Museum

Vi starter på at arrangere foredrag i auditoriet på Geologisk Museum i foråret 2018 og håber på at kunne byde på nogle spændende foredrag her.



INDHOLD

DANSK RUMFART NR 75 2018

- 5 KORT NYT
- 6 JUNO AFSLØRER JUPITERS HEMMELIGHEDER
- 13 Hvor langt er der til Mars?
- 17 UDFORDRINGER VED DEN FREMTIDIGE REGULERING AF RUMMET
- 20 VINGER I RUMMET
- 25 DANSKE SKOLER OG VIRKSOMHEDER I RUMMET
- 28 YOUNG GRADUATE TRAINEE HOS ESA
- 31 NÅR VIDENSKABEN BLIVER TIL MUSIK - A UNIVERSE FROM NOTHING
- 34 FORSKELLIGT



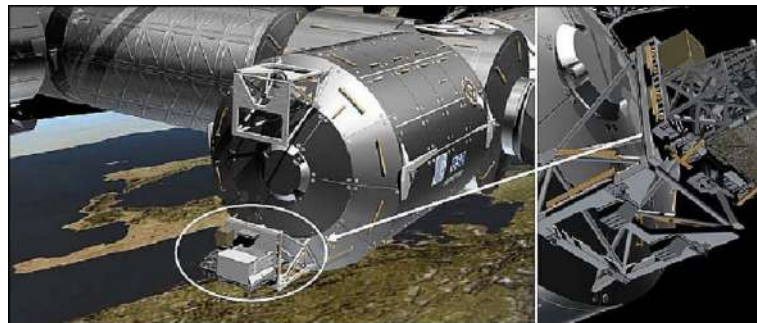
s. 17



Kort nyt

ASIM - Atmosphere-Space Interaction Mission

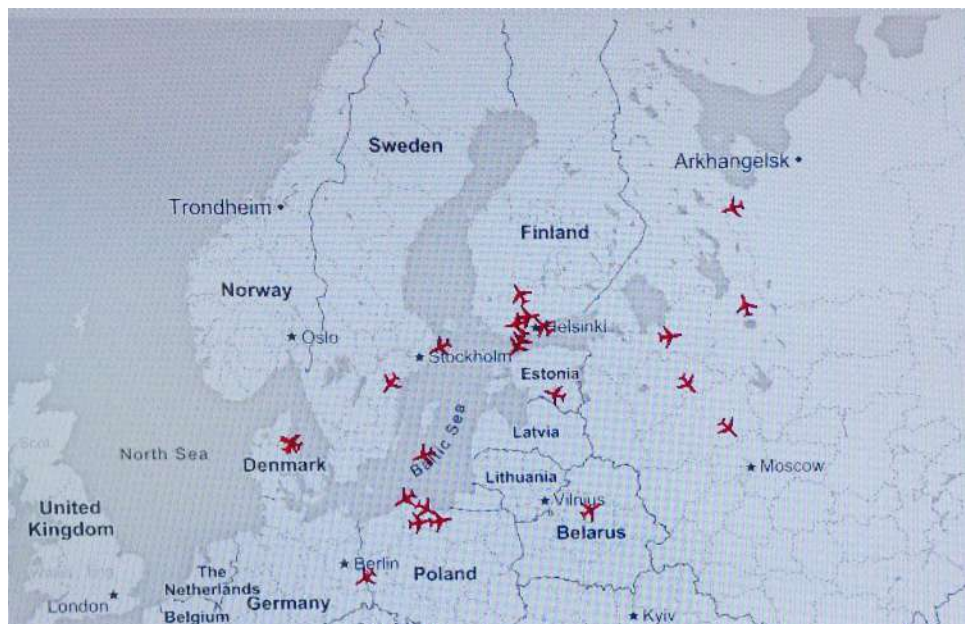
Den 3. april 2018 blev ASIM-missionen opsendt til den internationale rumstation ISS ombord på en Dragon-kapsel. Det er Danmarks dyreste rumprojekt indtil dato. Projektet er lavet i samarbejde med ESA, hvor DTU Space og Terma har haft hovedroller. ASIM blev monteret på ISS fredag den 13. april. Udstyret skal gøre os meget klogere på lyn, der slår ud i rummet i stedet for ned på Jorden. Dette kan få stor betydning for modeller af Jordens klima, idet skyer og nedbør er ekstra vanskelige at få styr på i en klimamodel. Se mere på www.asim.dk



Billede: esa

To nanosatellitter fra GomSpace indhenter signaler fra fly

GomSpaces to nanosatellitter på GOMX-4-missionen blev opsendt med den kinesiske raket Long March 2D fra en affyringsrampe i Gobiørkenen i Mongoliet den 2. februar 2018. De to nanosatellitter flyver i kredsløb i en højde af 500 kilometer og skyder en fart af 7,5 kilometer pr. sekund. GOMX-4-missionen er blandt andet lavet med henblik på en afprøvning af mulighederne for at overvåge det arktiske område. I april 2018 gik missionen officielt fra testfase til demonstrationsfase, og ved et pressemøde 12. april i Aalborg præsenterede GomSpace live datafangst (signaler fra fly) fra de to nanosatellitter i rummet. Se mere på www.gomspace.com/gomx-4.aspx



Tiangong-1 faldt ned mandag den 2. april 2018



Billede: Tiangong Space Station Institute

Den første kinesiske rumstation Tiangong-1 blev opsendt den 29. september 2011. Rumstationen vejede omkring 8,5 tons. Den har haft besøg af det ubemandede rummodul Shenzhou-8. I juni 2012 havde den besøg af tre kinesiske astronauter ombord på Shenzhou-9 og igen i juni 2013 - denne gang ombord på Shenzhou-10. I marts 2016 mistede Kina kontrollen over rumstationen Tiangong-1 og den faldt ned den 2. april 2018 i det sydlige Stillehav.

Juno afslører Jupiters hemmeligheder

TEKST: JOHN LEIF JØRGENSEN, DTU-SPACE ER PROFESSOR I RUMFARTSTEKNOLOGI, OPFINDER AF DET AUTONOME STJERNEKOMPAS, EN TEKNOLOGI DER I DAG BRUGES AF SAMTLIGE RUMFARTØJER I VERDEN, OG CO-INVESTIGATOR PÅ JUNO MISSIONEN

NASA rumsonden, Juno, blev opsendt fra Kennedy Space Center i Florida den 5. august 2011 med en Atlas 5 løfteraket, og ankom til Jupiter små fem år senere, hvor den gik i bane den 5. juli efter en rejse på mere end 11,4AU (1,71 mia km). Ved ankomsten blev Juno accelereret af Jupiters tyngdefelt til mere end 210.000km/t (58,3 km/s) før bremseraketterne sænkede hastigheden med 542 m/s hvilket ændrede banen fra hyperbolsk til en højt elliptisk polær bane med en omløbstid på 53,3 dage. Herfter tog den videnskabelige mission sin begyndelse.

Juno's tilblivelse

Ideen til Juno missionen blev skabt da NASAs to sonder Voyager 1 og 2 i 1979 fløj tæt forbi Jupiter på deres store tur til solsystemets planeter. Voyager sondernes målinger af Jupiters magnetfelt og tyngdefelt afslørede nemlig, at Jupiter måtte have en meget kompleks indre struktur, helt ulig den simple model som videnskaben dengang havde af hvordan det indre af en gas-gigant måtte se ud. Værre blev det imidlertid, da NASAs Galileo fartøj sendte en probe ned i toppen af Jupiters atmosfære, og afslørede at planetens atmosfæresammensætning heller ikke passede med teorierne. Proben viste en knastør atmosfære med en misbalance imellem Helium/Brint og tungere stoffer, som viste at Jupiter må have været dannet en andet sted i solsystemet end hvor den er nu.

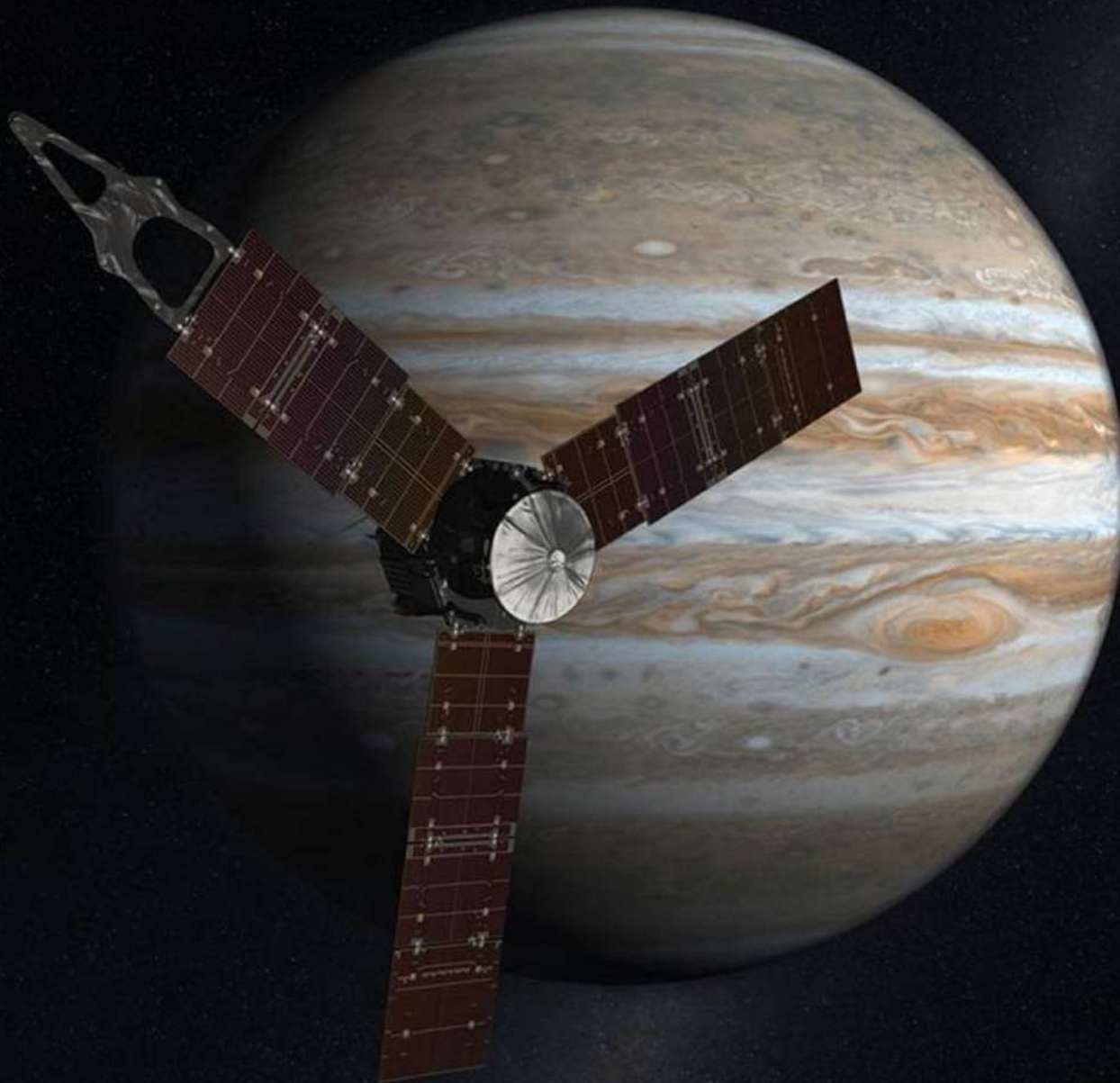
Så da forskerne skulle pege på den næste deep-space mission som NASA skulle investere i, pegede de fleste på en dedikeret mission til Jupiter, med det formål, i detaljer, at studere planetens indre struktur og dens ydre atmosfæres sammensætning. Og det var på dette sted, at DTU-Space blev involveret i projektet.

I 1995, var forskere fra DTU-Space ved at afteste verdens første

autonome stjernekamera, som vi havde opfundet til brug på Danmarks første satellit Ørsted. Denne opfindelse havde vakt stor interesse hos NASA, som var henvist til at bruge simple skannere som målte hvornår en stjerne passerede, men ikke hvilken stjerne der var tale om, så instrumentet kunne kun give rumfartøjets spin-rate, hvorimod vores stjernekamera var i stand til at genkende stjernebilleder og dermed angive den absolutte attitude, en teknik der også øgede nøjagtigheden en størrelsesorden. NASA havde derfor inviteret de danske forskere til at afprøve vores stjernekamera (udover at tilbyde en gratis opsendelse og støtte til Ørsted missionen) under de mest realistiske forhold som kan skabes på Jorden: På toppen af Mauna Kea på den store ø i Hawaii-øgruppen, ligger nogle af verdens største teleskoper fordi himlen dér er uforstyrret af turbulens fra nærliggende bjerge. Her havde NASA inviteret os til at afteste Ørsted stjerne-kameraet. Og bedst som vi var ved at analysere data fra foregående nats test, kom en fra NASA, Dr. Jack Connerney over og spurgte om vores stjernekamera mon ikke kunne bruges til en sonde til Jupiter som de var i gang med at designe, for så kunne de opnå en langt bedre nøjagtighed og dermed

videnskabelige resultater. Jeg svarede at naturligvis kunne det fungere, hvis blot vi kunne få vores udstyr designet så vi ikke blev ristet af den voldsomme stråling som hersker ude ved Jupiter. Galileo fartøjet, havde nemlig vist, at strålingsbælterne omkring Jupiter er de voldsomste i solsystemet, og at stort set al normal elektronik bliver skudt i stykker efter ganske få timer i disse bælter. DTU-Space startede herefter et samarbejde med NASA om at udvikle et stjernekompas til Juno som kunne overleve rejsen derud og den voldsomme strålingsbelastning i bane om Jupiter.

