



IDA Space netværk og podcast

Bliv trainee i SatCen - 'Europe's Eyes in the Sky'

Klimaet på Mars

Danmarks rumstrategi 2025-2035

Mikroalger på astronautens menukort

Jagten på livets og materialers grænser i rummet

Kan livets molekylære byggesten dannes i rummet?



*Dansk Selskab for Rumfartsforskning kunne den 20. september 2024 fejre 75 års jubilæum. Det blev markeret med et arrangement på Experimentarium på 75 års dagen for selskabets grundlæggelse. Her ses Finn Willadsen, en af selskabets trofaste støtter gennem mange år, i gang med at give et overblik over nogle af de mange vigtige rumfarts begivenheder, der har fundet sted i løbet af den tid selskabet har eksisteret. Billede: Lykke Pedersen*



# Dansk Selskab for Rumfartsforskning

Redaktionelt  
Udgiver: Dansk Selskab for  
Rumfartsforskning  
Dansk Rumfart nr. 82, 2025  
ISSN 0905-2410

Redaktionen:  
Lykke Pedersen (ansvarshavende  
redaktør)  
Finn Willadsen  
Caroline Wittenberg  
Henni Kanstrup  
Steen Finsen  
Martin Robert Knudsen

Kontakt redaktionen  
[info@rumfart.dk](mailto:info@rumfart.dk)

Tryk: Jannerup  
Oplag: 1.500  
Layout: Cristina Benescu

Forsidebillede: 75 års jubilæumslogo  
for Dansk Selskab for  
Rumfartsforskning  
Billede: Ide/Design, Lykke Pedersen/  
Cristina Benescu

Bagsidebillede: En del af  
Kattepotetågen  
Billede: NASA, ESA, CSA, STScI

Indhold til Dansk Rumfart:  
Artikler og indlæg i bladet er udtryk  
for forfatterens personlige  
meninger og kan ikke  
nødvendigtvis 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 foredrag, udgive bladet Dansk Rumfart med artikler om rumfart og - især danske - rumfartsprojekter, og drive hjemmesiden [rumfart.dk](http://rumfart.dk), hvor du kan læse om selskabets aktuelle arrangementer og finde masser af baggrundsinformation på vores faktasider om rumfart.

## Bliv medlem:

Du vil få tilsendt bladet Dansk Rumfart og det norske blad Romfart, der udkommer fire gange årligt. Desuden udsender vi e-mails med oplysninger om arrangementer og aktuelle nyheder. Som medlem kan man også få rabat på deltagelse i konferencer, der arrangeres af IAF (International Astronautical Federation), bl.a. den store rumkongres, IAC (International Astronautical Congress), der finder sted en gang om året.

Indmeldelse foretages via menupunktet "Bliv medlem" på selskabets hjemmeside [www.rumfart.dk](http://www.rumfart.dk).

## Årskontingenter:

Ordinært medlem: 300 kr  
Studerende: 175 kr  
Firmaer kan også blive medlem af selskabet.

**Tak til IDA Space for støtte til udgivelsen.**



Udenfor Jordens beskyttelse. Jagten på livets og materialers grænser i rummet  
**s. 6**



Mikroalger på astronautens menukort i fremtiden  
**s. 12**



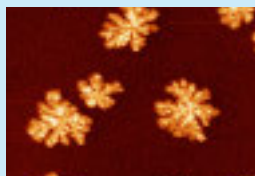
Klimaet på Mars  
**s. 16**



Det Europæiske Satellitcenter - 'Europe's Eyes in the Sky'  
**s. 20**



Kan livets molekyler byggesten dannes i rummet?  
**s. 22**



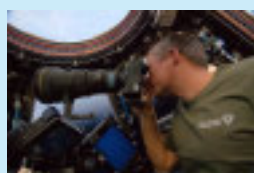
Fra rumforskning til sikkerhedsnødvendighed. Danmarks rumstrategi 2025-2035.  
**s. 28**



Min rejse ind i hjertet af den danske rumindustri  
**s. 32**



Andreas Mogensen tog billeder af Månen fra rumstationen - hvordan gik det?  
**s. 36**



Vi kom for rakterne – vi blev for fællesskabet  
**s. 39**



De første mænd på Månen - Anno 1965  
**s. 42**



Dansk Selskab for Rumfartsforskning fejrer 75 år  
**s. 44**



Forskelligt:  
To boganmeldelser  
**s. 46**



# Kære læser!

I 2024 fejrede vi 75 års dagen for grundlæggelsen af Dansk Selskab for Rumfartsforskning. Dagen blev markeret på Experimentarium med et flot arrangement, som er omtalt sidst i bladet.

Dette nummer af Dansk Rumfart er for mig også en slags jubilæum, idet jeg nu har sat magasinet sammen 12 gange i løbet af de sidste 12 år!

Vi har denne gang en artikel om netværket IDA Space og om podcasten IDA Space Talks, der nu har over 55 forskellige podcasts om rummet.

Vi har også en artikel om den danske rumstrategi og hvad den favner om, og en anden artikel handler om European Union Satellite Centre, hvor der er mulighed for at blive trainee. Vi har en sjov

historie fra et af selskabets medlemmer, der som lille dreng i 1965 var med til at tegne et månelandskab. Månen er også i fokus i en artikel om klima eksperimentet Earthshine (et af eksperimenterne Andreas Mogensen udførte under Huginn missionen). Klimaet på Mars bliver diskuteret i en anden artikel. Vi bringer også en beretning om hvordan man via projektarbejde i løbet af studietiden kan blive en del af den danske rumindustri. En anden spændende artikel handler om dyrkning af alger i rummet (se billedet nedenfor). Der er også en artikel om arbejdet med at opbygge en europæisk forskningsfacilitet til forskning i liv og materialeteknologi på Lunar Gateway. Samt en artikel om mon livets molekulære byggesten kan

dannes i det interstellare rum? Endelig er der også to boganmeldelser sidst i bladet - den ene om terraforming af Mars og den anden om astronomiske anekdoter.

Tak til alle, der har bidraget med indhold til bladet. God fornøjelse med læsningen!



*Lykke Pedersen, cand. scient., formand for Dansk Selskab for Rumfartsforskning, redaktør på Dansk Rumfart.*



*Affyring: Launch af NASA's SpaceX CRS-32 mission fra Kennedy Space Center kl. 04.15 d. 21. april 2025. Billede: Anne Christine Hastrup, Teknologisk Institut. Læs mere om SOPHONSTER projektet, der var med ombord, i artiklen "Mikroalger på astronautens menukort i fremtiden" på side 12.*

# Udenfor Jordens beskyttelse. Jagten på livets og materialers grænser i rummet.

*TEKST: Simon Vilms Pedersen, Chief Technology Officer, Spaceline Labs (tidligere Tenure-Track Adjunkt på Syddansk Universitet) og Nicol Caplin, Nuclear Scientist, Environment Agency (tidligere Project Scientist hos European Space Agency).*

**På Lunar Gateway vil en europæisk forskningsfacilitet udfordre både liv og materialeteknologi i det barske miljø som det ydre rum byder på. Resultaterne kan blive afgørende for menneskets fornyede sult på at sætte mennesker på Månen og Mars.**

## Et laboratorium uden for Jordens beskyttelse

Placeringen af eksperimenter uden for Jordens magnetosfære har i årtier været et centralt ønske fra astrobiologer og materialeforskere verdenen over, men som hidtil kun har været delvist opfyldt.

Jordens beskyttende magnetosfære reducerer mængden af kosmisk baggrundsstråling, samt effekterne af solvinde og soludbrud, og dermed adskiller miljøet i lavt jordkredsløb (Low Earth Orbit, LEO) sig markant fra de forhold, der venter under rejser til for eksempel Månen, Mars eller længere ud i solsystemet.

Det betyder, at selv omfattende eksperimentserier på ISS eller andre platforme, kun giver et delvist billede af de udfordringer som møder biologiske systemer og materialer ude i det ydre rum.

Den ESA-ledede METIS-facilitet er et forsøg på at adressere nogle af begrænsningerne ved at studere biologiske systemer og materialer tæt på Jorden.

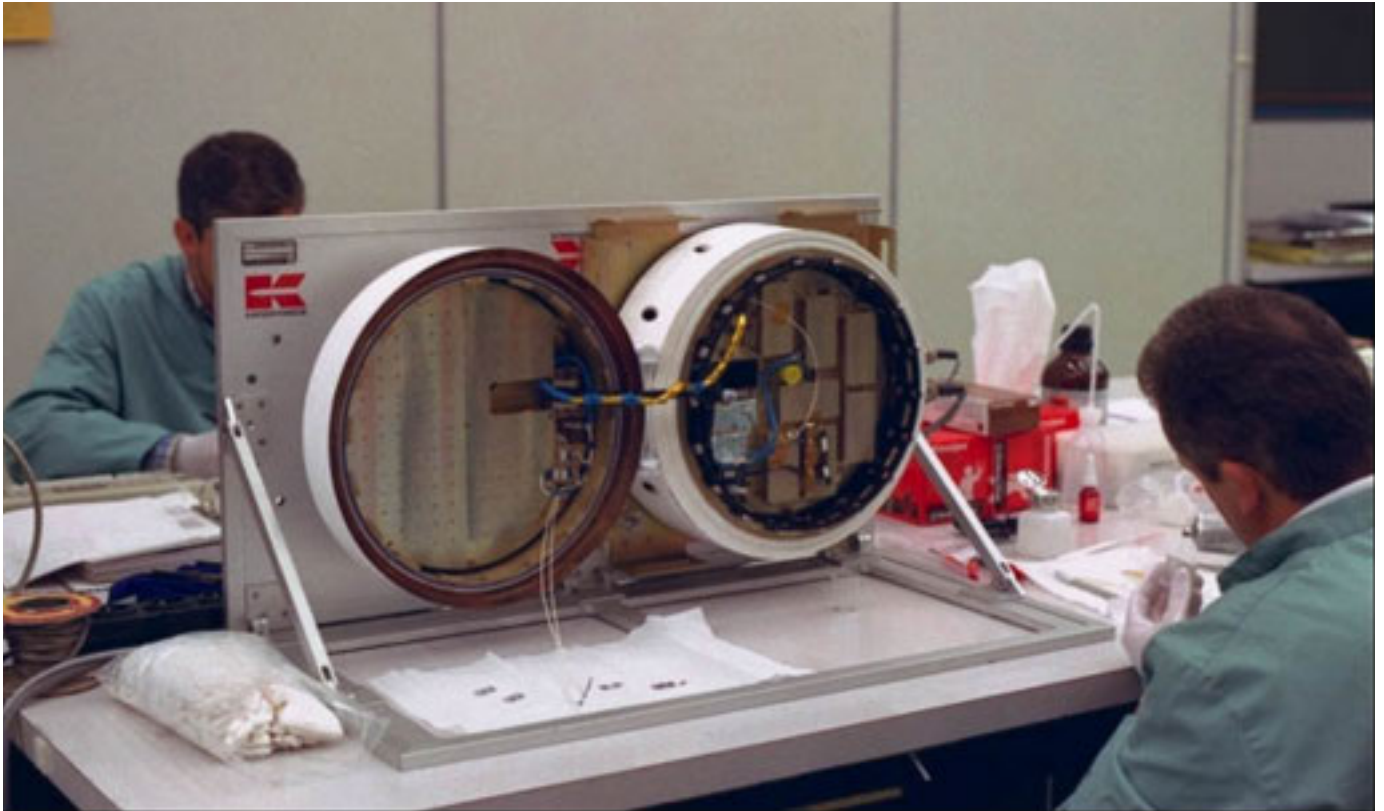
Konceptet er, på overfladen, simpelt. Ved at placere et fuldautomatisk laboratorium til eksponering af prøver på Lunar Gateway, kan prøver undersøges i et miljø uden for Jordens beskyttende magnetosfære. Analysen af, hvordan biomolekyler, mikroorganismer og nye materialer reagerer i dette miljø, skal skabe et fundament af viden der kan ligge til grund for fremtidens forberedelser og eksekvering af bemandede missioner uden for lavt jordkredsløb.