I årene fra 1996 til 2000, arbejdede vi med at sætte det rigtige forskerteam og den rigtige instrument park sammen, men da vi ansøgte NASA om at bevillige missionen, fik vi et afslag, med den begrundelse at nok var vores mission i verdensklasse, og den så gennemførlig ud, men NASA havde altså modtaget et forslag fra en anden gruppe med næsten samme ide som vores. Vi blev derfor ”opfordret” til at arbejde sammen med den anden gruppe og lave et fælles forslag. Den proces var imidlertid ikke den letteste, da den anden gruppe jo havde næsten den samme instrumentpark som vores (vi skulle jo løse den samme opgave), så for hvert instrument var der nu to



En kollage som viser Juno foran Jupiter. Bemærk de tre solpaneler, hvor vores stjernekompasser sidder yderst på det panel der slutter i en bom. Billede: NASA

forslag, og kun ét kunne komme til at flyve. Vores instrument var heldigvis unikt, så vi kom automatisk videre, og da processen var overstået var vi endt op med den absolut bedste instrument konfiguration, og da vi sendte det forbedrede missionsforslag til NASA fik vi bevilliget vores mission med 1.1Mia USD og projekt start i 2005.

Juno missionen

De store spørgsmål om Jupiter, som den begrænsede viden Pioneer 10 og senere Voyager 1 og 2 og Galileo sonderne havde efterladt os med, omfatter en forklaring på Solsystemets planet dannelse, den

indre struktur og magnetfeltets kilder, men også mange mere specifikke detaljer som den øvre atmosfæres struktur (f.eks. hvad er den store røde plets indre struktur). Vores problem var derfor at sammensætte en række instrumenter der med størst mulig sandsynlighed kan måle de fysiske parametre der gør det muligt at give svar på disse spørgsmål. Og her er der en pointe som ofte overses, nemlig den, at vi faktisk ikke ved hvad vi kommer til at måle når vi engang kommer frem, for dér hvor vi skal måle, har mennesket aldrig haft instrumenter før, og, afhængigt af hvordan Jupiter rent faktisk er

struktureret, vil Juno møde meget forskellige forhold som måske kræver en helt anden instrument park.

Så meget af designet af et rumfartøj der skal til et ukendt miljø som der hersker tæt på Jupiter, går ud på at sikre sig, at opnå den størst mulige sandsynlighed for at få relevante og tilstrækkeligt data, og ikke så meget at få de bedste data i det fald at en bestemt videnskabelig model viser sig at være rigtig.

Selve Juno er lavet som en "spinner", det vil sige at rumfartøjet altid spinner omkring symmetriaksen.

Juno får sin energi fra tre gigantiske solcellepaneler på 60m², som sidder som egerne i et hjul og peger i



Juno har en diameter på 23 m. På billedetses et af solpanelerne i udfoldet tilstand. Billede: NASA

samme retning som rumfartøjets high-gain antenne. Herved kan antennen altid pege mod Jorden og solcellerne næsten mod Solen når vi er i bane om Jupiter. Selvom panelerne er så store, og vi har brugt de absolut bedste celler (triple junction) på markedet, leverer de blot 600W ude ved Jupiter hvor solens lysstyrke er reduceret til sølle 3-4% på grund af afstanden.

Juno er designet som en spinner af to årsager. For det første, har en snurretop af Junos størrelse med et inertimoment på gigantiske 16.000Nm, en fantastisk retningsstabilitet, hvilket gør at man ikke hele tiden skal frygte at den taber kontakten med Jorden, hvis noget går galt ombord. Man behøver derfor ikke at babysitte den under den lange tur til Jupiter, eller i de uinteressante dele af banen omkring Jupiter. Men lige så vigtigt, ved at placere instrumenterne så de peger i en retning væk fra spin-aksen, vil de scanne Jupiter en gang for hver rotation og derved kunne opnå en langt større dækning, og vel at mærke med stor opløsning, end hvis de pegede på det samme sted hele tiden. Den videnskabelige mission kræver at vi kommer meget tæt på Jupiter, og vi ville allerhelst have haft en nær cirkulær bane i 4-6000 km over Jupiters skytoppe. Men det ville have krævet en raket af samme størrelse

som en Saturn 5, og sådanne raketter råder menneskeheden jo ikke over for Space Launch System eller SpaceX BFR engang bliver færdige. Så vi blev nødt til at designe med den næstbedste bane, en højt elliptisk polær bane, som kommer ned i den ønskede højde når vi er tættest på, og flyver højt over strålingsbælterne når vi er længst væk.

Instrumenterne

Først og fremmest skal vi have instrumenter med, til at måle de to eneste effekter som rækker dybt ind i planeter, nemlig tyngdefeltet og magnetfeltet. Tyngdefeltet når helt ind til centrum, og magnetfeltet når ind til det første elektrisk ledende lag i gasgigantens atmosfære, altså dér hvor dynamoen der skaber magnetfeltet hersker.

Tyngdefeltsinstrumentet (Gs) på Juno er faktisk meget simpelt. Vi måler simpelthen Doppler-forskydningen som radiosignalerne fra rumfartøjets high-gain antenne vil opleve, når vi flyver tæt forbi planeten, og afvigelser i planetens massesammensætning får Juno's bane til at variere lidt. Men for at opnå den tilstrækkelige nøjagtighed, blev vi nødt til at opdatere de tre 70m Deep Space Antenner med en Ka bånds sender/modtager.

Magnetfeltet måles som på Ørsted satellitten med et flux-gate magnetometer (MAG), og det er

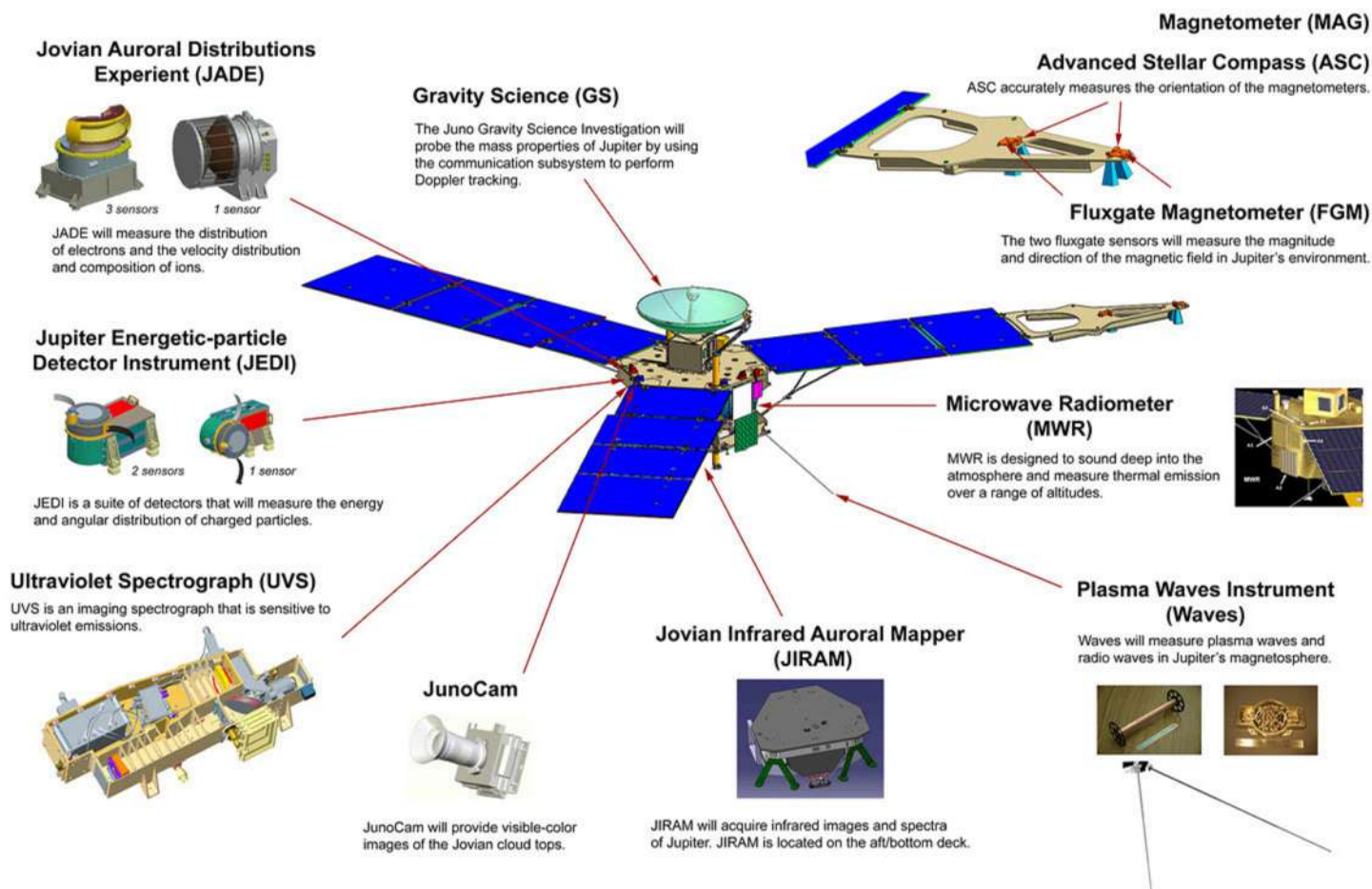
dette instrument der kræver den største attitude nøjagtighed, hvorfor vores stjernekompasser (ASC) er monteret på en såkaldt optisk bänk lige ved siden af magnetometer sensorerne. Nu laver alle elektriske strømme jo magnetfelter, så vi har måttet placere de to optiske bænke så langt fra rumfartøjets øvrige elektronik, og fra solcellerne! Vi har derfor placeret magnetfeltssensorerne og stjernekompasserne hhv. 10 m og 12 m fra Junos spin akse på en bom lavet af kulfiber.

Jupiters tætte atmosfære stopper stort set al elektromagnetisk stråling i skytoppene, kun mikrobølgestråling kan trænge op til 500 km ind. Juno er derfor forsynet med et mikrobølge radiometer (MWR) der kan måle den stråling som udsendes i de øverste lag af atmosfæren. MWR er forsynet med 6 antenner der måler forskellige frekvenser fra 600MHz til 22GHz.

Jupiter udsender dobbelt så meget varme, som den modtager fra Solen.

Og da konvektion er den fremherskende transportmekanisme for varmen, laver strømme fra Jupiters indre tydelige signaturer på overfladen. Juno er derfor forsynet med et termisk kamera (JIRAM) som kan fotografere varmesignaturer i atmosfærens øverste lag.

Junos bane vil under hvert eneste omløb flyve igennem de magnetfeltlinjer som holder partikler fra strålingsbælterne fanget. Dér hvor disse magnetfeltlinjer rammer topsiden af atmosfæren dannes et ekstremt kraftigt nordlys. For at karakterisere disse partikler, og for at måle på Jupiters nordlysovaler, som kun ses meget dårligt fra Jorden, f.eks. af Hubble teleskopet, er Juno forsynet med fire instrumenter som



Placeringen af instrumenterne på Juno. Billede: NASA

skal kortlægge Jupiters Aurora fænomener. Disse er et lav energi ion spektrometer (JADE), et høj energi ion spektrometer (JEDI), et plasmabølgeinstrument (Waves) og et UV kamera (UVS).

Endelig har NASA valgt at medbringe et såkaldt outreach kamera (JunoCam), altså et kamera som kan optage oversigts billeder af de fænomener vi flyver over, men samtidig kan optage billeder som kan bruges til at give nærbilleder af Jupiters yderste atmosfærelag til offentligheden.

Opdagelserne

Allerede på vejen fra Jorden ud til Jupiter, gjorde Juno flere væsentlige opdagelser. Det var lykkedes os at overbevise NASA om at bruge et af vores fire stjernekompasser ombord, til at undersøge Juno's nærmeste omgivelser for mindre asteroider. De asteroider som kan ses fra Jorden er enten meget store (500 m og større) eller tæt på Jorden. De mindre er simpelthen for lyssvage til at kunne

ses fra Jorden. Vi ved derfor stort set intet om asteroider med størrelser mindre end 50 m. Med Juno, som jo skal passere asteroidebæltet på vej til Jupiter, kunne vi måle hvor mange små asteroider vi måtte komme forbi (Videnskabelig artikel: Benn et al. Geophysical Research Letters. 2017, 44(10). 4701-4708).

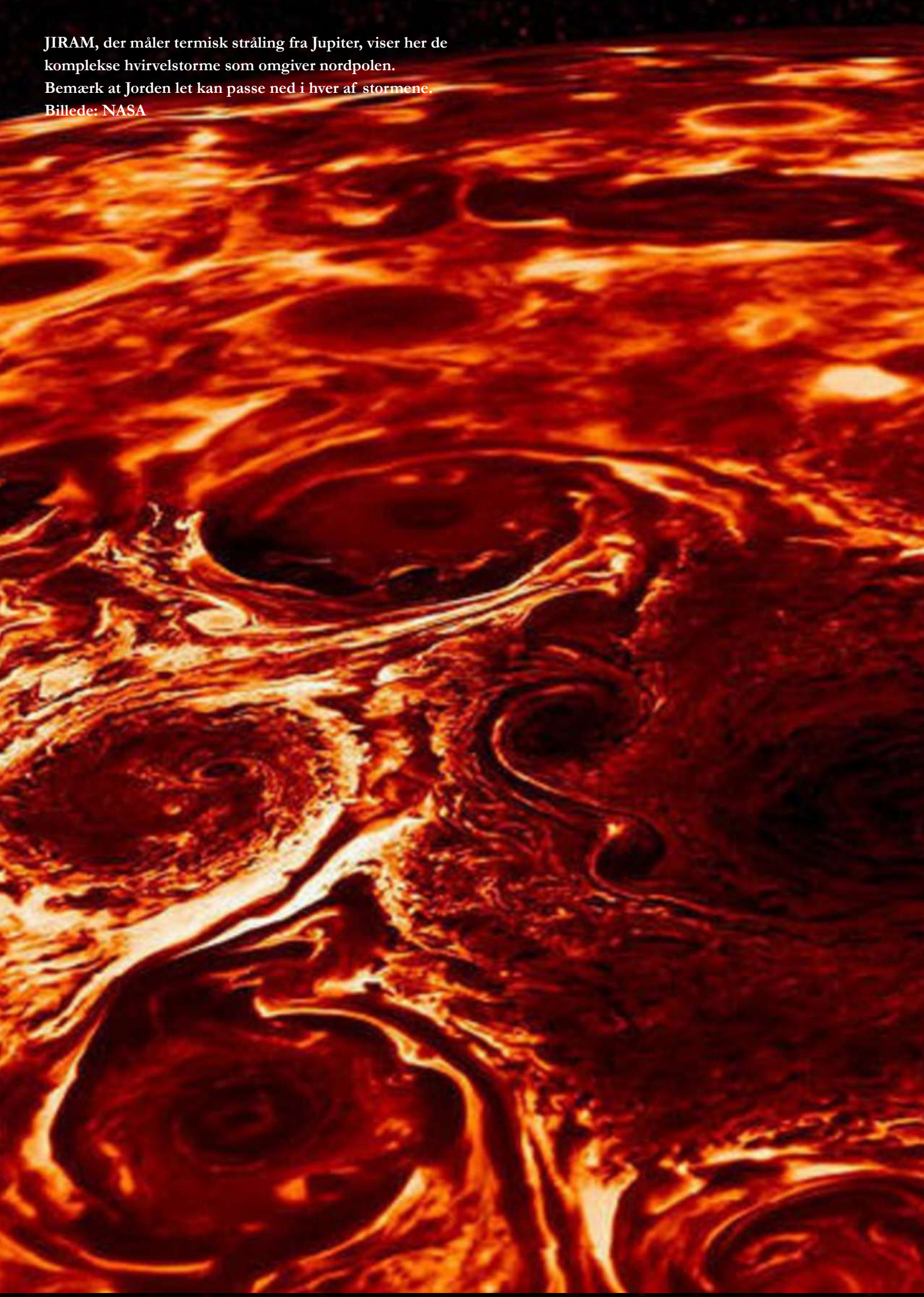
Vi detekterede ca. 1.3 mio objekter, der ikke er stjerner, på turen, hvoraf en del viste en meget underlig signatur. Vores stjernekompass målte dem til at bevæge sig med hyperbolske hastigheder, hvis de blot var 5 m eller større, hvilket betyder at de ikke tilhører solsystemet. Vi søgte og fandt snart en anden forklaring: Objekterne var lokale og fløj med samme hastighed som Juno, altså, de måtte stamme fra Juno selv. Ret hurtigt blev vi klar over, at der i virkeligheden var tale om partikler som blev skabt af interplanetarisk støv som ramte Junos overflade med 20-50 km/s og derved skabte mikro-eksplosioner, som slyngede partikler

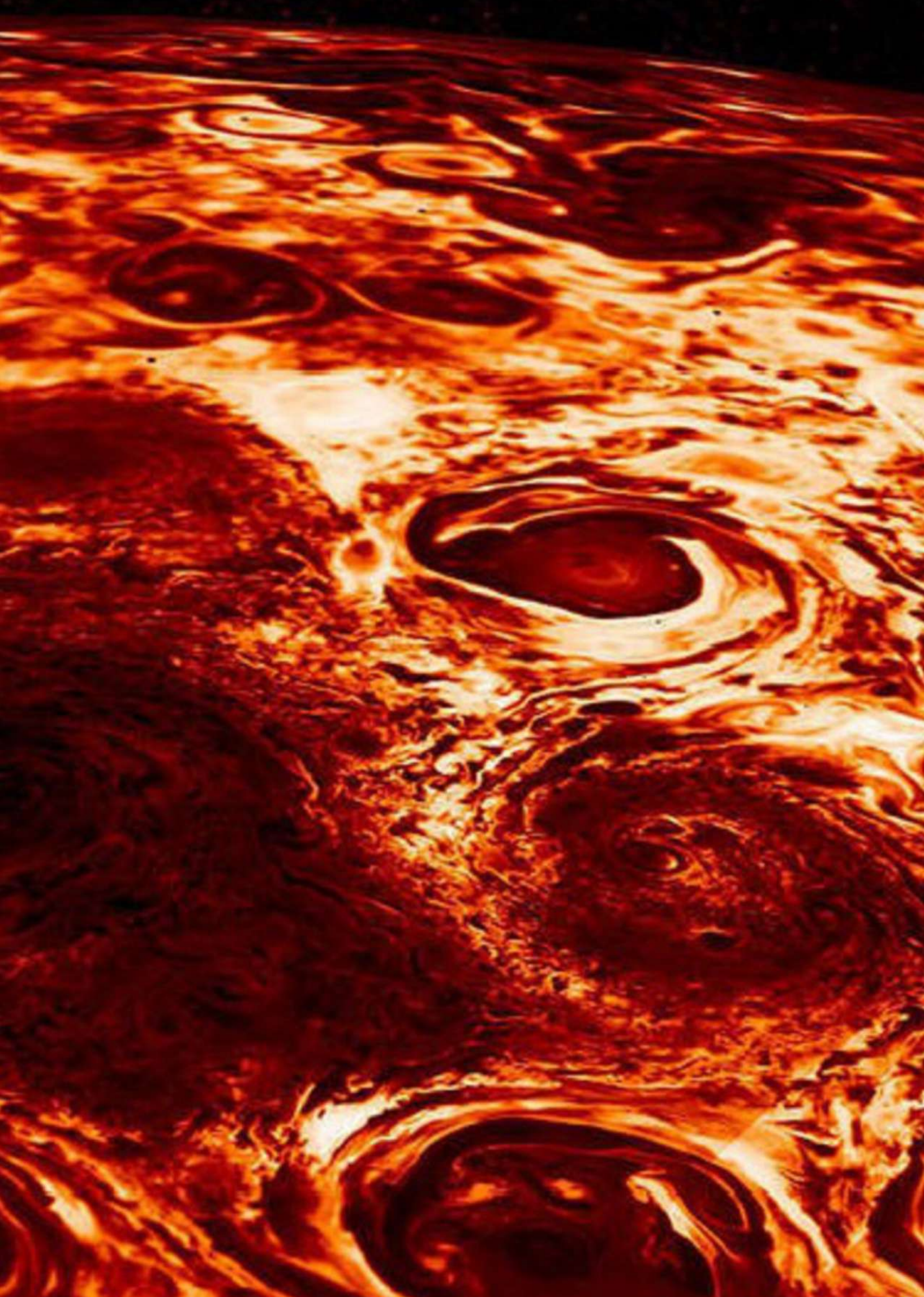
ud i stjernekompassets synsfelt. Og vupti, havde vi skabt en metode til at måle tæthed og fordeling af det interplanetære støv. Så vi ved nu hvorfra zodiakallyset stammer. Og da vi så kom frem til Jupiter, fik alle vores instrumenter travlt. Stort set alt hvad vi målte, gjorde at vi har været nødt til at revurdere vores modeller for gasgiganter. Den første overraskelse var, at Jupiters magnetfelt var dobbelt så stærkt som forventet, med meget store anomalier (totalt uventet) koncentreret på den nordlige halvkugle. Vi ved nu, at magnetfeltet skabes i en dybde der svarer til 80 % af Jupiters radius ($R_J = 71.500 \text{ km}$ altså ca. 11 gange større end Jorden). Magnetfeltet skabes af en dynamo i den brint som er hovedbestanddelen af Jupiter. Ved de tryk der hersker i den dybde, bliver brint stærkt elektrisk ledende. Vi kalder det metallisk brint. Hvordan denne dynamo opstår og drives, er vi ved at studere og er undervejs med artikler.

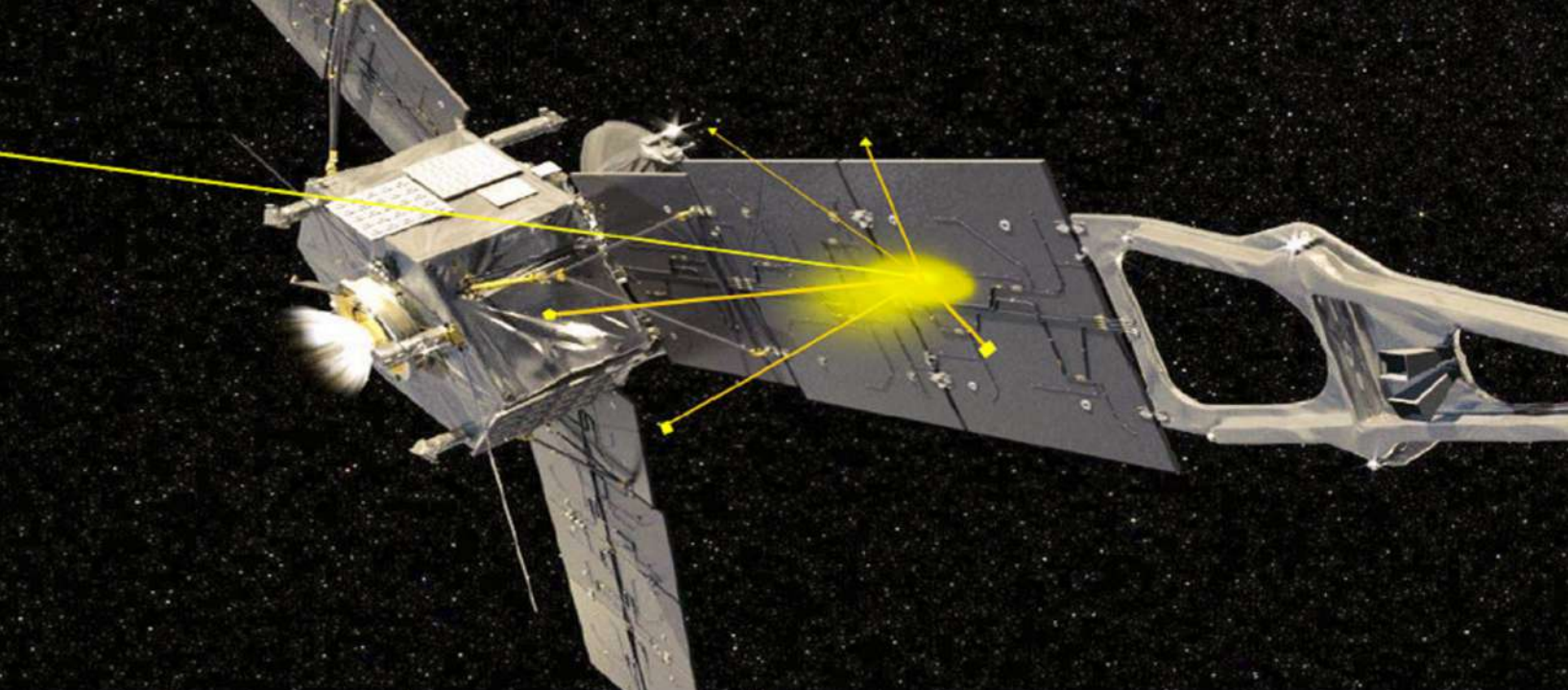
JIRAM, der måler termisk stråling fra Jupiter, viser her de komplekse hvirvelstorme som omgiver nordpolen.