## Fra LEO til deep space, vi står på skuldrene af giganter

I årtier har forskningen i særdeleshed været drevet af eksperimenter i kredsløb tæt på Jorden, i det vi kalder Low Earth Orbit. Historisk set har ESA spillet en vigtig rolle, blandt andet med missioner

som EURECA, en satellit-baseret platform (endda med dansk deltagelse) fra begyndelsen af 1990'erne, som blev deployeret og indfanget af henholdsvis Atlantis og Endeavour rumfærgerne. Senere fulgte BIOPAN, hvor biologiske prøver blev eksponeret for rummiljøet ombord på russiske FOTON-satellitter, på forskellige missioner der strakte sig over 15 år. I nyere tid finder man EXPOSE-serien, monteret på ydersiden af den internationale rumstation, ISS, hvor prøver i årevis blev udsat for vakuum, stråling og temperatursvingninger. EXPOSE bestod af tre individuelle eksperimenter, EXPOSE-E, EXPOSE-R og EXPOSE-R2, der forløb frem til 2015.

Missionerne har leveret uvurderlig viden om, hvordan biomolekyler, mikroorganismer og materialer opfører sig, når de bringes udenfor Jordens beskyttende sfære. Ikke desto mindre er forsøg som disse langt væk fra Jorden



*BIOPAN-2 eksperimentet åbnet ved ESTEC i Holland inden opsendelse. BIOPAN-2 blev installeret på ydersiden af FOTON-11 rumkapslen, og fløj i 1997 med seks eksperimenter ombord. Billede: © ESA*

stadig en nødvendighed for at få viden om påvirkninger fra det rum-miljø, som astronauter, rumfartøjer og fremtidige habitatmoduler rent faktisk vil møde og operere i, på rejser til Månen, Mars og endda længere ud i solsystemet.

## Lunar Gateway

Lunar Gateway er den kommende internationale rumstation, der skal i kredsløb omkring månen, og som udvikles under NASA's Artemis-program i samarbejde med ESA, CSA, Mohammed Bin Rashid Space Centre og JAXA. Selvom Gateway momentært hang i en tynd tråd grundet NASAs økonomiske usikkerhed, så er der nu vished og stadig gang i Lunar Gateway på

trods af budgetnedskæringer hos NASA.

Selvom Gateway bliver langt mindre end ISS, har den en signifikant strategisk og forskningsmæssig betydning. Stationen kommer til at være den første deep-space rumstation udenfor lavt jordkredsløb, og skal fungere som knudepunkt for kommende månemissioner, men skal også tjene som forskningsfacilitet. Mere præcist kommer Lunar Gateway til at operere i en såkaldt near-rectilinear halo orbit (NHRO), hvor den kun er ca. 1500 km fra månen, når den er tættest.

I modsætning til andre mulige typer kredsløb, balancerer NHRO adgang fra Jorden med nærhed til

månen, kommunikationsmuligheder og andre operationelle parametre, herunder potentielt fremtidige sample-return missioner.

Rumstationen bliver ydermere designet således at den kan fjernopereres i op til tre år, uden menneskelig intervention ombord.

For forskere betyder det, at de for første gang kan udføre avancerede biologiske og teknologiske eksperimenter i et miljø, der i langt større grad afspejles i at sende bemandede missioner længere ud i det ydre rum, hvilket er eksistensgrundlaget for den ESA-ledet METIS facilitet.

## En ny generation af eksponerings-faciliteter

Arbejdet med METIS begyndte allerede i slutningen af 2023, hvor ESA nedsatte en international arbejdsgruppe, hvor hovedopgaven var at definere hvordan en multifunktionel eksponeringsfacilitet til Lunar Gateway skulle se ud.

Arbejdet blev fra start forankret i en lang række videnskabelige spørgsmål, samlet fra heritage-forsøg samt forskningsartikler over mange år på tværs af biologi og materialelære, som METIS-faciliteten skulle kunne besvare. Resultatet blev et koncept for en kompakt, men yderst avanceret laboratorie-facilitet, designet til at fungere autonomt efter opsendelse.

Designet blev bundet af klare rammer. Hele systemet måtte ikke fylde mere end én kubikmeter eller veje over 25 kilo, så det kunne håndteres på Gateway. Her forventes det at blive installeret i I-HAB modulet, hvor det får eksponering, og i udgangspunktet ingen beskyttelse med mindre det er krævet af forsøgsdesignet. Grundfilosofien i METIS blev et modulært design, der fleksibelt ville kunne besvare de vigtigste videnskabelige spørgsmål, og hvor udvalgte analyseteknikker kunne fungere som delvis

redundans for hinanden. Nogle moduler er blevet indrettet til at fokusere på materialer, andre på biologiske prøver, imens andre prøver kan være passivt eksponeret og blot skal returneres til laboratorier på Jorden efter en periode.

## Hvorfor er METIS vigtig for bemanded rumfart?

Den fornyede interesse for Månen og Mars har givet nyt momentum til udviklingen af eksponeringsfaciliteter i rummet. I modsætning til tidligere heritage-missioner, som er foretaget i lavt jordkredsløb, er det netop udsigten til længerevarende ophold udenfor Jordens magnetfelt, der giver METIS sin berettigelse ombord på Lunar Gateway. Den primære driver for forsøg ombord på METIS er altså ikke alene vægtløshed, men den kombinerede effekt imellem eksempelvis stråling og vægtløshed.

Helt konkret skal METIS understøtte den bemandede rumfart udenfor LEO ved at hjælpe med at afdække biologiske systemers respons i det ydre rum, samt rummets indvirkning på de materialer, der bruges i forbindelse med bemanded rumfart. METIS vil give forskere mulighed for at undersøge, hvordan DNA, proteiner og mikroorganismer reagerer, når de eksempelvis udsættes for kosmisk

stråling fra det ydre rum, og hvordan det indvirker på DNA-skade og tilhørende reparationsmekanismer. Et andet applikationsområde kunne være at identificere mikroorganismer der kunne indgå i fremtidige life-support systemer eller robuste plantearter der kan videreføres ude i det ydre rum.

Derudover skal METIS understøtte materialeforskning, som ligeledes spiller en nøglerolle i fremtidig human spaceflight udenfor LEO. Her skal METIS være med til at afdække hvordan kompositter og metaller svækkes, afprøve nye koncepter for strålings skjold, og dokumentere hvordan elektroniske komponenter kan gøres mere robuste overfor især strålingskader.

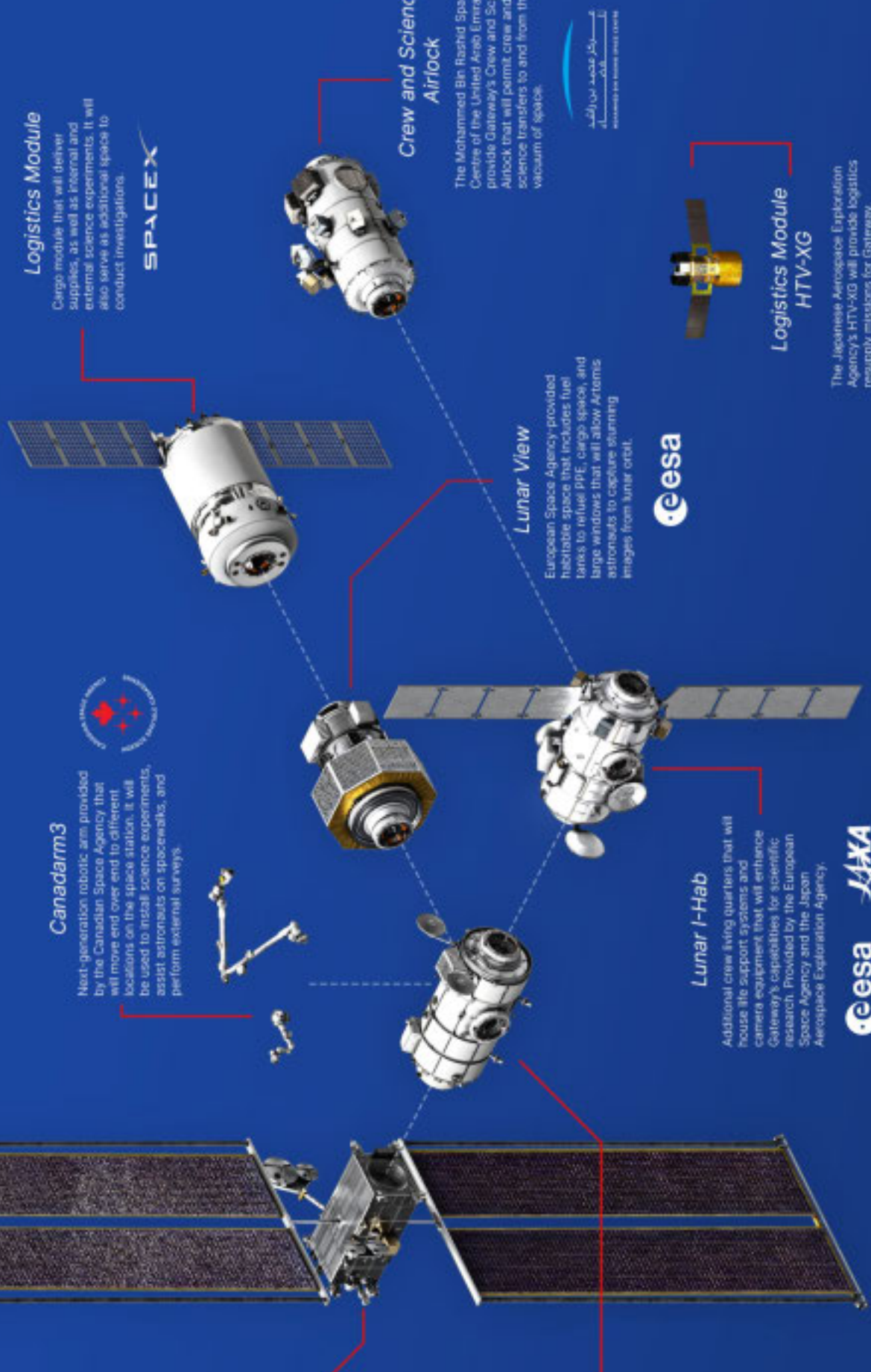
Samtidig vil faciliteten levere konkrete data om materialers såvel som biologiske systemers levetid under transit gennem Van Allen-bælterne og videre ud i solsystemet. Disse resultater er direkte anvendelige, når de næste generationer af rumdragter, habitatmoduler og rumfartøjer skal designes til fremtidens bemandede rumfart.

## Sådan virker METIS

METIS står for Multi-purpose Exposure Testbed In deep Space, og er et planlagt fuld-automatisk mini-laboratorium i kredsløb om månen med nøje udvalgt udstyr til

# GATEWAY

# Lunar Space Station Configuration and Major Partners



## Power and Propulsion Element (PPE)

Home of Gateway's power, communications, attitude control, and orbital control and transfer capabilities. Roll-out solar arrays will generate 60kw of electrical power, making it the most powerful electric propulsion spacecraft ever flown.



## Habitation and Logistics Outpost (HALO)

Initial crew living quarters with life support systems, environmental control, fire detection and suppression, water storage and distribution, scientific research capabilities, and a high-rate lunar communications system provided by the European Space Agency. The Japan Aerospace Exploration Agency is providing batteries to support HALO.