Bemærk at Jorden let kan passe ned i hver af stormene.

Billede: NASA







Juno blev bombarderet af interplanetært støv på rejsen ud til Jupiter. Heldigvis var partiklerne små (0.1-10 μ m), så de sled kun lidt på overfladen. Billede: NASA

Den næste overraskelse var, at Jupiters tyngdefelt ikke viste signaturer af en fast kerne. Alle teorier antager at vi skulle have fundet en kerne med en masse på mellem 1 og 20 jordmasser. Men den var der altså ikke. Vi tror derfor, at kernen er blevet opløst i den metalliske brint og helium suppe som vi kan måle signaturerne af.

Dernæst fulgte vores profilering af den store røde plet, som vi nu ved ikke rækker ret meget dybere end 200 km, og derfor burde skifte navn til

den store røde pizza. Til gengæld, har vi fundet en massiv magnetisk flux koncentration nær ækvator som vi nu kalder den store blå plet, og som vi kan måle rækker dybt ned i planeten. Alle blev overraskede da de første billeder af Jupiters poler viste at den slet ikke ligner hvad vi kendte fra Saturn. Og sådan er det blevet ved og ved med overraskelserne.

Den videre færd

Juno er nu igennem den første fjerdedel af missionen, og vi regner

med at få lov til at fortsætte missionen til vi løber ud for kontrolgas. Vi skal nemlig sørge for at Juno aldrig kommer til at ramme og forurene månen Europa, som vi nu ved har et hav med mindst dobbelt så meget vand som på Jorden, og som muligvis kan indeholde livsformer skabt udenfor Jorden. Vi kommer i øvrigt meget tæt på Europa (~100.000 km) om et års tid, hvor vi vil rette alle instrumenter mod denne ismåne.

Den store røde plet går ikke ret langt ind i planeten, og burde måske skifte navn til den store røde pizza. Billede: NASA



Hvor langt er der til Mars?

TEKST: FINN WILLADSEN

Mange har sikkert set Mars på nattehimlen. Nogle gange er den hvid og nogle gange kan man se den røde farve. Om man kan se den røde farve afhænger dels af årstiderne på Mars og dels af iagttagerens nattesyn og himlens klarhed. Har man set Mars, så er det naturligt at spørge: hvor langt væk er Mars?

Via elementær viden om Solsystemet og Mars kan man finde ud af, at afstanden til Mars varierer mellem omkring 45 millioner kilometer og 200 millioner kilometer. Når Mars er længst væk, så kan den ikke ses fra Jorden, fordi Jorden og Mars så befinder sig på hver sin side af Solen. Når den er nærmest siges Mars at være i opposition.

En afstand på 45 millioner kilometer kan også udtrykkes som 117 gange afstanden mellem Jorden og Månen. De 200 millioner kilometer er cirka 520 gange afstanden til Månen. Det er den afstand, som man ville finde, hvis der stod et laserspejl på Mars og man fra Jorden brugte det til at måle afstanden til Mars i dag.

En anden måde at måle denne afstand ville være at måle vinkelforskellen mellem to sigtelinier fra forskellige steder på Jorden. Det lykkedes for franske astronomer i 1600-tallet. De målte retningen til et område på Mars fra Paris i Frankrig og Cayenne i Fransk Guyana. Det gav en værdi, der kun afveg 10 % fra det korrekte og gav den første nogenlunde rigtige ide om Solsystemets størrelse.

Hastighedskrav

I Fransk Guyana er der i løbet af 1900-tallet opført en opsendelses-facilitet for rumfartøjer, så man kan gå videre og spørge: hvad kræves der for at sende noget til Mars? Det vil være en anden måde at betragte afstanden til Mars på. Den opgøres i

de nødvendige hastighedsændringer for et rumfartøj.

At rejse til Mars kan dog forstås på flere måder, så det er nødvendigt at lave opgørelser for forskellige rejse scenarier. Ikke blot rejsescenarierne kan være forskellige, men de nødvendige hastigheds-ændringer afhænger af det konkrete år, som rejsen skal påbegyndes i. Disse betragtninger kan ende op i forskellige missions scenarier for en rumsonde til Mars:

1. Forbiflyvning af Mars:

13 kilometer i sekundet

2. I bane om Mars:

15,5 kilometer i sekundet

3. Landing på Mars:

19 kilometer i sekundet

4. Rejse til Mars og tilbage:

25 kilometer i sekundet.

Til sammenligning kræver en rejse til Månen og retur omkring 19 kilometer i sekundet. Hastighedskravene er overslag, og de kan ændres i det omfang man for eksempel vil bruge atmosfæren på Mars til opbremsning. Alle forudsætter de dog en ren atmosfæreopbremsning ved ankomsten til Jorden.

Man kan oversætte disse

hastighedsændringer til rakettrin.

Her skal man bruge raketligningen, som siger at den ideelle hastighedsændring for en raket er:

$$v_{\text{slut}} - v_{\text{start}} = u \cdot \log(M_{\text{start}}/M_{\text{tom}})$$

Mars set fra en stor afstand. Foto: ESA



Her er M_{start} massen af raketten med fulde brændstoftanke, mens M_{tom} er raketten med tømte brændstoftanke. En typisk udstødningshastighed, u kunne være 3,7 kilometer i sekundet svarende til et meget brugt flydende brændstof. Man skal endvidere bruge flertrinsraketter. Det vil sige en raket, der er nyttelast for en større raket og så videre. Den samlede hastighedsændring af flertrinsraketten er så summen af hastighedsændringerne for de enkelte rakettrin. Med dette kan vi oversætte slut-hastighederne til flertrinsraketter til startmasse, der skal sende 1 ton til Mars.

Forbiflyvning af Mars:

2 rakettrin - 144 tons

I bane om Mars:

2 rakettrin + et halvt - 864 tons

Landing på Mars:

3 rakettrin - 1728 tons

Rejse til Mars og tilbage:

4 rakettrin - 20736 tons.

Der er naturligvis tale om overslagsberegninger; men det viser med al ønskelig tydelighed een ting: kravet om nogle få ekstra kilometer i sekundet i hastighedsforøgelse kræver stor brændstofforøgelse.

Praksis

Hvordan er det så med den praktiske udførelse? Det første seriøse forsøg på at sende en rumsonde til Mars endte i en af rumfartens største katastrofer: Den 24. oktober 1960 eksploderede en raket på sin rampe i Baikonur kosmodronen. Det var den såkaldte Nedelin-katastrofe, hvor 126 mennesker blev dræbt. Derved blev marssondernes tradition for uheld grundlagt.

Den første vellykkede rumsonde til Mars var Mariner 4, der blev opsendt den 28. november 1964 med en cirka



Titanraketten blev brugt til opsendelsen af vikingsonderne, der blev de første vellykkede landinger på overfladen af Mars. Foto: NASA

125 tons tung Atlas-Agena-raket. Den 261 kg tunge rumsonde passerede Mars den 14. juli 1965, hvor den tog de første nærbilleder af Mars. Forinden var Mariner 3 og en række sovjetiske rumsonder mislykkedes.

Den første rumsonde, der gik i bane om Mars var Mariner 9, der blev opsendt den 30. maj 1971 med en 150 tons tung Atlas-Centaur-raket. Den cirka 600 kg tunge rumsonde (plus 400 kg brændstof) ankom til Mars 13. november 1971. Mariner 9 gik i bane om Mars og fungerede indtil 27. oktober 1972. Forinden havde der været flere mislykkede forsøg herunder Mariner 8 og nogle sovjetiske forsøg. Hvis man undrer sig over, at forholdet mellem startmasse og massen af rumsonderne ikke passer med

skønnene over hastighedsændringer, så skyldes det at Centaur-rakettrinnet brugte flydende ilt og flydende brint, der har en højere udstødningshastighed.

Rumsonden Viking 1 blev opsendt den 20. august 1975 med en 640 tons tung Titan II/Centaur raket. Det 900 kg tons tunge omkredsningmodul (plus 1,4 tons brændstof) gik i bane om Mars den 19. juni 1976. Den 20. juli 1976 landede den cirka 900 kg tunge vikinglander (plus 125 kg brændstof) på overfladen af Mars. Viking 1 landeren fungerede flere år. Der var også en Viking-2-mission. Det tungeste udstyr, der indtil nu er succesfuldt landsat på overfladen af Mars er den 1 tons tunge marsrover Curiosity, der landede på Mars den 5. august 2012. Her sluttede den sig til den marsroveren Opportunity, der



Marsroveren Curiosity kører stadig rundt på overfladen af Mars. Foto: NASA

har fungeret på overfladen af Mars siden 2004 - nu 14 år længere end de 90 dage missionen blev designet til.

Den bemandede rejse til Mars

Når man tager på en rejse og spørger om afstanden vil det ofte være i tid. For eksempel kan man sige at noget ligger en times togkørsel fra hovedbanegården. Tilsvarende kunne man spørge hvor lang tid det tager at rejse til Mars.

Den mest oplagte rejseplan giver tiderne:

Rejsen fra Jorden til Mars:

260 døgn

Ophold på Mars:

450 døgn

Rejsen fra Mars til Jorden:

260 døgn

I alt: 970 døgn

Det må understreges, at der er tale om overslag. Udregner man rejsetiderne for et aktuelt tidspunkt kan tiderne variere betydeligt. Havde man valgt at rejse i 2014, så ville rejsetiden til Mars være 224 døgn.

Det er dog muligt at afkorte rejsetiden en del ved at vælge en returrejse med gravity-assist-manøvre ved Venus. Så kan den samlede rejsetid begrænses til en samlet rejsetid på 550 døgn. Opholdet på Mars bliver så cirka 30 døgn. 550 døgn er halvandet år og antallet af astronauter, der har været vægtløse i mere end halvandet år kan stadig tælles på en hånd. Alle langtidsophold i vægtløs tilstand er foregået indenfor Jordens beskyttende van-Allan-strålingsbælter. Rekord er Gennady Padalka med 879 døgn i rummet; men antallet af astronauter, der har været i rummet mere end 2 år er til at overskue. Ophold udenfor Jordens strålingsbeskyttelse begrænser sig til ophold på 20 døgn - Gene Cernan (1934-2017) og John Young (1930-) var både med på Apollo 10 (8 dage) og en anden Apollo-mission henholdsvis Apollo 16 (12 dage) og Apollo 17 (12 dage). Strålingsbeskyttelse ved rejser væk fra

Jorden er et reelt problem. Selve den lange vægtløshed er ikke uproblematisk; men ulemperne er kendt. Et væsentlig større problem er opsendelsen af den nødvendige opsendelseskapacitet. Alene forsyninger i form af vand, luft og mad betyder at rumfartøjet mindst skal veje omkring 10 tons.

Udregningerne for de nødvendige hastighedsændringer var baseret på 1 tons - den nødvendige masse af opsendelsessystemet bliver derfor flere gange 200.000 tons - nærmere 2 millioner tons. Til sammenligning betød hele Apollo-programmet opsendelsen af mindre end 40.000 tons.

Apollo-missionerne omfattede 9 bemandede missioner til Månen, herunder 6 landinger. En bemanded rejse til Mars vil kræve mindst opsendelsen af 50 gange så stor en masse. Opsendelserne for Apollo-programmet skete med Saturn5-raketter, der var på størrelse med de største raketter der nogensinde er



SLS - Space Launch System skal sende astronauter længere ud end lav bane om Jorden.

Foto: NASA

konstrueret.

Hvornår

Et sidste svar på hvor langt der er til Mars lyder: Hvornår sætter det første menneske sin fod på overfladen af Mars? Det kan ændres til hvor langt man er fra at kunne sende mennesker til Mars? Der er flere teknologiske kapaciteter der mangler før en bemandet rejse til Mars er mulig. Landing på Mars er et problem. Der er aldrig landsat noget tungt nok til at muliggøre en tilbagevending til rummet fra overfladen fra Mars med mennesker ombord. Og at lande på Mars er noterisk vanskeligt, idet Mars har en atmosfære, der er for tynd til en ren atmosfærelanding; men den er tæt nok til at nødvendiggøre et varmeskjold.

Ophold i vægtløs tilstand udenfor Jordens strålingsbeskyttelse er heller ikke et velkendt område, så her er der absolut brug for mere viden og mere erfaring. Ophold i isolation er noget man har forsket i og det ser ud til at

fungere, hvis man udvælger sin besætning med omhu. Men mere viden på dette felt er ønskeligt.

Den helt store forhindring er opsendelseskapacitet. Man kan lave mange optimeringer, der kan bringe kravet under de 200.000 tons; men der er lang vej. Den nye store raket SLS, som udvikles i USA kan opsende 70 til 130 tons med få planlagte årlige opsendelser. For en bemandet rejse til Mars er den helt utilstrækkelig. Til gengæld er det rigeligt til en række bemandede missioner til Månen, jordnære asteroider og Lagrangepunkter for Jord-Måne-systemet. SLS åbner for et par meget spændende årtier indenfor bemandet rumfart; men rejsen til Mars vil fortsat være udskudt til en fjern fremtid.