## Logistics Module

Cargo module that will deliver supplies, as well as internal and external science experiments. It will also serve as additional space to conduct investigations.



## Crew and Science Airlock

The Mohammed Bin Rashid Space Centre of the United Arab Emirates provide Gateway's Crew and Science Airlock that will permit crew and science transfers to and from the vacuum of space.



## Lunar View

European Space Agency provided habitable space that includes fuel tanks to refuel PPE, cargo space, and large windows that will allow Artemis astronauts to capture stunning images from lunar orbit.



## Logistics Module HTV-XG

The Japanese Aerospace Exploration Agency's HTV-XG will provide logistics resupply missions for Gateway.



## Canadarm3

Next-generation robotic arm provided by the Canadian Space Agency that will move end over end to different locations on the space station. It will be used to install science experiments, assist astronauts on spacewalks, and perform external surveys.



## Lunar I-Hab

Additional crew living quarters that will house life support systems and camera equipment that will enhance Gateway's capabilities for scientific research. Provided by the European Space Agency and the Japan Aerospace Exploration Agency.



prøvehåndtering og måleinstrumenter, der kan foretage de analyser som er blevet identificeret som nødvendige for at METIS kan besvare en lang række videnskabelige spørgsmål.

Eksempelvis skal Raman- og FTIR-spektroskopi give detaljerede fingeraftryk af molekulære ændringer, mens fluorescens- og konfokalmikroskopi skal vise strukturelle ændringer i blandt andet de biologiske prøver. Dertil kommer mikrobielle vækstforsøg igennem såkaldte mikrofluidiske chips, der også skal kunne genaktivere dehydrerede prøver.

Det hele sker automatisk, mens forskere kan fra Jorden sende kommandoer, ændre eksponeringsbetingelser og modtage data, forventeligt på daglig eller ugentlig basis. Samtidig giver de passive moduler mulighed for at returnere prøver til laboratorier på Jorden, hvor langt mere følsomme analyser kan udføres. Med

METIS giver det den unikke mulighed for øjeblikkeligt at få viden direkte fra rummet, og senere foretage dybdegående undersøgelser på Jorden på de prøver som er en del af en potentiel sample return fra Lunar Gateway.

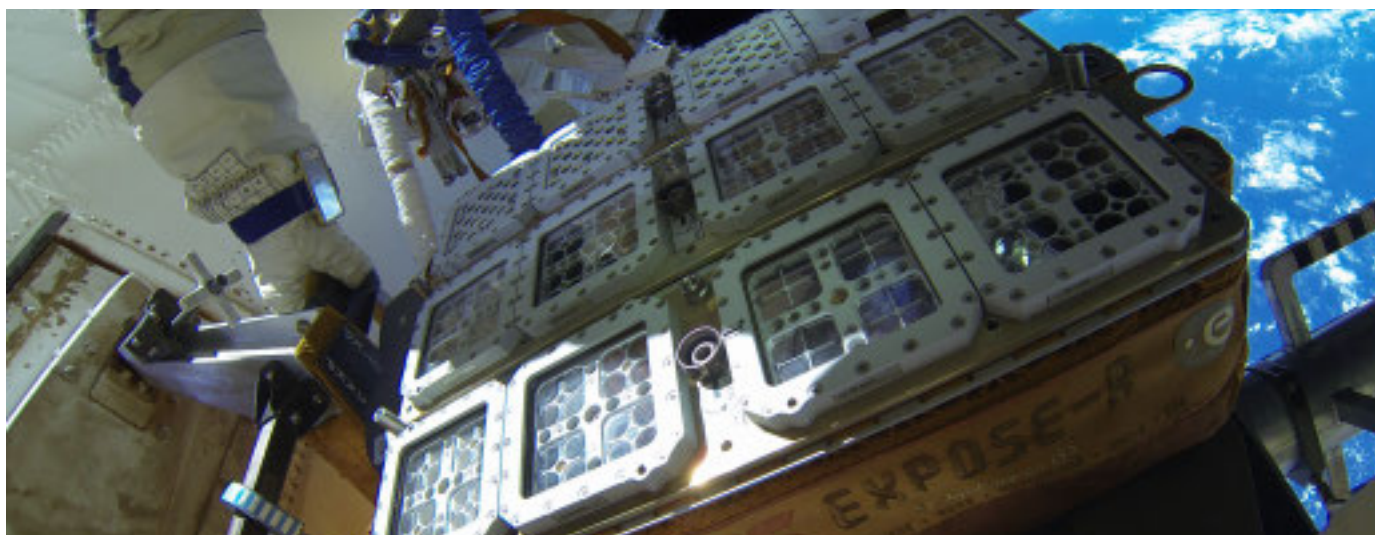
### **Udfordringerne for METIS baner vejen for ny teknologi**

Realiseringen af METIS er dog ikke uden udfordringer, hvilket et team af ingeniører nu arbejder på at knække. De tekniske og fysiske begrænsninger på volumen, masse og strømforbrug betyder, at ombordværende instrumenter skal miniaturiseres. Hele systemet skal fungere fuldautomatisk uden indgreb fra astronauter, hvilket stiller enorme krav til både software og hardware samt indbygget redundans.

Derudover bliver det forventeligt ikke muligt at få plads til alle ønskede eksperimenter på én mission. Derfor vil en mulig

udvælgelse finde sted, baseret på behov og ønsker fra det videnskabelige samfund. Alligevel er det netop disse udfordringer der også kan være med til at drive innovationen frem. Behovet for at presse analyseinstrumenter, mikrofluidiske setups og robotteknologi ned i små, autonome moduler vil kunne finde relevans for en lang række anvendelser her på jorden, eksempelvis nye udviklinger i patientnær testing teknologier, udbredelse af fleksible robotter og automationsløsninger og effektivisering af datatransmission- og datahåndteringsprotokoller.

Når METIS bliver installeret og aktiveret på Lunar Gateway vil det hjælpe os med at udvide vores forståelse af livets og teknologiens grænser. Imens den Internationale Rumstation, ISS, igennem mange år har lært os at leve i kredsløb tæt på Jorden, vil Lunar Gateway og METIS lære os at leve i det ydre rum.



*Expose-R2 faciliteten på den internationale rumstation. Billede: Roscosmos*



Gruppenbillede fra et af arbejdsgruppemøderne afholdt på ESTEC i Holland.  
 På skærmen: Anne Visscher øverst til venstre, Zahra Yamani øverst til højre, Simon Vilms Pedersen nederst.  
 På rækken fra venstre mod højre: Shin-ichi Yokobori, Stefan Pogatscher, Adrienne Kish, Nicol Caplin, Andreas  
 Elsaesser, Ronnie Willaert og Álvaro Fernandez-Galiana.  
 Billede: © Nicol Caplin.

## Hvem står bag METIS?

Bag METIS står et internationalt hold af forskere, ingeniører og rumfartsorganisationer, samlet i ESA's Facility Definition Team. Gruppen afspejler den brede, tværfaglige karakter af projektet, der spænder fra astrobiologi og mikrobiologi til materialeforskning og strålingsfysik.

Holdet, udpeget af ESA, inkluderer Anne Visscher fra Royal Botanic Gardens (Kew), Adrienne Kish fra Muséum National d'Histoire Naturelle i Paris, Andreas Elsaesser fra Free University Berlin, Ronnie Willaert fra University of Brussels, Mickael Baqué fra det tyske rumcenter DLR, Simon Vilms Pedersen tidligere Tenure-Track Adjunkt fra Syddansk Universitet, Álvaro Fernandez-Galiana fra University of Oxford, samt Stefan Pogatscher fra Montanuniversität Leoben i Østrig.

Hertil kommer Shin-ichi Yokobori fra Tokyo University of Pharmacy and Life Sciences der repræsenterer JAXA, Zahra Yamani fra Canadian Nuclear Laboratories der repræsenterer Canadian Space Agency, samt fire repræsentanter fra NASA, navnlig Bill Paterson, Kevin Sato, Kristin Fabre og Lynn Harrison.

# Mikroalger på astronautens menukort i fremtiden

TEKST: Anne Christine Hastrup. Teknologisk Institut.

**Forskere fra Teknologisk Institut sendte for nylig mikroalge-arten *Chlorella* sp. på rumrejse. Algerne overlevede ekspeditionen, og eksperter undersøger nu, hvordan kosmisk stråling og vægtløshed har påvirket dem.**

Teknologisk Institut og internationale partnere undersøger som de første, om mikroalger til fødevarer kan dyrkes i rummet under vægtløse forhold og kosmisk stråling. Det sker i det ESA-finansierede projekt: SOPHies ON hamSTER (SOPHONSTER). Lykkes det, kan astronauter i fremtiden dyrke protein i rummet og være mindre afhængige af forsyninger fra Jorden.

Helt konkret er det mikroalgestammen *Chlorella*, der er sendt på rumrejse. Mikroalger vokser potentielt anderledes i rummet end på Jorden. Sammen med mine kolleger undersøger jeg, hvordan mikrogravitation påvirker proteinudbyttet i heterotrofe mikroalger. At mikroalgen er heterotrof betyder, at den lever af næringsstoffer og energi fra andre organismers produktion, men ikke bruger direkte sollys. Resultaterne kan give indsigt i de grundlæggende mekanismer for cellevækst, metabolisme og proteinproduktion af mikroalgerne under mikrogravitationsforhold. Hertil kommer effekten af kosmisk stråling som kan

have betydning for cellernes arvemateriale og dermed mulige ændringer i fremtidige generationer. Vi sendte mikroalgerne, som blev leveret af Sophie's BioNutrients, op til den internationale rumstation, ISS fra Kennedy Space Center i april 2025. Det var et kæmpe skridt mod at få meget mere viden om dyrkning af mikroalger og fremtidige potentialer.

SOPHONSTER-projektet sigter mod at udvikle plantebaserede, proteinrige alternativer til bl.a. kød og fisk og skaldyr ved hjælp af mikroalger.

Mikroalgerne kan hermed potentielt bruges i livsopretholdende systemer på lange rumrejser bl.a. ved at kunne producere olier til brændstofproduktion, ilt og mad. Med undersøgelsen kan vi opnå bedre forståelse for, hvordan mikrogravitation og stråling påvirker brugen af mikroalger til lange rejser.

## Mere protein på kortere tid?

Teknologisk Institut er nu i gang med at analysere resultaterne. En af



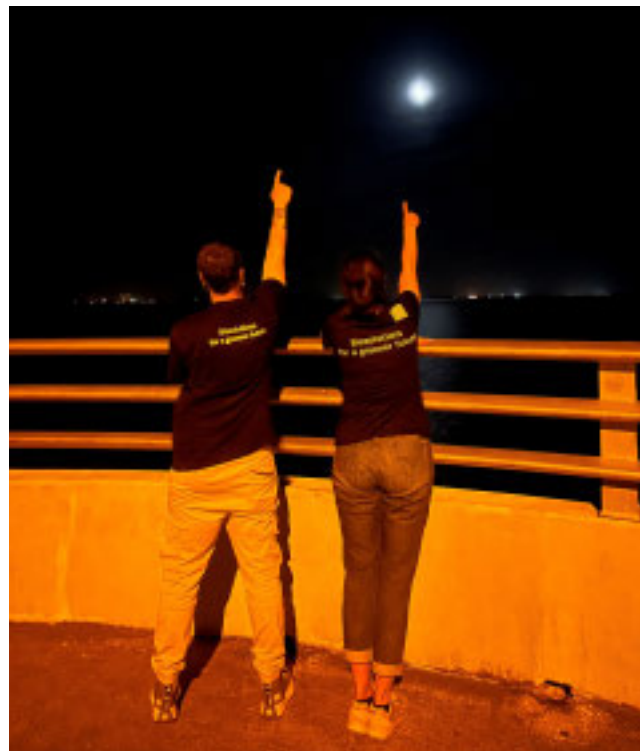
Logo for SpaceX-32 missionen Sophonster projektet var med på. Billede: Anne Christine Hastrup, Teknologisk Institut.

hypoteserne, vi håber på at få besvaret, er, om det er korrekt at antage, at mikroalger producerer mere protein på kortere tid under heterotrofe mikrogravitationsforhold (reduceret tyngdekraft).

Når mikroalger vokser ved heterotrofe forhold kan de ikke fotosyntetisere – altså benytte lysenergi til at omdanne CO<sub>2</sub> og vand til biomasse. I rummet udvinder de i stedet energi fra organiske forbindelser, som kunne være en næringsholdig rest- og sidestrøm. Denne undersøgelse, mikroalgestammen *Chlorella*, som har evnen til at vokse heterotrofe i standardbioreaktorer med højere produktivitet og biomasseudbytte end de



Anne Christine Hastrup ved NASA hovedkvarter, Kennedy Space Center, Florida, USA. Akkreditering Nikola Medić, Teknologisk Institut.



Anne Christine Hastrup og Nikola Medić, Teknologisk Institut beundrer raketaffyring af SpaceX-32 d. 21. april 2025 kl. 4.15. Billede: Teknologisk Institut

autotrofe stammer i en fotobioreaktorproces.

## Grundig forberedelse inden rumrejse

Fra Teknologisk Institut tog vi til Florida sammen med de internationale partnere en uge før opsendelse. Her skulle vi forberede det hele og være sikre på, at intet kunne gå galt. De første dage på Kennedy Space Center gik med at få adgangskort, blive bekendt med laboratorierne, forberede, teste og sætte alt op.

Mikroalgerne var sendt til USA på forhånd, så det var vigtigt at sikre, at de ikke var blevet inficeret med andre organismer. Hvis det viste sig, at der var noget, der kunne påvirke mikroalgernes

vækst og forhold undervejs på rumrejsen, ville det være kritisk. Det var en lang liste af protokoller og procedurer, som skulle følges, og alt blev tjekket og kontrolleret ned til mindste detalje og af flere personer, inden der var grønt lys.

Efter alle tests og kontroller kunne vi endelig nå til det store øjeblik. Den 21. april 2025 kl. 04.15 om morgenen kulminerede mange måneders forberedelse med, at mikroalgerne blev sendt afsted. Opsendelsen foregik med NASA's SpaceX CRS-32, som var en såkaldt 'commercial resupply services mission'. Det vil sige en kommerciel forsyningstjenesteopsendelse, der har til formål at levere videnskab, forsyninger og hardware til laboratoriet og besætningen

på ISS.

Det var en fantastisk oplevelse at se raketten blive sendt afsted og utroligt nervepirrende i sekunderne og minutterne før, vi var sikre på, at den var godt på vej ud i rummet. Der gik herefter yderligere ca. en dag før rumfartøjet ankom til ISS, hvor det skulle docke. Dette blev livestreamet, så vi kunne følge med fra Kennedy Space Center og endnu engang holde vejret i spænding og krydse fingre for at alt gik godt. Vi kunne ånde lettet op da alt gik som planlagt og vores mikroalger blev overflyttet til laboratoriet på ISS.

## På rumfart i en lille boks

Mikroalgerne rejste til rummet i en såkaldt science



Prototype af en science shell, som den der blev opsendt til ISS.  
Billede: Teknologisk Institut.

shell, som de boede i på deres rumrejse. Denne science shell er en særlig vækstbeholder udviklet af virksomheden YURI. Den gjorde det muligt at sikre algerne de rette dyrkningsforhold og skifte algernes dyrkningsmedie – et specifikt sammensat næringsmiddel, som algerne levede af på rumrejsen – undervejs.

Mens algerne var ombord på den internationale rumstation voksede algerne ved en temperatur på omkring 25 grader. De fik tilført sukker og næringsstoffer for at fortsætte med at vokse deroppe.

Algerne voksede i rummet i 30 dage og undervejs, mens mikroalgerne var ombord på ISS, kunne vi følge arbejdet i ISS's Space Automated Bioproduct Laboratory (SABL), hvor mikroalgerne blev passet og overvåget. Astronauterne livestreamede deres arbejde til os, og det var muligt at kommunikere med dem undervejs, så alle var enige om, at arbejdet

med mikroalgerne blev udført helt efter protokollen.

## **Ekspertanalyserer de hjemvendte alger**

Godt en måned efter opsendelse kom mikroalgerne retur til Jorden, hvor de landede et sted i Stillehavet og blev herfra sendt til Teknologisk Institut i Danmark. Lige så spændende som det var at sende dem op, næsten lige så spændende var det at få dem hjem igen. Det var som juleaften, da vi skulle åbne pakken med de hjemvendte Science Shells og se, om mikroalgerne havde overlevet turen. Vi fik straks sat dem under luppen i laboratoriet på Teknologisk Institut og kunne med begejstring konstatere, at de var vokset og stadig i live ved hjemkomsten.

Nu kommer der så til at gå nogle måneder, hvor vi skal have set på, hvordan den manglende tyngdekraft og den kosmiske stråling har påvirket mikroalgerne. Dette skal ske gennem dyrkning og analyser og vil forhåbentlig give os svar på, hvor langt vi kan gå ift. dyrkning af mikroalger i rummet.

Forskning tyder i hvert fald pt. på, at vi i med succes kan dyrke algerne i rummet, og så må tiden vise, om det også kan lykkes at optimere proteinproduktionen i endnu højere grad. De anderledes dyrkningsforhold med manglende tyngdekraft og kosmisk stråling forventes at

påvirke mikroalgerne cellevægstruktur. Det betyder, at cellerne deler sig hurtigere, så det kan blive nemmere at udvinde protein og næringsstoffer. Men hver gang cellerne deler sig, er der også chance/risiko for mutationer grundet den øgede strålingspåvirkning i rummet. Det kan ændre cellernes arvematerialer. I hvor høj grad dette er sket i løbet af den månedlange tur, mikroalgerne har været på, er noget vi kommer til at undersøge i den kommende tid. Det virker ikke som rocket science, men det er det.

## **Erfaringer fra jorden gavner i rummet**

På Teknologisk Institut har vi arbejdet med mikroalger i mere end et årti. Den grønne proteinbombe egner sig bl.a. til foder og fødevarer, men også mange andre typer af applikationer – noget som Institutets eksperter har forsket i gennem mange forskellige projekter.

Lokalt producerede mikroalger har potentiale til at erstatte importeret soja både i landbruget og i fremtidens fødevarer. Lige nu undersøger vi bl.a. også, hvordan mikroalger kan erstatte soja i økologisk kyllingefoder – og samtidig reducere klimaaftrykket med mere end 30 %.

Vi undersøger også en helt anden anvendelse for mikroalger, nemlig hvordan de måske kan bruges som alternativ til skumslukning af ildebrande.

## Mikroalger: Fremtidens ressource

På Jorden fungerer mikroalgerne som et slags levende carbon capture-anlæg ved at bruge CO<sub>2</sub> fra atmosfæren og omdanne det til protein af høj kvalitet. De lever af lys, vand, mikronæringsstoffer og CO<sub>2</sub> eller en organisk kulstofkilde og kan producere cirka 20 gange så meget protein per hektar sammenlignet med soja. Både på Jorden og i rummet kan man også bruge mikroalgerne til at regenerere spildevand og udnytte reststrømme.

I rummet kan CO<sub>2</sub> fx komme fra udstyr og astronauternes udånding. Ved at fodre algerne med CO<sub>2</sub> og reststrømme kan astronauterne selv dyrke fødevarer under længerevarende ophold i rummet. Som vi har set tidligere, kan astronauter risikere at mangle mad, hvis de stranded på rumstationer.

Hvis de kan være selvforsynende med fødevarerproduktion, kan vi i fremtiden undgå den situation og vil kunne bevæge os langt længere ud i rummet. Måske endda til Mars!

## Partnere i Sophonster

Partnerne i Sophonster er Teknologisk Institut, Sophie's BioNutrients og YURI GmbH. Sophie's BioNutrients leverer mikroalgerne, som Teknologisk Institut dyrker i en science shell udviklet af YURI. Projektet er delvist finansieret af ESA – European Space Agency.



*Fototrofe mikroalger dyrkes i pilot skala hos Teknologisk Institut. På billedet ses mikroalge seniorspecialist Jakob Skov Pedersen. Billede: Teknologisk Institut.*



*Sophonster team: Holdet bag Sophonster projektet: Sophie's BioNutrients, YURI og Teknologisk Institut. Billede: Anne Christine Hastrup, Teknologisk Institut.*

# Klimaet på Mars

TEKST: Finn Willadsen, medlem af bestyrelsen for Dansk Selskab for Rumfartsforskning

**Klimaet på Mars er en vigtig brik til forståelsen af Jordens klima; men det er også vigtigt for udforskningen af Solsystemet. Her er en lille gennemgang af, hvad vi ved om klimaet på Mars.**

Planeten Mars er sammen med Venus de to planeter, der kommer nærmest Jorden. Det er samtidig de to eneste planeter, hvor man kan tale om et klima i den betydning man bruger om Jordens klima. Her har Mars et klima der kan minde (meget) lidt om Jordens klima.

Studiet af klimaet på Mars hjælper med forståelsen af Jordens klima.

Mars er en klode med en (ækvator)radius på 3397 km, den kredser om Solen med en afstand på omkring 1,5 gange afstanden mellem Jorden og Solen - cirka 227 millioner kilometer.

Mars bruger 687 (jord)døgn på en tur rundt om Solen. Mars selv har et døgn på 24 timer 37 minutter.

Mars har en masse på cirka en tiendedel af Jordens masse og tyngdeaccelerationen er  $3,72 \text{ m/sek}^2$  på overfladen på Mars. På Jordens overflade er tyngdeaccelerationen  $9,81 \text{ m/sek}^2$ , og betegnes ofte som en g. På Mars er tyngdeaccelerationen 0,38 gange g eller 0,38g. Det betyder, at en person, der vejer 100 kg på Jorden, vil kun veje 38 kg på Mars.

## Atmosfæren på Mars

Mars har en atmosfære bestående af 95 % kuldioxid, som dog kun har et tryk på cirka 10 hektopascal - afhængig af årstiderne. En hektopascal er det, der tidligere blev betegnet millibar - et mål for lufttryk. Jordens atmosfære har et lufttryk på cirka 1013 hektopascal.

Udover kuldioxid er der 2,7 % kvælstof, 1,6 % argon og

mindre forekomster af ilt og vanddamp. Når trykket falder om efteråret og foråret er de 95 % lidt mindre. Indholdet af vanddamp varierer også lidt så der kan opstå tynde skyer højt i atmosfæren. Noget der minder om lette snebyger kan også forekomme.

Mars har årstider ligesom Jorden. Mars er dog cirka halvanden gang så langt væk fra Solen som Jorden og modtager derfor kun halvt



*I rummet set fra en lav bane om Jorden med rumteleskopet Hubble kan man se, at skydækket på Mars ikke er særligt omfattende.  
Kilde: NASA/ESA*



Atmosfæren er aktiv på overfladen af Mars, som det fremgår af en "dust devil" taget fra en marsbil på overfladen af Mars. Billede: NASA

så megen energi per overfladenenhed.

Overfladetemperaturerne på Mars veksler mellem  $-125\text{ }^{\circ}\text{C}$  og  $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . På overfladen er  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  en mere typisk dagtemperatur, mens den  $-125\text{ }^{\circ}\text{C}$  er nattemperaturen. Den lave nattemperatur betyder, at der ofte dannes kuldoxid rim på overfladen om natten. Det er så koldt, at samtlige marsbiler har haft radioaktive kilder for at forhindre elektronikken og batterierne fryser i stykker i løbet af en marsnat.