Derfor vil det være forventeligt, at der går 30 år eller mere inden den første bemandede rejse til Mars. Man kan roligt sige: der er langt til Mars!

Mennesker på Mars har store perspektiver og udfordringer. Foto: NASA



Udfordringer ved den fremtidige regulering af rummet

TEKST: ASGER FRIIS

I de senere år er vi trådt ind i en ny æra i udforskning af rummet. Udviklingen inden for ny rumteknologi foregår i et hæsblesende tempo. Kolonisering af Mars, rumturisme og space-mining er blot nogle af mange planer for fremtidige aktiviteter i det ydre rum. Ny teknologi skaber nye muligheder, men samtidig også udfordringer for den fremtidige regulering af rummet.

I 1960'erne var rumkapløbet i fuld gang. Behovet for retningslinjer for færden i rummet blev i internationalt regi mere og mere påtrængende.

Efter flere diskussioner blev i 1967 vedtaget Outer Space Treaty (OST). Dette skete i FN-regi, blandt andet med tilslutning af USA og Sovjetunionen, som på dette tidspunkt også var de eneste stater, der havde opsendt satellitter og haft mennesker i rummet.

OST fastlægger de grundlæggende principper for rummet; udforskning og udnyttelse af det ydre rum skal ske til gavn for menneskeheden og være i alle landes interesse (art. 1); ingen stat kan gøre krav på suverænitæt i det ydre rum (art. 2); ingen stat må placere atomvåben og

andre masseødelæggelsesvåben i det ydre rum (art. 4); alle stater skal være ansvarlige for deres nationale rumaktiviteter, uanset om disse hidrører fra offentlige eller private aktører (art. 7).

OST er den første af fem traktater, som er vedtaget i FN-regi, og som regulerer aktiviteter i det ydre rum. Efterfølgende er vedtaget Rescue Agreement (1968), Liability Convention (1972), Registration Convention (1975) og Moon Agreement (1979). Alle disse traktater tager afsæt i OST, og udgangspunktet for en diskussion af fremtidig regulering af rummet må derfor ske på baggrund af denne traktat.

Behov for en ny traktat

OST blev vedtaget for over 50 år siden. Det politiske landskab så meget anderledes ud dengang. Den kolde krig var på sit højeste, og USA og Sovjetunionen udfordrede konstant hinanden under våbenkapløbet. Den kolde krig er nu slut, Sovjetunionen er opløst, og mange andre stater deltager nu i udforskningen af rummet. Private aktører er kommet på banen, bakket op af velhavende entreprenører. De har sat en ny dagsorden for udforskningen af rummet. Mange stater har vedtaget national lovgivning vedrørende aktiviteter i det ydre rum. Danmark fik også i 2016 en rumlov, efter at Andreas Mogensen året forinden, som den første dansker tilbragte 10 dage i rummet.

Den øgede interesse for national lovgivning og udforskningen af rummet må ligeledes afspejle sig på internationalt niveau. Der kan opstilles forskellige scenarier for den fremtidige regulering af rummet: 1) De eksisterende fem traktater beholdes og ændres ikke, 2) De beholdes, men opdateres og endelig, at 3) en ny samlet traktat erstatter disse.

Traktaterne fastlægger allerede mange grundlæggende principper for anvendelsen af rummet. Forhandling af traktater mellem stater er en vanskelig proces, men det lykkedes

Underskrivelsen af Outer Space Treaty i 1967. Foto: United Nations





Minedrift i rummet vil i fremtiden være en mulighed. Her illustreret på Månen. Foto: ESA

med OST. At denne traktat blev vedtaget i en højspændt periode og nu er ratificeret af mere end 100 stater, må i høj grad betragtes som en succes. Det må anses for vanskeligt i fremtiden at opnå enighed om en traktat med så bred en tilslutning. Meget kan derfor tale for, at fremtidige juridiske problemstillinger må fortolkes på baggrund af traktaterne. På den anden side har meget forandret sig gennem de sidste 50 år. Mange af de muligheder, der er i dag, havde man ikke fantasi til at forestille sig dengang. Forudsætningerne i dag er meget anderledes. De juridiske regler må følge med den teknologiske udvikling. Dette taler for en opdatering af traktaterne. Det må dog siges, at de alle er vedtaget på forskellige tidspunkter og er ratificeret af et forskelligt antal stater. En opdatering af samtlige traktater vil være en vanskelig og langvarig proces. I stedet bør forsøges vedtaget én samlet traktat med bred

international opbakning.

Hvad skal en sådan traktat indeholde?

En ny samlet traktat skal bygge videre på de eksisterende traktater. Samtidig skal den være moderne og forholde sig til det 21. århundredes

rumteknologi og de mange muligheder, denne teknologi medfører for udforskning af rummet. En ny traktat skal i høj grad have den private sektor for øje. I det følgende drøftes nogle af de emner, der vil kræve en stillingtagen i den nærmere fremtid, og som bør skrives

Flere og flere satellitter bliver sendt i kredsløb om Jorden. Samtidig er mange udtjente satellitter og små dele fra disse (space-debris) med til at skabe trængsel og fare for kollisioner.

Foto: Massachusetts Institute of Technology



ind i en ny traktat:

1. Grænsen for, hvor det ydre rum begynder, er ikke defineret i traktaterne. Enkelte stater har i deres nationale rumlovgivning vedtaget en grænse baseret på den såkaldte Kármán-linje, 100 km over havets overflade. En ny traktat må tydeligt definere grænsen for det ydre rum, og Kármán-linjen vil her være et godt udgangspunkt.

2. Rummet er ikke længere forbeholdt nogle få personer. Vi har allerede set de første rumturister. Snart bliver det måske muligt for passagerer at blive transporteret fra den ene side af jorden til den anden i den øvre atmosfære på kanten af rummet. Den vægtløse tilstand gør det også ideelt for forskere at lave forsøg i kredsløb om Jorden. Dette er blot nogle af de persongrupper, der i fremtiden vil befinde sig i rummet. En ny traktat må tage sådanne nye

persongrupper i betragtning. Her kan skeles til formålet for ophold i rummet, varighed af opholdet og andre kriterier.

3. Mange planeter, måner og andre himmellegemer indeholder forskellige ressourcer, som er sjældne på Jorden, og som kan anvendes her. Det vil derfor være attraktivt for både private og statslige aktører at udvinde ressourcer i rummet. En ny traktat må regulere adgangen til ressourceudvinding på himmellegemer i rummet (space-mining).

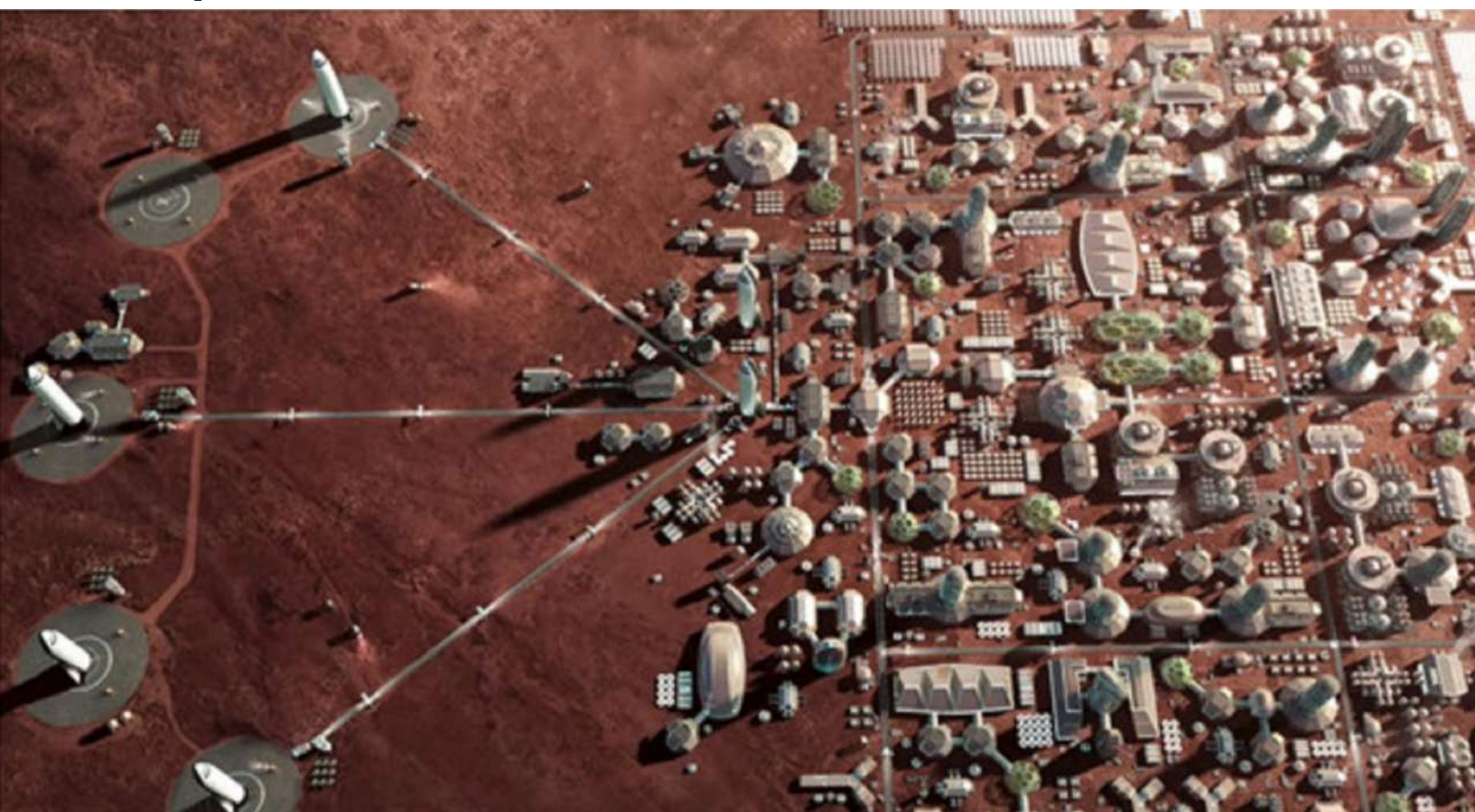
4. I takt med, at flere og flere satellitter bliver sendt i kredsløb om Jorden, bliver der trængsel i rummet. Mange udtjente satellitter og små dele fra satellitter er stadig i kredsløb om Jorden (space-debris). Der er risiko for, at satellitter kolliderer med hinanden og bliver beskadiget. En ny traktat må forholde sig til denne udfordring og skabe rammer for

ansvar i forbindelse med kollisioner mellem forskellige objekter i rummet.

5. OST forbyder, at stater og private aktører kan gøre suverænitetskrav gældende i rummet. Dette harmonerer dårligt med planer om kolonisering af Mars og andre himmellegemer. En ny traktat bør tage stilling til kolonisering af Mars og andre himmellegemer, herunder ikke mindst principper for ejendomsret i rummet.

De her diskuterede emner tegner et billede af de fremtidige retlige problemstillinger i rummet. Det må være op til det internationale samfund at skabe de bedste rammer for reguleringen af rummet, uanset de mange formål. På denne måde kan vi forsat sikre, som det hedder i første artikel i OST, at rummet vil være et sted, der er til gavn for hele menneskeheden.

Elon Musk og SpaceX har planer om at kolonisere Mars. Her er et bud på, hvordan en by på Mars kan se ud. Foto: SpaceX



Vinger i rummet

TEKST: MARIANN ALBJERG
MEDLEM AF ADVISORY BOARD FOR DTU
SPACE, NASA EMERITA.

Mariann Albjerg arbejdede i mange år med Space Shuttle-program for NASA og fortæller her om sine oplevelser med rumfart.

7. Februar 2018. Solen skinner det er en dejlig dag, pludselig bliver freden brudt af Skype, Arthur stryger som en raket ud gennem kattelemmen og jeg accepterer opkald fra Dave, en U.S. Marine, som jeg har arbejdet sammen med hos NASA.

”Har du set videoen med SpaceX Heavy” nej! svarer jeg ” Elon Musk siger at Falcon Heavy har 50-50 chance for succes - Ars Technica. Raketten bliver sendt afsted fra Kennedy Space Center (KSC) i Florida om 40 minutter. Ved det vil få dit rum hjerte til at banke” Jeg fandt lynhurtigt videoen, modellen så fantastisk ud. En Tesla som ballast, i spidsen på den store raket, på vej ud i vores solsystem, rundt om Solen. Inden længe var der også direkte transmission af opsendelsen fra NASA og på dansk TV, går nedtællingen -3-2-1-lift off. Da den store raket forlader opsendelses rampe 39A, hvor The Space Shuttle plejede at blive sendt

op, kunne man fornemme succes. De to booster raketter separerede, blev skudt af nøjagtig som planlagt, det gav følelsen af vi var på vej til en ny fremtid indenfor rumfart. Men de to booster raketter havde stadig en opvisning på programmet, at bevise det kunne lade sig gøre at lande igen, dér hvor de var blevet sendt afsted. Helt synkront vippede de rundt og fløj tilbage til KSC, hvor de landede elegant side om side på rampen og parat til det næste store spring mod rummet. Det var tid til at fejre den største raketopsendelse siden Apollo. Det er svært at forstå at NASA, som verdens førende rumfarts-organisation ikke i dag er i stand til at sende astronauter i rummet, til Low Earth Orbit (LEO) hvor International Space Station (ISS) er i omkreds om Jorden. Siden 2011 har NASA gennem samarbejde med Rusland, sendt amerikanske astronauter op fra Baikonur Cosmodrome i Kazakhstan, til ISS

med den Russiske Soyus som også har bragt dem tilbage til Jorden, med en hård landing.