Mættede dampe for en gas er det højeste tryk, som man kan opnå ved en given temperatur for den pågældende gas. Dette er generelt for alle gasser både vanddamp og kuldoxid. Det er forklaringen på, at man kan få tilisede ruder på bilen om morgenen. Når det bliver koldt, så kan luften ikke

indeholde al vanddampen. På Mars bliver det så koldt om vinteren, at kuldioxygenen i atmosfæren begynder at udfælde sig som kulsyresne (fast kuldoxid kaldes også tøris) i større mængder - det vil sige et lag på flere meter. Det fører til et fald i trykket på flere hektopascal ved den pol hvor det er vinter. Med et tryk på kun omkring 10 hektopascal, så er et fald på flere hektopascal en stor trykforskel.

Den store trykforskel giver kæmpemæssige støvstorme om efteråret - det vil sige to gange om året - fordi der både er efterår på sydpolen og nordpolen. Atmosfæren kan dog også være hjemsted for små skypumper, der er blevet observeret både fra rumsonder i bane om Mars og fra marsbiler på overfladen.

## Drivhuseffekt

Når man taler om Jordens klima, så omtales kuldoxid som en drivhusgas, fordi den lader sollyset komme ind. Sollyset opvarmer overfladen i det omfang lyset bliver absorberet. Den opvarmede overflade udsender varmestråling jo mere jo varmere overfladen er. En drivhusgas absorberer varmestrålingen fra planetoverfladen. Det betyder at overfladetemperaturen skal være højere for at slippe af med den absorberede energi fra sollyset. Absorptionen i drivhusgassen bliver større jo højere partialtrykket er for drivhusgassen. Partialtrykket af en gas er det tryk, som gassen ville give, hvis den var alene i atmosfæren. Det er dog ikke al energien i sollyset, der absorberes og dermed opvarmer overfladen på Mars.

Noget af sollyset tilbagekastes til rummet. Den brøkdel af sollyset, der kastes tilbage, kaldes albedo. Den er for Mars 0,16. Albedoen er et tal mellem 0 og 1, og en større albedo betyder, at mere lys tilbagekastes.

Jordens gennemsnitlige temperatur er cirka 22 °C, mens den er -23 °C på Mars. Dette kan sammenholdes med en (tænkt) ligevægtstemperatur for kloden uden atmosfære. For Jorden er den -23 °C og for Mars er den -57 °C.

Forskellen mellem den tænkte ligevægtstemperatur for kloden uden atmosfære og den aktuelle temperatur kan tilskrives atmosfærens drivhuseffekt. For Jorden er forskellen 50 grader (Celsius) - på Mars er den 34 grader. Det kan virke som et paradoks, når man bemærker at partialtrykket af kuldioxid på Mars er mere end 100 gange så stort som partialtrykket af kuldioxid på Jorden. Partialtrykket af kuldioxid er det tryk som kuldioxiden ville udføre, hvis den var alene. Årsagen til at drivhuseffekten på Jorden er større er, at Jordens atmosfære indeholder andre drivhusgasser ikke mindst vanddamp.

Når det gør en stor forskel med forskellige drivhusgasser, så skyldes det, at en drivhusgas som kuldioxid kun absorberer infrarøde stråler i bestemte frekvensbånd. Absorptionen

i bestemte frekvensbånd betyder, at kun dele af spekret kan bruges til at sende energien tilbage i rummet.

Så længe partialtrykket af drivhusgassen er meget lav, så vil en stigning i dens partialtryk medføre en stor opvarmning. Men når den når et niveau så al stråling i det pågældende frekvensbånd bliver absorberet, så vil en stigning i partialtrykket medføre en væsentlig mindre stigning i temperaturen.

I Jordens atmosfære bliver al infrarød stråling fra jordoverfladen i det frekvensbånd, hvor kuldioxid absorberer strålingen indenfor få hundrede meter. En fordobling af atmosfærens indhold af kuldioxid medfører således ikke en temperaturstigning på 50 grader - men mindre end 5 grader - det kan ellers godt være en udfordring. På Mars findes vand mest i form af is, men der optræder dog også vanddamp og undertiden danner de tynde skyer højt i atmosfæren. Disse skyer kan endda i nogle tilfælde give små snebyger.

## Liv på Mars

I løbet af 1800-tallet fik man mere realistiske forestillinger om forholdene på planeterne i Solsystemet. Kun Mars og Venus stod tilbage som mulige kandidater for liv udenfor Jorden. Her forsvandt Venus efter den

første vellykkede planetrumsonde Mariner 2, der målte overfladetemperaturer over 200 °C - senere rumsonder har hævet denne overfladetemperatur til over 400 °C. Månerne om nogle af de ydre planeter er kommet til som kandidater, men i over hundrede år var Mars nærmest enerådende når man diskuterede mulighederne for liv udenfor Jorden.

I 1900-tallet skabte studier ved hjælp af teleskoper en ide om, at der groede mos på overfladen af Mars. Til støtte for denne hypotese iagttag man variationer baseret på årstiderne. Dette kunne skyldes plantevækst, men efter at rumsonderne ankom til Mars måtte denne hypotese forlades. Derudover opdagede man, at støvet på Mars indeholdt perklorater - forbindelser mellem klor og ilt - og de er stærkt giftige. Overfladen på Mars er derfor desinficerende og eventuelle mikroorganismer ville blev dræbt af støvet, hvis de var der. Dertil kommer ultraviolet stråling fra Solen og partikelstråling fra solvinden. Som om det ikke var nok, så vil støvet kunne ødelægge mange af de materialer, som jordboere kunne tænkes at bruge til at lave udstyr på overfladen af Mars.

Alt er dog ikke sort. Der er opdaget saltsøer i undergunden på Mars. Forholdene i disse saltsøer

er således at jordisk liv ville kunne overleve i dem. Desværre er de svært tilgængelige.

## Mars bane om Solen og klima

Den energi som Mars kan modtage fra Solen varierer afhængig af afstanden til Solen. Mars kredser om Solen i en ellipse med excentricitet på 0,093, hvilket vil sige at det ikke er en perfekt cirkel. Marsbanens excentricitet er større end jordbanens excentricitet på 0,017.

Afstanden til Solen varierer, og Mars bevæger sig langsomt, når den er længst væk fra Solen. Da marsbanens excentricitet svinger i løbet af årtusinder ligesom jordbanens excentricitet, så har Mars' klimasvingninger ligesom Jordens skiftende istider og mellemistider.

Excentriciteten er et mål for hvor flad ellipsen er. En excentricitet på 0 er en cirkel. For en ellipse er excentriciteten altid mindre end 1. Jordens bane om Solen ligger i et plan og den kaldes ekliptika.

Det er dog ikke kun excentriciteten, der påvirker klimaet.

Hældningen af Mars' akse med ekliptika bestemmer, hvor stor forskel der er på vinter og sommer. Mars har en aksehældning næsten den samme som Jordens akse, men Mars' akse varierer meget mere.



*Overfladen på Mars ligner mest en supertør ørken, hvad det også er. Billede: NASA*

Jordens akse ændrer sig kun nogle få grader, mens Mars' akse ligefrem til tider ligger ned, så der bliver vinter på ækvator. Det betyder, at klimaforandringer på Mars har været meget mere voldsomme end på Jorden.

## Mars klima i fortiden

For milliarder år siden havde Mars et klima, der mindede meget om Jordens klima i dag. Der var et hav på den nordlige halvkugle og atmosfæren var meget tættere end i dag. Mars havde desuden et kraftigt magnetfelt, der stabiliserede den tætte atmosfære. Gennem de seneste mere end 20 år har der været fjernstyrede marsbiler på

overfladen af Mars.

Disse marsbiler har været udstyret med en mængde meteorologisk og geologisk måleudstyr. Der er fundet mange spor af den varme og fugtige fortid for Mars' klima. I øjeblikket er der tre aktive marsbiler Curiosity, Perseverance og den kinesiske Tianwen.

Perseverance indsamler prøver af overfladen på Mars. Det var meningen at en senere rumsonde skulle hente prøverne, men finansielle vanskeligheder har betydet, at det har lange udsigter. Perseverance havde desuden en lille helikopter med. Den flyver dog ikke mere.

# Det Europæiske Satellitcenter - 'Europe's Eyes in the Sky'

TEKST: Caroline Wittenberg, uddannet i international sikkerhedspolitik, tidl. trainee ved EU SatCen.

**Som følge af et veloverstået trainee-forløb, som den eneste kvindelige dansker ved det Europæiske Satellitcenter (EU SatCen) i Madrid, Spanien, belyser den følgende artikel en ofte overset aktør i krydsfeltet mellem rummet og sikkerhedspolitik, og samtidig udtrykkes, at det nødvendigvis ikke kræver en matematisk, teknologisk eller ingeniørfaglig uddannelsesbaggrund for at arbejde i rumsektoren.**

## Hvad er EU SatCen?

EU SatCen er en central aktør i EU's fælles udenrigs- og sikkerhedspolitik. Centret forbinder rummet med Jorden - teknologi med politik - og leverer viden, der gør en reel forskel. Centret leverer geospatiel efterretning – analyser af satellitbilleder og jordobservationsdata – til støtte for beslutningstagere i spørgsmål om udenrigspolitik, sikkerhed, krisehåndtering og humanitære indsatser. Ved hjælp af avancerede satellitdata og dybdegående analyser bidrager EU SatCen til overvågning af konflikter, våbenkontrol, terrorbekæmpelse, beredskabsplanlægning og grænseovervågning.

## Det daglige arbejde

EU SatCen arbejder dagligt med indsamling af data og analyse af geospatiel efterretning fra kommercielle udbydere i den private sektor, regeringsejet satelliter fra EU-medlemsstater og Sentinel-konstellationen under det



Billede: © European Union 2022

europæiske jordobservationsprogram Copernicus. Sidstnævnte spiller en betydelig rolle, da Centeret har ansvaret for at drive programmets sikkerhedstjeneste, Support to EU External and Security Actions (SESA), som understøtter bl.a. beskyttelse af EU-borgere, humanitær hjælp, krisehåndtering og klimarisici.

Derudover samarbejder Centeret tæt med EU's Udenrigstjeneste, medlemslandene, EU-missioner og internationale organisationer såsom FN og NATO. Et konkret eksempel på SatCens arbejde er analyse og dokumentation af Ruslands ødelæggelser i ukrainske byer, herunder vurdering af oversvømmelserne efter

ødelæggelsen af Kakhovka-dæmningen i Ukraine og løbende analyser af risici omkring Zaporizhzhya-kernekræfterværket, som siden 2022 har været under russisk kontrol.

## Trainee-muligheder i EU SatCen

EU SatCen tilbyder to gange årligt trainee-stillinger, hvor man kan kombinere sin interesse for rummet med konkrete samfundsmæssige og sikkerhedspolitiske udfordringer i en europæisk kontekst. EU SatCen søger studerende fra begge ender af spektret – fra samfundsvidenskabelige og juridiske fagområder til tekniske og matematiske fagområdet.

Med skarpe analytiske kompetencer er EU SatCen

med til at forme Europas rolle i en verden præget af forandringer. Som Europas 'eyes in the sky' holder SatCen øje med verdens brændpunkter og danner rammer for et arbejde i krydsfeltet mellem rummet, teknologi og sikkerhedspolitik.

## Fakta om traineeansøgning:

Ansøgningsdatoer: Oktober-november og april-maj. De optager trainees to gange årligt. F.eks. hvis man ansøger i efteråret og bliver optaget, starter man i foråret det efterfølgende år.