Uden nogen afløser for Space Shuttle, til at transportere astronauter til ISS, har NASA anmodet private firmaer om at opfinde de nye kompetencer indenfor rumflyvning og forestå udviklingen af de teknologier, der skal bruges til bemannet rumfart. Det har medført et stort NASA samarbejde med flere repræsentanter fra rumfartsindustrien

SpaceX Heavy sendes afsted fra Kennedy Space Center i Florida (nederst) og de to booster raketter lander igen synkront. Billede: SpaceX



i USA. Ud over SpaceX, er Boeing en skarp konkurrent i kapløbet om at levere bemandet transport til ISS. Udviklingen af "CST-100 Starliner spacecraft" er langt fremme og Boeing planlægger prøveopsendelse i 2018. Samtidig er Virgin Galactic fokuseret på videnskabelig rumflyvning, men også rum-turisme er et mål i programmet. NASA astronauter, universiteter og rumindustriens partnere, arbejder også på udvikling af nye rumdragter, der skal bruges når vi skal længere ud i rummet. Her er vægt, komfort og fri bevægelighed af stor betydning. Nye rumdragter skal også tilpasses opgaverne, der er forbundet med omgivelserne og kunne modstå det hårde miljø på Månen og andre steder vi har planer for rumrejser. SpaceX's rumfartøj, "Dragon" har allerede udvekslet eksperimenter og daglige fornødenheder til International Space Station (ISS). I samarbejde med NASA videreudvikles de systemer der er nødvendige til at kunne foretage bemandet transport til og fra rummet. Det er fordyrende og kræver betydelig større krav til sikkerheden. SpaceX Heavy har med sin succesfulde demonstration af det nye program, taget det første skridt til vildere rumforskning og kan blive den kapacitet der bruges til at sende et bemandet rumfartøj længere væk fra Jorden, til Månen og videre til Mars. Med et industrielt udbud i samarbejde med NASA, vil hele verden kunne drage nytte af de nye tiltag, der vil stå til rådighed for rumforskere i hele verden. ISS er den ideelle platform til at lave observationer uden for Jordens atmosfære i LEO. Her kan man studere ændringer på Jorden, observere planeterne omkring os og se længere ud i verdens rummet. Den fuldt bemandede ISS har især



NASA SpaceX Dragon. Billede: NASA

fokus på menneskets tolerance, både fysisk og psykisk, ved ophold længere tid i rummet. Det er af stor betydning, når rumflyvninger skal tage os på langvarige flyvninger væk fra vores hjemlige planet. Bemærkelsesværdigt er det fine forhold blandt den internationale besætning i rummet, hvor den danske astronaut Andreas Mogensen også har deltaget. Samarbejdet mellem NASA, ESA, Rusland og andre rumfartsorganisationer om at udveksle astronauter, og levere alle de nødvendige leverancer af mad og reservedele til ISS, fungerer uden politisk indblanding og helt professionelt ombord på ISS.

APOLLO

Mange unge i dag har ikke oplevet USA's månelandinger, der foregik i 1960-70'erne. Det var den 19. december, 1972 at den sidste Apollo kapsel med tre astronauter, landede i Stillehavet, efter en vellykket Apollo 17 ekspedition. Seks af Apollo flyvningerne landede på forskellige områder på Månen. 12 astronauter udførte opgaver, eksperimenter og opsamlede materiale, der blev bragt med tilbage til Jorden. Siden har

forskere kunnet studere månestenene så vi i dag har en bedre forståelse af dens sammensætning og oprindelse. 46 år er gået uden mennesker har været længere væk end ca. 500 km, i LEO, omkring Jorden. Men det har bestemt også været en spændende del af rumforskningen.

SKYLAB

NASAs første bemandede rumstation var Skylab, der fungerede fra 1973 som forskningslaboratorium, hvor man især kunne studere rummets påvirkning på mennesker ved ophold i vægtløshed i længere tid. Det var også en udmærket platform for observationer af Jorden, Solen og universet. I 1979 var missionen fuldført, og Skylab blev styret ind i atmosfæren, tilbage til Jorden, for at undgå at den skulle blive til rum affald. Det blev min første oplevelse indenfor navigation i forbindelse med rumflyvning. Det vigtigste var at Skylab skulle brænde op under indflyvningen uden at brudstykkerne kom til at gøre skade på Jorden og det lykkedes.

The Space Shuttle, Rumfærgen eller bare Shuttle

Johnsons Space Center (JSC) i



NASA Earth Rise from Apollo 8.
Billede: NASA



NASA Skylab. Foto: NASA

Houston, er centeret for bemandet rumfart. Det var to år før den første Shuttle opsendelse og størstedelen i den gruppe af flyvekontrollører, der blev mine nye kolleger, havde været ansvarlige for Apollo programmet og taget del i at lande mænd på Månen. De havde været med fra starten før Mercury, optaget af rumfart hele deres liv så pensions alderen nærmede sig. De kunne dog ikke betales for at holde op med at arbejde videre for NASA, det vigtigste for dem var at være med til at se den

første Space Shuttle blive sendt op fra affyringsrampen, flyve i rummet og derefter lande på en landingsbane som et fly.

Det ambitiøse Shuttle program var teknologisk langt foran sin tid. NASA styrede i samarbejde med rumfartsindustrien, programmet til udvikling af de nye teknologier, hvor der var fokus på genbrug af Shuttle rumskibet, der med sine vinger kunne lande på Jorden efter hver ekspedition. Kun brændstof tanken blev ikke genbrugt. De to booster

NASA Space Shuttle landing. Foto: NASA



raketter blev samlet op af "the Coast Guard" efter de landede i vandet ud for Floridas kyst og renoveret til efterfølgende opsendelse. Førrende ingeniører ved NASA, med erfaring i design af rumfartøjer helt fra Mercury, Gemini og Apollo til Shuttle, havde allerede i 1960erne overvejet booster raketter der skulle flyve retur til opsendelsesrampen, men det blev opgivet som for stor en teknologisk udfordring. Det har taget mere end et halvt århundrede at udvikle den lille detalje som SpaceX nu har udviklet og bevist kan fungere.

Shuttle programmet var enestående for NASA, gennem 30 år, fra 1981 til 2011 som et redskab designet til mange opgaver i rummet. Shuttle kunne løfte store ting som satellitter til LEO, ligesom det var en givet opgave at transportere alle modulerne til ISS, så de kunne blive samlet af astronauter medens de var i kredsløb om Jorden.

Meget tidligt, blev reparation af satellitter, der behøvede servicering en opgave og man udviklede procedurer, så astronauter som var ombord på Shuttle kunne foretage udskiftning af instrumenter der var holdt op med at fungere.

I 1984 blev Solar Maximum Satelliten den første i serien af udfordringer. Den var før opsendelsen blevet udstyret til servisering med "håndtag" så astronauter kunne håndtere den. Med Shuttle kunne man lave rendezvous, mødes med Solar Max, fange den med robot armen og placere den fastspændt i lastrummet. Her kunne astronauterne udføre de planlagte opdateringer, inden den igen blev parkeret i rummet til at fortsætte observationerne af Solen.

Satellittens forlængede levetid, var en stor besparelse med videnskabelig bonus.



NASA Satellitter til salg. Foto: NASA

Da to kommunikationssatellitter, PALAPA og WESTAR efter at være opsendt med Shuttle til LEO ikke kunne starte raketmotoren, der skulle tage dem til geosynkron omkreds, kunne man ni måneder senere bringe de defekte satellitter med tilbage i lastrummet. To andre velfungerende satellitter havde givet plads ombord på Shuttle til retur flyvningen. Derefter kunne de kunne blive repareret for senere genopsendelse. Da Hubble Space Telescope (HST) efter opsendelsen i 1990, fik konstateret en bygningsfejl på et spejl, der gjorde det ude af stand til at fokusere i rummet, var det Shuttle der kunne flyve op med de nødvendige reservedele så astronauter kunne udføre de korrektioner der skulle til. Med yderligere fire Shuttle service besøg til HST, hvor instrumenter blev udskiftet og opdateret sidste gang i 2009, forventer man at HST kan fortsætte i det videnskabelige arbejde indtil 2030-40 hvor det ved endt tjeneste, skal styres ind gennem Jordens atmosfære, hvor det vil brænde op. Det er et krav for at undgå at det ikke ender som rum affald, til fare for andre rumfartøjer i LEO.

Disse funktioner har ikke været mulige siden afslutningen af Shuttle programmet i 2011, hvor de vinger der fløj i rummet gik på pension og nu er udstillet på museer i USA. Space Shuttle startede med at flyve i 1981 med Space Transportation

System (STS)-1 og programmet varede i 30 år, kun midlertidigt afbrudt af to fatale ulykker, og var et pålidelig værktøj indenfor alle områder af rumforskning.

Fremtiden

Den sidste flyvning STS-135 med Shuttle Atlantis, blev opsendt den 8. juli, 2011. Med ombord havde besætningen et amerikansk flag der havde fløjet ombord på Columbia, STS-1. Flaget blev overdraget til besætningen ombord på ISS, hvor det skal blive indtil den næste bemandede opsendelse fra USA, skal bringe det tilbage til Jorden. Flaget skal derefter opsendes igen fra USA, med den første bemandede rumrejse hvor målet ligger udenfor Jordens nærmeste omkreds.

NASA's budgetter blev i 2017 godkendt af Kongressen i USA, sammen med nye visioner for rumforskning, om at tage tilbage til Månen og bygge en base, for derefter at sætte kursen videre ud i vores solsystem med bemandet flyvning til Mars. Det åbner nye muligheder for NASA i samarbejdet med industrien og vil samtidig øge interessen for uddannelse og studier, med fokus på rumteknologi og videnskab.

Bemandet rumfart er farligt men

fascinerende, fordi det kræver ubetinget samarbejde og forståelse indenfor alle discipliner. Når det lykkes er det fordi hver enkelt tager ansvar for sit område. Det er en tæt integreret gruppe, hvor man har fuld tillid og ved at alle yder sit bedste. Det skaber verdens omspændende venskaber og netværk for livet.

SpaceX står for den næste ubemandede opsendelse for NASA til ISS, planlagt til den 2. april, 2018 [red.: vellykket opsendelse - læs mere i andre artikler]. Med en Falcon-9 raket bliver "Dragon" rumfartøjet som en del af Commercial Resupply Services (CRS-14) opsendt fra Cape Canaveral i Florida. Dragon skal udover at levere forsyninger og udstyr til ISS også medbringe den danske instrument platform, Atmosfære-Space Interactions Monitor (ASIM) der er udviklet af DTU Space i samarbejde med Thermo. Den skal placeres udvendig på ESA modulet, "Columbus" hvor ASIM skal foretage observationer af tordenvejr i Jordens øvre atmosfære. Det er med de bedste ønsker for en vellykket opsendelse og en succesfuld videnskabelig fremtid for ASIM, at jeg afslutter denne historie.

NASA Sidste Shuttle flyvning. Foto: NASA



Danske skoler og virksomheder i rummet

TEKST: SIMON OLLING REBSDORF, ESERO DENMARK MANAGER,
NATURVIDENSKABERNES HUS

Hvis det skal lykkes at øge interessen for de naturvidenskabelige og tekniske uddannelser, skal der sættes ind i de første led af fødekæden: Grundskolen og ungdomsuddannelserne. ESERO Denmark bygger videre på succesen med den danske rummission, hvor Andreas Mogensen som den første danske astronaut arbejdede på den internationale rumstation, ISS.

Det skolerettede projekt Rumrejsen 2015 tog udgangspunkt i Andreas Mogensens IRIS-mission til den internationale rumstation. Projektet har haft stor indflydelse på, at både danske lærere og deres elever er blevet interesseret i rumfarten som et spændende afsæt for naturfagsundervisningen - ikke mindst pigerne har vist større interesse for astronomi end for andre science-fag. Projektet har også styrket et netværk mellem de partnere, der har været involveret i at udvikle undervisningen om rumfart, og det er med afsæt i

disse, at der i efteråret 2017 blev skabt et stærkt ESERO (European Space Education Resource Office) i Danmark.

Officiel opstart af ESERO Denmark

Et nyt ESERO-kontor blev officielt søsat onsdag den 22. november 2017 på Mærsk McKinney Møllers Videntcenter i Sorø.