Længde: 6 måneder med mulighed for yderligere forlængelse på 6 måneder.

Lønnet: Ja.

Arbejdssprog: Engelsk

Man kan ansøge via deres hjemmeside på:

<https://www.satcen.europa.eu/>



Billedet viser et EU SatCen analyseprodukt, som specifikt er blevet udarbejdet som støtte til FRONTEX's arbejde med sikring af EU grænser og migrationsanalyse. Kilde: © European Union 2022

# Kan livets molekylære byggesten dannes i rummet?

TEKST: Liv Hornekær, Leder af Center for Interstellar Katalyse (InterCat) og professor ved Institut for Fysik og Astronomi, Aarhus Universitet.

**I Center for Interstellar Katalyse arbejder vi med at bestemme om livets molekylære byggesten – aminosyrer, DNA-baser, sukker og fedtsyrer – kan dannes i det interstellare rum allerede før dannelsen af stjerner og planeter. For at undersøge dette genskaber vi i laboratoriet de ekstreme betingelser der hersker i de interstellare støv- og molekylståger, hvor nye stjerner og planetsystemer dannes.**

## Molekyler i det interstellare rum

Det interstellare rum – rummet mellem stjernerne – er præget af ekstreme temperaturer og tryk. I interstellare støv- og molekylståger eller skyer, som f.eks. Ørnetågen som ses på figur 1, kan temperaturerne nå ned på – 263 °C, kun 10 grader over det absolutte nulpunkt. Samtidig er trykket ca. 10.000 milliarder gange lavere end på jordoverfladen. Det er svært at forestille sig at kemiske reaktioner, som vi kender dem her på Jorden, kan forekomme under så ekstreme betingelser.

Alligevel er det interstellare rum præget af stor molekylær kompleksitet. Indtil nu har man opdaget 330 forskellige molekyler i det interstellare rum, og der bliver stadig fundet nye molekyler hvert år. De fleste er simple molekyler som molekylær brint, vand, kulmonoxid og kuldioxid, men også mere komplekse molekyler som metanol og

formaldehyd er blevet observeret. Selv store molekyler som fullerenerne  $C_{60}$  og  $C_{70}$ , samt biologisk relevante molekyler som glykolaldehyd, et forstadie til sukker, er detekteret.

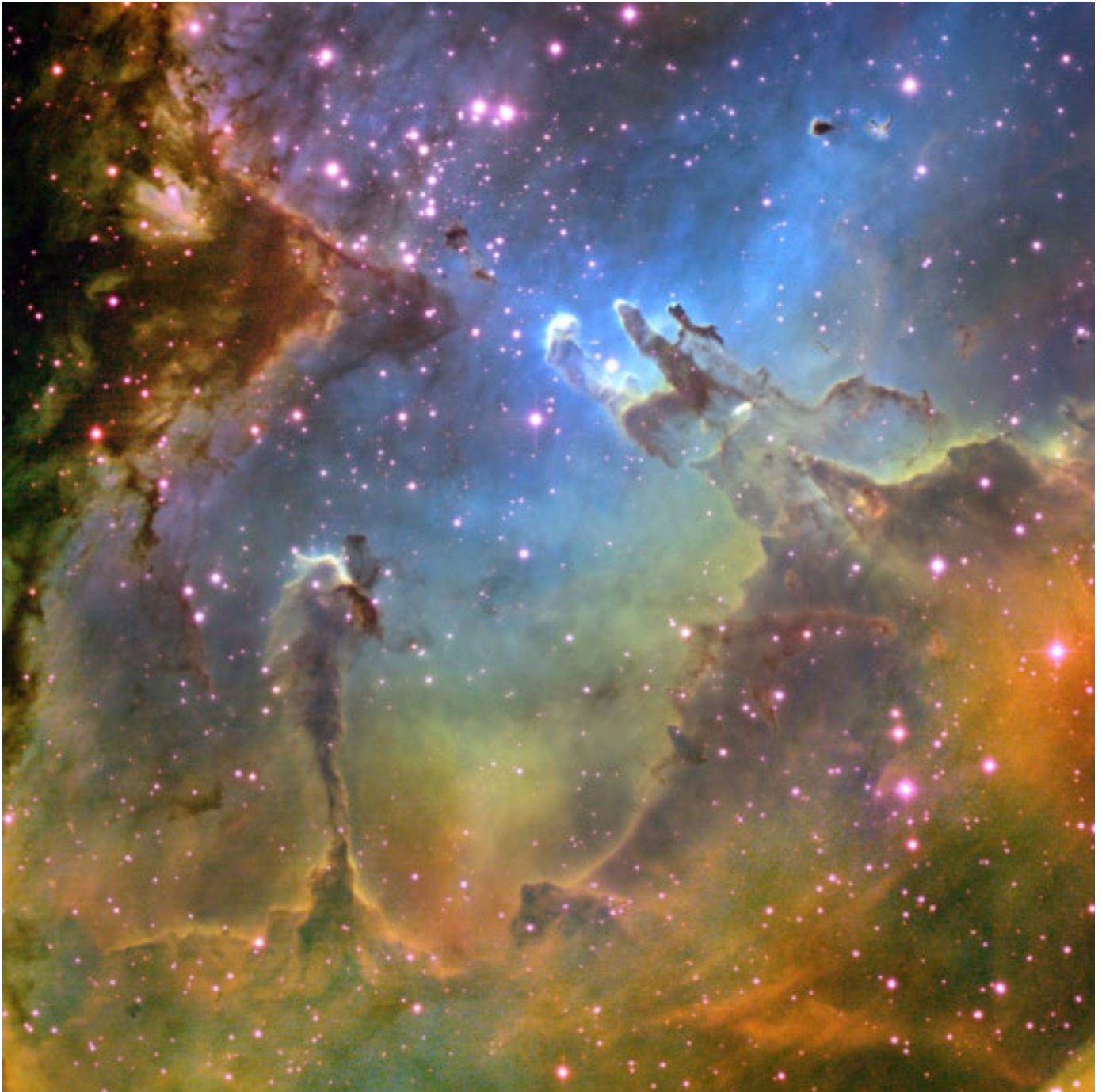
## Interstellar katalyse

Et af de store spørgsmål i forskningsfeltet astrokemi er, hvordan så komplekse molekyler kan dannes i det interstellare rum. Vi tror nu, at de fleste dannes på overfladen af de nanostøvkorn, der også findes i de interstellare molekylståger. På overfladen af støvkornene kan atomer og molekyler møde hinanden og reagere og danne mere komplekse molekyler. Støvkornene agerer ikke kun som mødested, de kan også absorbere energi der bliver frigjort i reaktionen, og sænke barrierer for at reaktionen kan forekomme. Derfor kan man se støvkornene som en katalysator for reaktionerne. Nanostøvkornene består enten af kul eller silikater. Man kan betragte dem som værende enten

nanostørrelse sod-partikler eller sandkorn. Det er den slags nanostøvkorn der i sin tid klumpede sig sammen for at danne vores jordklode og de andre klippeplanter. I de tætteste og koldeste dele af de interstellare støv- og molekylskyer vil de fleste molekyler fryse fast på støvkornenes overflade og danne en is. Isen består ikke kun af vand, men også af de andre molekyler der findes i skyen, især CO, og CO<sub>2</sub> og metanol. På figur 2 kan man se en model af hvordan støvkornene kunne se ud, og hvordan lag af is og molekyler på støvkornet kan indgå i forskellige reaktioner.

## Interstellar is observeret med James Webb rumteleskop

Med James Webb Rumteleskopet kan man direkte observere molekyler på overfladen af støvkorn i det interstellare rum. På figur 3 ses et billede fra James Webb Rumteleskopet af den tætte interstellare sky Kamæleon 1. To baggrundstjerner, NIR 38 og J110621, er markeret



*Figur 1: Ørnetågen observeret med Kitt Peak teleskopet. Ørnetågen er en gigantisk interstellar støv- og molekylesky i stjernebilledet Slangen. I de mørke søjleformede områder i midten af billedet, kaldet "skabelsens søjler", er skyen så tæt og kold, at tyngdekraften kan overkomme trykket i skyen. Når det sker, kolliderer skyen under sin egen vægt, og nye stjerner og planetsystemer kan dannes. Kilde: T.A.Rector (University of Alaska Anchorage, NRAO/AUI/NSF and NOAO/AURA/NSF) og B.A.Wolpa (NOAO/AURA/NSF)*

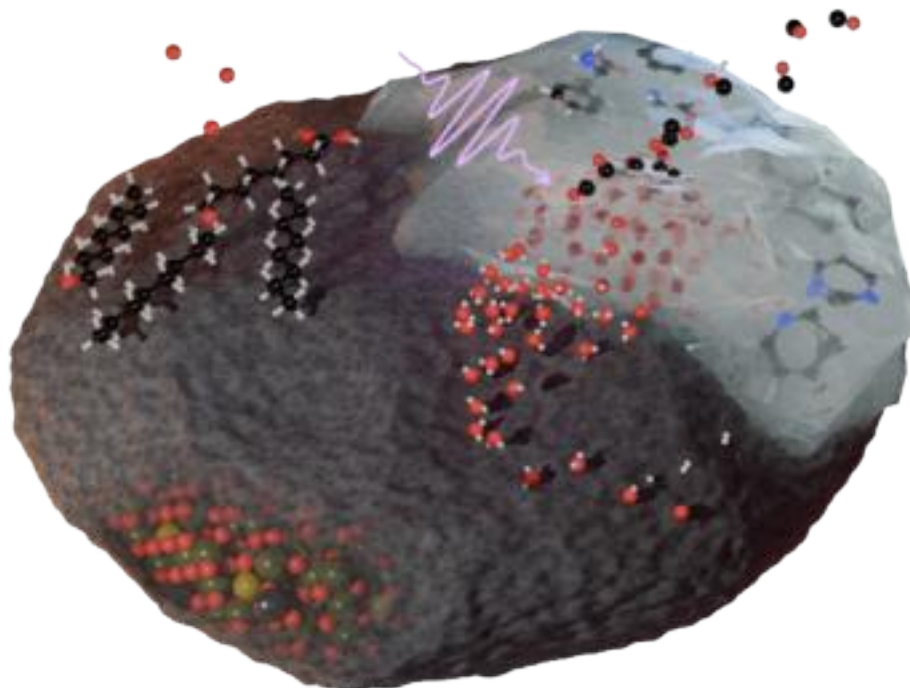
med grå sigtekorn. Når lyset fra de to stjerner passerer igennem skyen, absorberer molekylerne og støvkornene noget af lyset. Ved at se på hvilke bølgelængder molekylerne absorberer strålingen ved kan man bestemme, hvad skyen

består af. James Webb observationerne viste, at isen hovedsageligt består af vand, CO<sub>2</sub> og CO, men også mere komplekse molekyler som metanol og der er tegn på at isen også indeholder komplekse organiske molekyler.