Her deltog bl.a. Andreas Mogensen og repræsentanter for partnerorganisationerne. Bag arrangementet stod ESA, Uddannelses- og

Forskningsministeriet, Astra og Naturvidenskabernes Hus, der er daglig operatør for ESERO Denmark netværket.

Direktøren for Astra, Mikkel Bohm udtalte på åbningsdagen, at han ser gode muligheder for samarbejde mellem organisationer, der arbejder med uddannelse indenfor teknologi og naturvidenskab, hvilket Astra er glade for at kunne bidrage til. Science-uddannelse med fokus på rummet er en oplagt måde at engagere og motivere eleverne i

Repræsentanter af de finansierende organisationer i ESERO Denmark, samt Andreas Mogensen, ESA astronaut. Foto taget ved ESERO Launch Event hos Science Talenter. Foto: Jakob Vind.



Første række: Hugo Marée, Head of ESA Education Office, Nynne Afzelius, Leder af Science Talenter, Astra, Andreas Mogensen, ESA astronaut
Anden række: Clara Cruz Niggebrugge, ESERO and European STEM Education Projects Coordinator, Simon Olling Rebsdorf, ESERO Denmark Manager, Peter Sloth, Kontorchef i Rumkontoret, Uddannelses- og Forskningsministeriet, Kai-Uwe Schrogel, ESA Chief Strategy Officer.



CanSat gav på den europæiske konkurrence finalistholdet af gymnasieelever fra Aarhus Tech indblik og perspektiv på den internationale, sociale event, hvor de mødte andre unge med samme interesse som dem selv, kunne træne præsentation og det engelske sprog. Foto taget ved ESERO Launch Event hos Science Talenter. Foto: Jakob Vind

spændende og tværfaglig problemløsning.

Med Danmark tæller ESERO-netværket nu 12 kontorer, der dækker 14 lande af de i alt 23 ESA-lande, der alle bruger rumkonteksten til at understøtte undervisning og læring af videnskab og teknologi i folkeskolen.

Leder af rumsafdelingen i Uddannelses- og Forskningsministeriet, Peter Sloth har fremhævet den store betydning af at oprette en national ESERO i Danmark: Med skabelsen af ESERO Danmark er håbet yderligere at kunne lette og inspirere STEM-lærere, der allerede arbejder hårdt for at øge elevernes interesse for de tekniske og naturvidenskabelige fag.

Tidlig indsats er vigtig
ESERO Danmarks udfordring er at øge interessen for de natur- og teknisk-videnskabelige uddannelser gennem undervisning i rumrelaterede

emner. Folkeskolen er det første led i fødekæden til det videregående uddannelsessystem. Det har derfor stor betydning, at interessen for naturvidenskab og teknologi vækkes og styrkes allerede fra starten i folkeskolen, og at interessen holdes ved lige hele vejen op gennem uddannelseskæden.

ESA's skoleindsats, ESERO udarbejder løbende efteruddannelse til lærere, undervisningsmaterialer og konkurrencer, der styrker lærernes viden om, og undervisning i, astronomi og rumfart. ESERO Danmark har bl.a. til opgave at målrette, tilpasse og supplere dette materiale, så det harmonerer med de danske pensumkrav, læreplaner og undervisningens struktur i øvrigt.

ESERO Danmark støtter og formidler lærerkurser til grund- og gymnasieskolen, oversætter solide undervisningsforløb fra udenlandske ESERO'er, tilbyder

undervisningsmateriale og-forløb der kan bruges direkte i undervisningen samt formidler ESA's gratis lærerworkshops. I år er der f.eks. 4-dages workshops for lærere både før og efter sommer på ESTEC, ESA's R&D hovedkvarter.

På det relativt nye website www.esero.dk kan lærere finde kurser om astronomi, rumfart, jordobservationer og Den Internationale Rumstation (ISS) - og blive klædt på til undervisning i astronomi og rumfart. Desuden er der i skrivende stund 46 undervisningsmaterialer med fokus på rummet i undervisningen i ganske bred forstand, og til alle klassetrin.

ESERO Danmark får desuden støtte til at organisere den årlige nationale **CanSat-konkurrence for gymnasieelever**, som løb af stabelen 18.-20. april i samarbejde mellem Naturvidenskabernes Hus, Aalborg Universitet Space og Astra.

Vinderholdet på max seks elever samt deres lærer får betalt turen til den europæiske finale, som i år finder sted på portugisiske Azorerne. **Astro Pi** er et andet initiativ, som også finder sted i Danmark. Her programmerer elever i grundskolen eller gymnasiet en minicomputer, programmet uploades til den Internationale Rumstation, og eksekveres af en identisk minicomputer (Raspberry Pi) deroppe, 400 km over jordens overflade. Et andet landsdækkende arrangement er Mission X for mellemtrinselever, som har rod i amerikanske NASA og fokuserer på fysisk bevægelse for børn, igen under et rummissionstema. Tycho Brahe Planetariet koordinerer denne indsats.

Der er mange planer for fremtidige aktiviteter, og lige nu lokker ESA's forestående månemission i 2020, og med den kommende totale måneformørkelse 27. juli, udvikles der lige nu forskellige aktiviteter med Månen og månebaser og rummets udforskning som omdrejningspunkt.

Danske virksomheder i rummet

En national strategi om at øge Danmarks engagement i rumfart har som mål, at danske virksomheder kan byde ind med teknologi, knowhow m.m. ESA har derfor også åbnet op for skole-virksomhedssamarbejder. Det er meget glædeligt.

Naturvidenskabernes Hus har skole-virksomhedssamarbejde som sit vigtigste nicheområde, og internationalt har ESERO også fokus på dette område. Det er bevist af uafhængige forskere, at skole-virksomhedssamarbejde og andre samarbejdsaktiviteter mellem skoler og industri er særligt motiverende hos børn og unge.

Dette er grunden til, at ESERO Danmark med rod i Naturvidenskabernes Hus afsøger de knapt 150 danske up- og downstream rumfartsvirksomheder for at skabe møder mellem elever og ansatte rollemodeller i rumfartsindustrien. Upstream betyder genstande, der fragtes ud i rummet, mens downstream typisk dækker over data fra rummissioner og satellitter. Vi forsøger f.eks. i et samarbejde med

DTU Space at arrangere en inspirationsdag om det store ASIM-observatorium, hvor lærere kan høre forskere fortælle om deres erfaringer, og hvor fokus er at tænke aktuelle rummissioner som ASIM ind i den naturvidenskabelige undervisning.

To virksomheder, GOMSpace og Ascend XYZ har allerede meldt sig på banen som virksomheder, der vil løfte tidens store samfundsudfordring med at tiltrække flere unge til jobs inden for naturvidenskab og teknologi. Særligt piger er en mangelvare indenfor disse områder, hvorfor det første arrangement formentlig bliver en Girls' Day in Science i Aalborg, hvor piger i gymnasiet trækkes ud af klassen for at arbejde med telekommunikation, møde kvindelige rollemodeller og lære om uddannelses- og jobmuligheder hos GOMSpace.

ESERO Denmark-netværket

ESERO Denmark er et dansk ressourcecenter for lærerkurser og undervisningsaktiviteter omkring astronomi og rumfart. Bag initiativet står ESA og Uddannelses- og Forskningsministeriet. ESERO Denmark er forankret hos Astra og koordineres af Naturvidenskabernes Hus. I styregruppen sidder desuden Tycho Brahe Planetariet og Uddannelses- og Forskningsministeriet.

Derudover bidrager en lang række interessenter til netværkets arbejde, heriblandt:

Gomspace, Ascend XYZ, Kildeskolen, Geografilærerforeningen, Fysiklærerforeningen, Aalborg Universitet, DTU Space, Aarhus Universitet, Science Museerne, Brorfelde Observatoriet, Absalon (University College Copenhagen), Center for Undervisningsmidler, Insero, Kroppedal Museum, Dansk Selskab for Rumfartsforskning og Styrelsen for Undervisnings- og Kvalitet.

Tjek websitet ud: www.esero.dk.
Og del det med din sidemand!

Læs mere om ESERO på ESA's hjemmeside Teachers' Corner

Simon Olling Rebsdorf, ESERO Denmark manager
Email: sor@nvhus.dk
Naturvidenskabernes Hus
P.E. Eriksens Vej 1
8850 Bjerringbro

Young Graduate Trainee hos ESA

TEKST: CHRISTINA TOLDBO, YOUNG GRADUATE TRAINEE, ESA

Det Europæiske Rumfartsagentur ESA ansætter hvert år omkring 100 unge, nyuddannede, såkaldte Young Graduate Trainees (YGT's) fra hele Europa. Læs mere om nogle af de forskellige projekter, man kan være involveret i som YGT.

Hvert år omkring december frigives 100 Young Graduate Trainee (YGT) stillinger øremærket nyuddannede, unge europæere. Konkurrencen er hård og ansøgningsprocessen lang, men kommer man igennem nåleøjet, får man lov at arbejde for ESA i ét år. Stillingerne er lønnede og spænder fra fysikere og ingeniører til IT-udviklere, arkitekter, designere, jurister etc. Her er seks historier fra unge, der i øjeblikket arbejder som YGTs hos ESA:



Navn: Christina Toldbo

Nationalitet: Dansk

Kort fortalt: Uddannelse med astronauter

Hvad jeg laver: Jeg er uddannet fysiker, men nu bruger jeg min viden om rummet og fysikkens love til at uddanne børn og unge over hele Europa. Jeg er bl.a. involveret i at sende uddannelsesrelaterede eksperimenter og demonstrationer til den Internationale Rumstation ISS. Vi laver også 'in-flight calls', hvor vi etablerer kontakt mellem astronauter ombord på ISS og lærere og elever i Europa, som får en enestående mulighed for at stille spørgsmål live til astronauten. Vi producerer også uddannelsesrelaterede film og undervisningsmateriale, samt organiserer konkurrencer såsom Cansat og AstroPi.

Det bedste er: At jeg får lov at arbejde med mange forskellige projekter med et hold af dedikerede mennesker og ser hvor meget energi, der bliver lagt i at uddanne den næste generation på en spændende og engageret måde.

Hvad er ESA?

ESA står for European Space Agency og er en sammenslutning af europæiske lande inden for rumfart. ESA har eget astronautkorps, opsender egne raketter og har omkring 2.200 ansatte.

De europæiske lande er i de fleste tilfælde for små til at have et stort rumprogram selv. Derfor har 22 europæiske lande samt Canada slået sig sammen for at opnå ambitiøse mål inden for rumfart og for at gøre rummet tilgængeligt for Europa. ESA er et fantastisk eksempel på internationalt samarbejde. Det nok mest kendte ESA har stået bag for

nylig er Rosetta Missionen, hvor man for første gang i verdenshistorien landede på en komet. ESA har dog også en masse andre projekter at være stolte af. Fra Columbus modulet, som er det europæiske modul på den Internationale Rumstation ISS, til Mars missioner, miljø-overvågende satellitter og europæiske astronauter: ESA er et

eksempel på, hvad man kan opnå, når mange nationer samarbejder. ESA er også unik, fordi Europa formår at arbejde sammen med de andre nationale rumfartsagenturer i verden (såsom japanske JAXA, russiske Roscosmos og amerikanske NASA), men aldrig er involveret i forsvar eller våbenindustri.



Navn: Rohan Ramasamy

Land: England

Kort fortalt: Futuristiske energisystemer

Hvad jeg laver: Jeg forsker i energisystemer for "the Advanced Concepts Team (ACT)" hos ESA. Afdelingen er ESA's innovative afdeling, hvor vi forbereder os på fremtiden. Vi forsker i futuristiske teknologier og min rolle er at forske i avancerede energisystemer, som kan være relevante for rumindustrien: F.eks. trådløs energi transmission og fusion. Ideen bag ACT er, at vi begynder tidlig forskning i koncepter, som måske kan forekomme som sci-fi nu, men som kan inspirere og starte nye forskningsfelter og i sidste ende blive til konkrete teknologier.

Det bedste er: Jeg kommer ikke selv fra space industrien og dette år som YGT har virkelig givet mig et perspektiv på hvordan jeg kan bruge min uddannelse inden for rumfart, og hvor meget den menneskelige race har potentiale til at opnå.

Navn: Denisa Dosenovicova

Land: Slovakiet

Kort fortalt: Solceller i rummet

Hvad jeg laver: Jeg arbejder med solenergi. Jeg har studeret bæredygtig energi med fokus på materialer (Material Science) og har arbejdet med at udvikle nye materialer til solceller. Jeg har altid været fascineret af rumfart, og jeg vil gerne kombinere vedvarende energi med udforskning af rummet. Jeg bruger det meste af min tid i "solar generator" laboratoriet, hvor jeg laver målinger på solceller og evaluerer, om de er egnede til ESA's projekter. I mit arbejde lærer jeg om ingeniørarbejde og design af solceller generelt, men også en masse om hvordan solpaneler designes specifikt til de enkelte rummissioner - f.eks. Rosetta, BepiColombo eller Juice. Hver mission har specifikke krav til solcellerne, og derfor er mit arbejde altid afvekslende og spændende.

Det bedste er: At jeg får en masse hands-on erfaring i et af de bedste laboratorier i Europa, og at jeg er omgivet af så mange specialister.



Navn: Kristoffer Dalby

Nationalitet: Norsk

Kort fortalt: IT

Hvad jeg laver: Mit job som YGT omhandler automatisering af infrastruktur og "DevOps" i ESA. Jeg arbejder med udvikling af selvbetjeningsløsninger og bygger platforme, som ansatte kan køre deres kode og programmer på. Samtidig er jeg en del af et større projekt, som udvikler den næste version af ESACloud (sky-tjenesten som ESA tilbyder internt).

Det bedste er: Friheden jeg har. Jeg får meget tillid fra mine ledere, som lader mig arbejde med de teknologier jeg mener er mest relevante, og som jeg synes er spændende. Det sociale miljø er også helt fantastisk. Her er mange kloge og engagerede mennesker, som alle er her for at have et lærerigt år.



Navn: Danielle O'Driscoll

Land: England

Kort fortalt: Strukturel analyse af rumfartøjer

Hvad jeg laver: Jeg er interesseret i strukturer, især i udfoldelige strukturer. Disse kan potentielt være lige så modstandsdygtige som konventionelle strukturer, men meget lettere og med mindre volumen. I mit speciale designede jeg et udfoldeligt solpanel, som brugte ideer fra origami. Hos ESA arbejder jeg også med strukturer, men på en lidt anden måde: Når en raket opsendes, kan vibrationerne fra motorerne gøre skade på lasten, raketten bærer. Derfor simulerer vi opsendelsen i en test og analyserer udfaldet.

Det bedste er: At være omgivet af så mange passionerede mennesker inden for rumfart og videnskab.



Navn: Adam McSweeney

Nationalitet: Svensk/engelsk

Kort fortalt: Fremtidig Mars mission

Hvad jeg laver: Mit hold er med til at definere Europas næste mission til den Røde Planet. Vi evaluerer forskellige potentielle missioner i deres tidlige udtæknings- og designfase. Vi laver trade-off analyser for at besvare spørgsmål såsom, hvilken raket er bedst til at opsende vores mission og hvilken bane omkring Mars vil vi ramme. Jeg er involveret i at definere krav og evaluere forslag fra europæisk rumindustri (som i sidste ende er dem, der vil bygge den Mars-mission vi ender ud med).

Det bedste er: At være midt i en process, som designer en mission, som en dag vil være med til at opdage en ny verden. Det er også fascinerende at lære og se hvordan lande kan arbejde sammen for at få disse komplekse missioner til at lykkes og lave fantastiske opdagelser.

Lidt om ESA: ESA blev dannet i 1975 og består idag af de 22 medlemslande Belgien, Danmark, Estland, Finland, Frankrig, Grækenland, Holland, Irland, Italien, Luxembourg, Norge, Polen, Portugal, Rumænien, Schweiz, Spanien, Storbritannien, Sverige, Tjekkiet, Tyskland, Ungarn og Østrig. Canada har en særlig status som samarbejdende land.

Alle de ovenstående beskrivelser er fra YGTs, som arbejder ved ESTEC (European Space Research & Technology Centre) i Holland. ESTEC er ESAs tekniske hjerte og langt det største: alene ved ESTEC arbejder omkring 70 % af alle YGTs. De resterende 30 % er fordelt mellem otte ESA-centre i Europa.

Generelt så giver YGT-programmet nyuddannede mulighed for at få deres første job inden for rumfart. Men en YGT-stilling er også en fod indenfor i rumindustrien. De fleste YGTs forlader ESA efter kontrakten på et år udløber og fortsætter deres arbejde og forskning i den europæiske industri, mens mellem 5-10 % af YGTs forbliver hos ESA. Under alle omstændigheder er en YGT-stilling en fantastisk lærerig oplevelse og ikke mindst en mulighed for at arbejde på rumprojekter, skulder ved skulder med nogle af Europas bedste videnskabsfolk og ingeniører.

Når videnskaben bliver til musik

A Universe from Nothing

TEKST: CHRISTINA BLANGSTRUP DAHL,
FORMIDLER, ORIGINS2017

Musik og naturvidenskab går kun sjældent hånd i hånd – men det var tilfældet i Origins2017-projektet, hvor både rummeligheden og evolutionsbiologien kom ind i koncertsalen. Her fortæller formidler Christina Blangstrup Dahl mere om, hvordan Origins2017 gav astrofysikken en ny stemme.

Gentænk videnskaben. Det var udgangspunktet for Origins2017-projektet, og det var ikke nødvendigvis et let udgangspunkt; der er immervæk en del forskere rundt omkring, som allerede tænker grundigt over deres fag. Udfordringen blev både lettere og sværere af, at folkene bag projektet ikke var videnskabsmænd, men musikere. Lettere, fordi kunsten allerede står udenfor videnskaben og dermed kan se den med et anderledes blik – og sværere, fordi der selvkært ikke var nogen videnskabelige kompetencer blandt hverken komponist eller tekstforfattere.

Grundtanken var imidlertid klar. Udgangspunktet for komponist Niels Marthinsen var, at der er en modsætning mellem videnskabens betydning for vores samfund og den plads, som den indtager i vores bevidsthed. Vores kultur – eller dannelse, om man vil – rummer alle de store historier fra kunsten. Men selvom videnskaben uomtvisteligt har en enorm betydning for os, fylder den ikke nødvendigvis særlig meget i vores bevidsthed.

Formålet med Origins2017 var således:

1. At give videnskaben en plads som en del af vores dannelse
2. At give publikum en fagligt funderet oplevelse af videnskaben

To af værkerne i projektet handlede om astrofysik og to værker om evolutionsbiologi. Her fortæller vi mere om A Universe from Nothing (og ja, titlen er naturligvis venligt udlånt af Lawrence Krauss). Teksten til værket er skrevet af Ursula Andkjær Olsen med konsulentbistand af Anja C. Andersen – en finurlig og mangesidet tekst, som takket være det usædvanlige samarbejde mellem forsker og forfatter ubesværet forbinder de astrofysiske fakta med menneskets grundvilkår.

Et kernepunkt i formidlingen af de fire værker var, at koncerterne ikke måtte blive endnu en løs kunstnerisk fortolkning af noget vagt ”videnskabsagtigt”. Den slags er

allerede gjort i den klassiske musik – måske mest kendt i Gustav Holsts ”Planeterne”, hvor komponisten ikke skelner mellem astronomi og astrologi. I Origins2017 skulle der i modsætning hertil være en videnskabelig faglighed og en læringsdimension til alle koncerter – også udover den, som teksten giver.

Den udfordring løste vi på forskellig vis til de tre opførelser af A Universe from Nothing. For det første var der en billedside til alle tre koncerter, der gengav teksten og fortolkede den gennem en række billeder, både af rummeligheden og af byrummet i Aarhus. Billedsiden blev lavet i samarbejde med Stellar Astrophysics Centre på Aarhus Universitet, og

Under opførelsen af A Universe from Nothing kunne publikum følge med i Ursula Andkjær Olsens tekst undervejs. Foto: Lærke Sofie Glerup Hansen



billederne af rummeligheden var således autentiske billeder, ikke kunstneriske fortolkninger. På den måde gav vi publikum en visuel oplevelse, der samtidig var fagligt velfunderet.

I forbindelse med koncerterne havde vi desuden optakter af en række eksperter. Til første koncert tog astronom Ole J. Knudsen udgangspunkt i teksten til værket og gav publikum en oversigt over universets skabelse – på en halv time. Til den anden koncert fortalte Anja C. Andersen og Steen Hannestad om de seneste resultater indenfor forskningen i astrofysik, og til den tredje koncert stod Anja C. Andersen for introduktionen.

Kombinationen af de forskellige

elementer gjorde, at koncerten blev meget mere end en musikalsk oplevelse; den del var sikret på forhånd. Udfordringen var at få hardcore videnskab til at spille sammen med den "bløde" kunst – og det lykkedes i meget høj grad, både i kraft af billedsiden, der både videregav teksten og fortolkede musikkens indhold, og takket være kvaliteten af de deltagende formidlere.

Kombinationen åbnede samtidig op for et helt nyt publikum. Der er ikke nødvendigvis et stort overlap mellem klassiske musikere og astronomiinteresserede – men begge publikumsgrupper fik udvidet deres horisont til koncerten, og at dømme efter køen for at komme til at stille foredragsholderne spørgsmål efter

koncerten blev både den musikalske og den videnskabelige nysgerrighed vakt af koncerten.

Succesen kom ikke mindst i hus på grund af samarbejde mellem forskellige partnere. Både Aarhus Universitet, Folkeuniversitetet i Aarhus og DOKK1 (hovedbiblioteket i Aarhus) bidrog i høj grad til, at astrofysikken kunne få en helt ny stemme – en stemme, som ikke blot var underholdende, men også lærerig. Skulle andre have lyst til at formidle naturvidenskab på en ny måde, må anbefalingen derfor være: Tænk nyt – og find gode samarbejdspartnere, både når det gælder markedsføring og formidling.

Uddrag af teksten til "A Universe from Nothing" af Ursula Andkjær Olsen, konsulent: Anja C. Andersen

GENNEMSIGTIGT
først er universet taget
først er universet uklart

først efter 300.000 år
trænger lyset igennem!

først er universet taget
først er universet uklart

først efter 300.000 år bliver
UNIVERSET
GENNEMSIGTIGT FOR LYS!

BIG RIP

hvis
universet udvider sig i al evighed
sådan at
universet bliver stadig mere fortyndet
sådan at
galakserne, solsystemerne, stjernerne, planeterne,
organismerne, cellerne, molekylerne, atomerne,
partiklerne
bliver ensommere og ensommere

så vil
hver galakse digte i ensomhed indtil den bliver revet
fra hinanden
hvorefter
hvert solsystem vil digte i ensomhed indtil det bliver
revet fra hinanden
hvorefter
hver stjerne vil ...





Anja C. Andersen fortæller for en fyldt aula på Aarhus Universitet. Foto: Lærke Sofie Glerup Hansen

A Universe from Nothing

(Origins2017)

Komponist: Niels Marthinsen

Tekst: Ursula Andkjær Olsen – konsulent: Anja C. Andersen

Orkester: Århus Sinfonietta

Kor: Vokalensemblet GAIA

Dirigent: Søren K. Hansen

Foredragsholdere: Ole J. Knudsen, Anja C. Andersen og Steen Hannestad

Samarbejdspartnere: Folkeuniversitetet Aarhus, DOKK1 og SAC, Aarhus Universitet

Opførelser i Aarhus og København, april 2017



På www.origins2017.com findes der undervisningsmateriale i tilknytning til projektet (folkeskolens 9. klasse samt Fysik B i gymnasiet)

Forskelligt

DanSTAR (Danish Student Association for Rocketry)

DanSTAR (Danish Student Association for Rocketry), <http://www.danstar.dk/> er den hidtil første danske studenterorganisation, der beskæftiger sig med raketvidenskab. Deres mission er at fremme vidensdeling og -skabelse indenfor området men samtidigt også at få offentlighedens øjne op for et felt, der er voldsomt accelererende. DanSTAR har bosat sig på DTU og har medlemmer fra adskillige institutter og Maskinmesterskolen København. Et nøgleprincip i foreningen er, at alle der brænder for raketteknologi skal have lov til at arbejde med det, for det største mål for den halvanden år gamle forening er nemlig at deltage i den amerikanske konkurrence Spaceport America Cup, med studerende og amatører fra alle lande. Spaceport America Cup er en konkurrence, der for nyligt er åbnet op for udenlandske studerende. Det gælder om at ramme tre eller ni kilometer så præcist som muligt indenfor en selvvalgt fremdriftsmetode. DanSTAR vælger at stille op med en bi-propellant væskemotor.



Dansk Selskab for Rumfartsforskning og DanSTAR delte stand under DSE-messen

Den 21.-22. marts var der DSE-messe på DTU, Lyngby og Dansk Selskab for Rumfartsforskning delte stand med DanSTAR. DSE-messen giver studerende og nyuddannede mulighed for at komme i dialog med virksomheder og der er også et område på messen, hvor foreninger kan holde til.

IAC 2018 i Bremen, Tyskland

IAC (International Astronautical Congress) - årets store rumkongres - foregår i 2018 i Bremen i det nordlige Tyskland. Temaet for IAC 2018 er #involvingEveryone. Der var i år indsendt et rekordstort antal abstracts på 4.300. Heraf inviteres en del til at give mundtlige præsentationer i løbet af kongressen eller til at lave en interaktiv præsentation. Vil DU med til Bremen i oktober, så klik ind på www.facebook.com/rumfart og tilmeld dig under begivenheden, så bliver du holdt orienteret om mulighederne.



TEAM
GERMANY
PRESENTS



69TH INTERNATIONAL

ASTRONAUTICAL CONGRESS

BREMEN | 1 TO 5 OCTOBER 2018





Yuri Gagarin
Første mand i rummet
12. 04. 1961

Buste af Juri Gagarin ude foran DTU Space, Lyngby