### **Interstellar is observeret i laboratoriet**

I laboratoriet kan vi genskabe de betingelser, der hersker i de interstellare skyer med ekstremt lavt tryk, svarende til ultrahøj vakuum

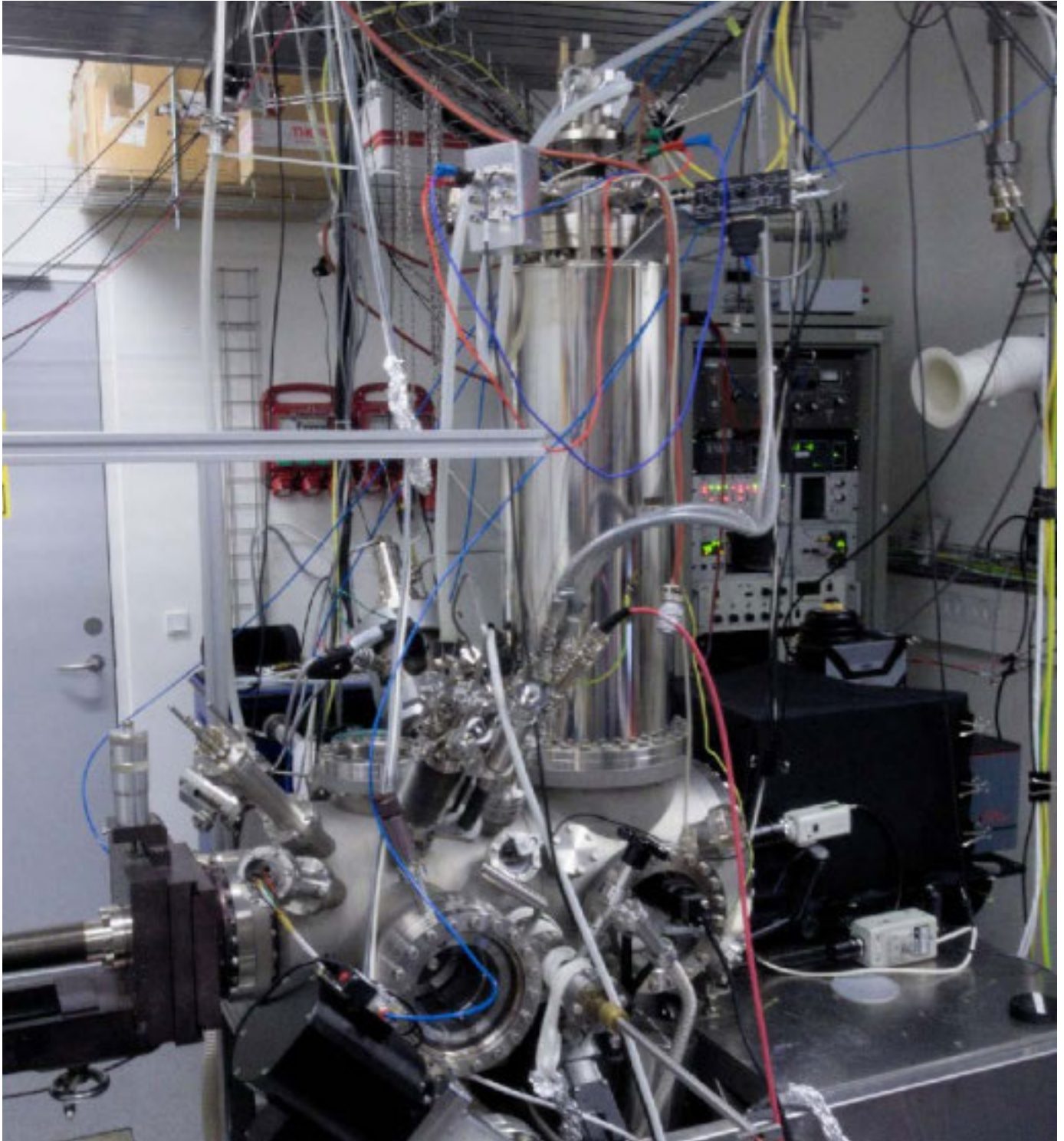
Figur 2: En model for hvordan et interstellart silikatstøvkorn kunne se ud. På figuren ses en is bestående af vand og kulmonoxid. Større og mere komplekse molekyler er fanget i isen. På overfladen ses også kul-kæder, såsom oktan, der bombarderes med iltatomer og danner fedtsyrer. Kilde: Steffen Holleufer, InterCat.



og temperaturer ned til  $-263\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ved hjælp af Skanne Tunnel Mikroskopi (STM) kan vi studere strukturen af molekyler is dannet under interstellare forhold, og på overflader der efterligner interstellare støvkorn. På figur 4 ses STM instrumentet i et ultrahøj vakuum kammer. STM'et kan køles ned til  $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$  ved hjælp af flydende helium. Med en speciel doser kan vi dosere molekyler direkte ind på de interstellare støvkornsagtige overflader i STM'et, og observere hvordan is gror under de ekstreme betingelser der hersker i det interstellare rum. Figur 5 viser et eksempel på hvordan en vandis-klynge dannet ved  $-261\text{ }^{\circ}\text{C}$  under ultrahøj vakuum ser ud.



Figur 3: James Webb Rumteleskopet ser på is på overfladen af støvkorn i den tætte interstellare sky Kamæleonen 1. To baggrundsstjerner, NIR 38 og J110621, er markeret med grå sigtekorn. Ved at se på absorptionslinjer i deres spektra kan man bestemme, hvilke molekyler der er i skyen. Kilde: NASA, ESA, CSA, and M. Zamani (ESA/Webb); Science: M. K. McClure (Leiden Observatory), F. Sun (Steward Observatory), Z. Smith (Open University), og the Ice Age ERS Team.



Figur 4: Ultrahøj vakuumpstilling med kryogenisk Skanne Tunnel Mikroskop.  
Foto: John Thrower, InterCat.

## Komplekse molekyler

I den interstellare is er molekylerne låst ved siden af hinanden over meget lang tid. Hvis isen bliver bombarderet med brint- eller iltatomer kan det inducere reaktioner mellem molekylerne i isen, eller endda også med atomer og molekyler i selve overfladen af støvkornene. Eksperimenter i Center for Interstellar Katalyse har vist, at disse reaktioner kan føre til dannelsen af den simpleste aminosyre, glycin, samt til fedtsyrer. Det betyder altså, at i hvert fald nogle af livets molekyllære byggesten kan dannes i det interstellare rum allerede før dannelsen af stjerner og planetsystemer. Vi arbejder stadig videre på at undersøge, om sukkermolekyler og DNA-baser også kan dannes under kolde interstellare forhold. Her støder vi ind i det problem, at

det kan være meget svært at identificere, om man har fået dannet en meget lille smule af et af disse molekyler. En ny metode – IR-STM - kan måske hjælpe os her.

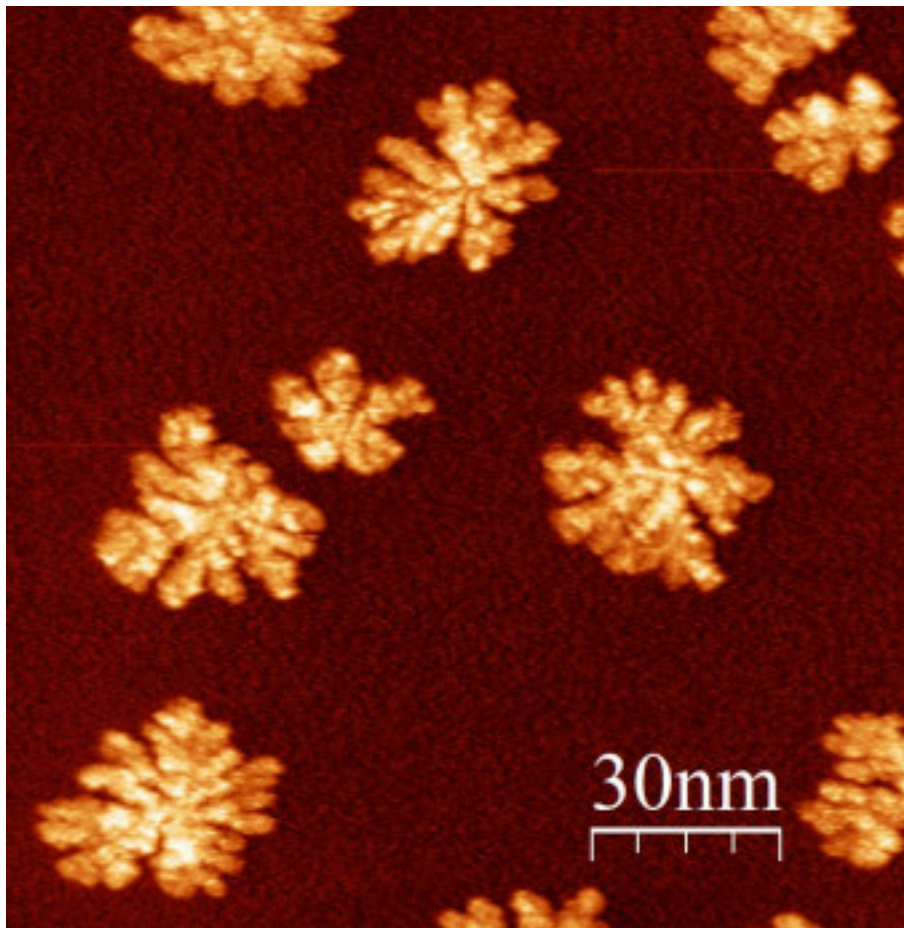
## IRAstro

Det Europæiske Forskningsråd har bevilget Liv Hornekær, og to internationale samarbejdspartnere i Tyskland, forskningsmidler i form af ERC Synergy Grant - IRAstro, til at udvikle et nyt instrument, hvor et STM for første gang kombineres med en superledende nanowire enkelt-foton infrarød (IR) detektor.

Det nye instrument vil gøre det muligt, at detektere stråling udsendt fra enkelte molekyler i STM'et. Ved hjælp af dette vil vi forhåbentlig kunne detektere selv små mængder af mere komplekse aminosyrer, DNA-baser eller suktermolekyler, lavet under interstellare betingelser på efterligninger af støvkorn i STM'et.

## Livets oprindelse

Spørgsmålet om hvordan livet opstod her på jorden er endnu ubesvaret. Der er mange teorier. En teori er, at livets molekyllære byggesten – aminosyrer, DNA baser,



Figur 5: STM billede af vandis-klynger groet på en grafitoverflade under ultrahøj vakuum ved  $-261\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Kilde: Signe Kyrkjebø og Frederik Doktor, InterCat.

sukker og fedtsyrer – blev leveret fra rummet i meteoritter. At det er muligt for meteoritter at levere disse molekyler intakt til Jordens overflade er bekræftet af fundet af mange forskellige aminosyrer, sukker molekyler, fedtsyrer og nukleotider i meteoritter, så som Murchison og Orgueil.

I Center for Interstellar Katalyse har vi vist, at nogle af disse molekyler måske allerede blev dannet i den interstellare molekylesky,

som vores solsystem opstod fra, allerede før dannelsen af solsystemet.

Implikationen er, at tilsvarende molekyler også dannes i de interstellare molekyløtter, som andre stjerner og exoplanetsystemer opstår i. Dermed vil de også være til stede der og kan leveres til exoplanet-overflader og måske kick starte liv der, baseret på molekyllære byggesten, der minder om dem vi kender fra liv her på Jorden.

Billedet til højre:

"Pillars of Creation" ("skabelsens søjler") i Ørnetågen, NIRCam Billede: NASA, ESA, CSA, STScI, Image Processing: Joseph DePasquale (STScI), Anton M. Koekemoer (STScI), Alyssa Pagan (STScI). Release date: 19 oktober 2022.



# Fra rumforskning til sikkerhedsnødvendighed. Danmarks rumstrategi 2025-2035 sætter kursen mod europæisk rumautonomi

TEKST: Martin Robert Knudsen, MSS (iSU), CEO & CTO Clear Skies Aps

I november 2024 vedtog den danske regering en ambitiøs ny rumstrategi. Rumaktiviteter, der i årtier har været fundamentale for kommunikation, navigation, vejrobservationer og sikkerhedsovervågning, får nu øget strategisk betydning i en geopolitisk situation, hvor teknologisk suverænitæt og klimaovervågning er blevet centrale sikkerhedspolitiske spørgsmål.

## Ny strategi til en ny virkelighed

Ruminfrastruktur (rumteknologi, rumdata og rumservices) er blevet kritisk for Danmarks muligheder for at indgå i samarbejder ud fra egne interesser og for vores fremtidige suverænitæt.

Hvor Europa tidligere kunne læne sig op ad amerikanske systemer drevet frem af NASA, US Space Force, NOAA m.fl. står vi nu over for en amerikansk administration, der prioriterer egen sikkerhed og magt på en ny måde - med kraftige nedskæringer i NOAA og NASA, samt villighed til pludseligt og ensidigt at nedlægge eller skære i programmer med internationale partnere.

Det viser, at Europa ikke kan regne med amerikansk støtte og samarbejde på samme måde som tidligere – hverken på områder, hvor USA har stået stærkt eller på områder, hvor de altid har

## Faktaboks: "Strategi for rumforskning og innovation 2025-2035"

Budget: ESA-bidrag stiger fra 280 mio. kr. (2024) → 580 mio. kr. (2035)

Nationalt rumprogram: 60 mio. kr./år (2025-2028), derefter 40 mio. kr./år

3 pejlemærker: Stærkere forskningsmiljøer, internationalt samarbejde, øget anvendelse af rumteknologi

<https://www.rumfart.dk/2025/05/28/den-danske-rumstrategi-2025-2035/>

## Implementering: Dialogforum for Rumbaseret Forskning og Innovation (DFRI)

Høring om Danmarks rumstrategi Folketinget 28 Maj 2025: <https://mobiltv.ft.dk/video/20241/eru/tv.9694>

været mere "fodsløbende" / kritiske pga. indenrigspolitiske og økonomiske hensyn (eksempelvis klimaforskning).

EU's rumstrategi for sikkerhed og forsvar blev revideret i 2023 og er naturligt en del af grundlaget for den danske strategi.

Særligt investeringerne i IRIS<sup>2</sup> satellitkonstellationen er udtryk for erkendelsen, der var tydelig allerede før Trump administrationen trådte til: Europa skal kunne stå på egne ben.

Den danske strategis tre pejlemærker – stærkere danske forskningsmiljøer,

styrket internationalt samarbejde og øget anvendelse af rumteknologi – afspejler den nye situation.

Fordoblingen af Danmarks bidrag til ESAs frivillige programaktiviteter fra 280 til 580 millioner kroner frem mod 2035 sender et signal om, at Danmark satser på europæisk rumautonomi. Arktis står centralt i denne strategi. Som med klimaforandringerne åbner nye sejlruter og ressourcemuligheder i det arktiske område, bliver det politisk og økonomisk mere afgørende at have systemer til overvågning, navigation og kommunikation.

Med måden den amerikanske interesse for Grønland er blevet fremført i begyndelsen af 2025 og med eksemplerne på at den nuværende amerikanske administration er villig til at bruge alle midler i deres magt på at gennemtvinge sin vilje, så står det også klarere hvorfor det ikke er fornuftigt at forlade sig udelukkende på amerikanske systemer uanset om det er statslige, militære eller kommercielle systemer.

## **Danmark i det europæiske rumsamarbejde**

Gennem de frivillige programaktiviteter i ESA har Danmark mulighed for at opbygge national kompetence inden for kritiske teknologier, samtidig med at man deltager i

projekter af en størrelse, som Danmark aldrig kunne realisere alene.

EUMETSAT's meteorologiske satellitter, som Danmark har været medlem af siden 1983, leverer vejrdata til Danmarks Meteorologiske Institut. Fremover handler det ikke kun om vejr – det handler om at forstå og forudse klimaforandringer i Arktis, hvor Danmarks suverænitetsrettigheder udfordres.

Hertil kommer EU's rumprogram via EUSPA med komponenter som EGNOS og Galileo (navigation), Copernicus (jordobservation) og den nye IRIS<sup>2</sup> (sikker kommunikation), der repræsenterer Europas forsøg på at skabe teknologisk suverænitet. Som eksempel på enkelt teknologier kan man fremhæve kvantekommunikation, hvor Danmark har en stærk forskningsmæssig position.

Via ESA og EU's investeringer i kvanteteknologi i rummet sikres danske forskere og virksomheder mulighed for at tage del i fremtidens sikre kommunikation.

For Danmark er deltagelsen i disse programmer således ikke blot en mulighed, men en nødvendighed for at bevare indflydelse på teknologier, som i stigende grad definerer national sikkerhed.

## **Fra rumdrøm til samfundsvirkelighed**

Den danske rumstrategi repræsenterer en fundamental erkendelse: rumteknologi er ikke blot vejruddsigter, satellit tv og science fiction, men samfundsinfrastruktur. Fra GPS-navigation i vores telefoner til satellitbaseret internet og vejrprognoser er vi allerede dybt afhængige af rumbaserede systemer. For danske virksomheder åbner strategien nye markeder og muligheder.

ESA Business Incubator Denmark har allerede medvirket i over 50 startups, og med funding til i hvert fald 2028 er fundamentet lagt for at der kan bygges nye virksomheder op omkring udvidelsen til alle interesserede universiteter. Lykkes den budgetterede fordobling af antallet af danske rumvirksomheder over de næste 10 år vil det skabe tusindvis af højt kvalificerede jobs.

Strategien handler også om at beskytte Danmark mod nye trusler. Forskningsikkerhed og beskyttelse mod teknologispionage er ikke længere abstrakte bekymringer, men konkrete udfordringer, som danske universiteter og virksomheder møder dagligt.

Det Tværministerielle Rumudvalg, hvor ni ministerier samarbejder om rumbaserede løsninger,



*A New Generation of Danish Satellites – New Technology and New Opportunities, præsenteret på Den Nationale Rumkonference afholdt 26.-27.11.2024 på Aarhus Universitet. Søren Pedersen (Terma Space), Peter Davidsen (Space Inventor), Cecilie Thorup Strømsnes (AU), Jens Frydenvang (University of Copenhagen) og Hans Kjeldsen (AU) (stående). Billede: Martin Robert Knudsen.*

illustrerer, hvordan rumteknologi er blevet en tværgående samfundsinfrastruktur. Fra forsvars- og sikkerhedsbehov til klimaovervågning og landbrugsoptimering er der næppe et politikområde, som ikke påvirkes af danske beslutninger i rummet.

Når regeringen investerer 60 millioner kroner årligt i et nationalt rumprogram gennem Danmarks Innovationsfond, handler det om at sikre Danmarks position i en verden, hvor teknologisk suverænitet afgør national sikkerhed og økonomisk konkurrencekraft.

Danmarks rumstrategi 2025-2035 repræsenterer således ikke "bare" en investering i innovation og forskning, hvor

for hver krone vi bruger, får vi fire igen – men er et seriøst og velunderbygget grundlag til at understøtte den danske samfundsstruktur.

### **Aktuelle missioner og kommende nationale rummissioner**

Danmarks ambitioner over de næste 10 år rummer op til fire nationale rummissioner, der hver især adresserer kritiske samfundsbehov og videnskabelige udfordringer. Disse udvælges i runder hvert 3. år og i samarbejde med ESA og muligvis andre partnere.

**Bifrost-missionen** er allerede aktiv efter vellykket opsendelse og kontakt med satellitten i juni 2025. Den

dansk-svenske AI-baserede overvågningssatellit kan behandle data i realtid og holder øje med skibstrafik i Arktis. Med potentiale for en konstellation af 20 satellitter kunne systemet give Danmark og Europa unik indsigt i aktiviteter i de arktiske farvande.

Den er udviklet og finansieret af Forsvarsministeriets Materiel- og Indkøbsstyrelse (FMI) og Sveriges Försvarets Materielverk (FMV) i samarbejde med bl.a. danske Space Inventor og flere industripartnere.

### **STEP (Stars and ExoPlanets) missionen**

retter blikket mod universets største spørgsmål: Er vi alene? Gennem observationer i ultraviolet lys skal satellitten studere exoplaneter og deres potentiale for liv. Det er første gang, danske universiteter går sammen på denne måde om en mission. Det signalerer en ny æra for dansk rumforskning, hvor samarbejde på tværs af institutioner bliver normen.

### **Máni-missionen**

repræsenterer Danmarks første skridt mod månen og markerer en historisk milepæl. Ledet af Københavns Universitet skal missionen udføre fotometrisk kortlægning af månens overflade – en teknik, der tager billeder fra forskellige vinkler og under varierende belysning for at skabe præcise terrænkort. Disse

kort bliver afgørende for fremtidige landinger, både bemandede og ubemandede. Men Máni handler om mere end prestige; teknologien kan også forbedre Jordens klimamodeller gennem bedre forståelse af lysreflektion.

**DISCO-2 (Danish Student Cubesat program)** dygtiggør næste generation af danske rumforskere og ingeniører. Denne studenterledede satellit skal overvåge klimaforandringer på Grønland gennem 3D-fotografering af gletsjere. Med en vellykket opsendelse (der nu er planlagt til februar 2026) vil DISCO-2 ikke blot levere vigtige klimadata, men også give andre studerende direkte adgang til at bestille specifikke billeder fra rummet – en demokratisering af rumdata.

*Artiklen er baseret på "Strategi for rumforskning og -innovation 2025-2035" fra Uddannelses- og Forskningsministeriet samt aktuelle udviklinger inden for dansk og europæisk rumfart.*



*I juni 2026 finder GLOC sted i Rwanda.*

*GLOC (Global Space Conference on Climate Change) er en af IAFs (International Astronautical Federation) globale konferencer, der arrangeres årligt på forskellige lokationer og behandler specifikke rumrelaterede emner i en global kontekst. Første gang GLOC blev holdt var i 2023 i Norge.*



# Min rejse ind i hjertet af den danske rumindustri

TEKST: Ebbe Molboe Blaabjerg, Cand. Polyt. i mekanik og produktion, maskiningeniør (jobtitel).

**Danmark er trådt ind i en ny æra inden for rumfart. Med opsendelsen af den avancerede BIFROST-satellit er vi ikke længere blot en nation, der kigger på, men en nation, der aktivt former fremtiden i rummet. Som maskiningeniør hos Space Inventor har jeg været med på rejsen og kan bevidne, at et rumeventyr ikke kræver en tur til en anden planet – det kan starte på en fabrik i Aalborg.**

## Et dansk øje over Arktis

Mandag aften d. 23. juni 2025 blev et historisk øjeblik for dansk rumfart. Fra Vandenberg Space Force Base i Californien brølede en SpaceX Falcon 9-raket mod himlen, og om bord var BIFROST-1 – den største satellit bygget i Danmark i over 25 år. Jeg fulgte opsendelsen med en blanding af professionel stolthed og personlig spænding, for dette var kulminationen på års intenst arbejde for mig og mine kolleger hos Space Inventor i Aalborg.

BIFROST er resultatet af et unikt samarbejde mellem danske og svenske virksomheder, universiteter og forsvar. Missionen er klar og yderst relevant: at levere avanceret overvågning af Grønland og det strategisk vigtige Arktis. I en tid med geopolitiske spændinger er evnen til at dække de enorme, øde områder fra rummet afgørende.

BIFROST er designet til at identificere skibe, opdage

### Om Space Inventor



Space Inventor er en dansk satellitvirksomhed grundlagt i 2015 med hovedsæde i Aalborg. Firmaet er specialiseret i at designe, bygge og teste alt fra enkelte komponenter til komplette flyveklare satellitter.

Med et hurtigt voksende team på over 100 medarbejdere har Space Inventor en vertikalt integreret tilgang, hvor kritiske komponenter udvikles og produceres internt. Virksomheden har leveret hardware til over 100 succesfulde missioner verden over, med en "one-stop-shop" tilgang der gør rummet mere tilgængeligt for kunder.

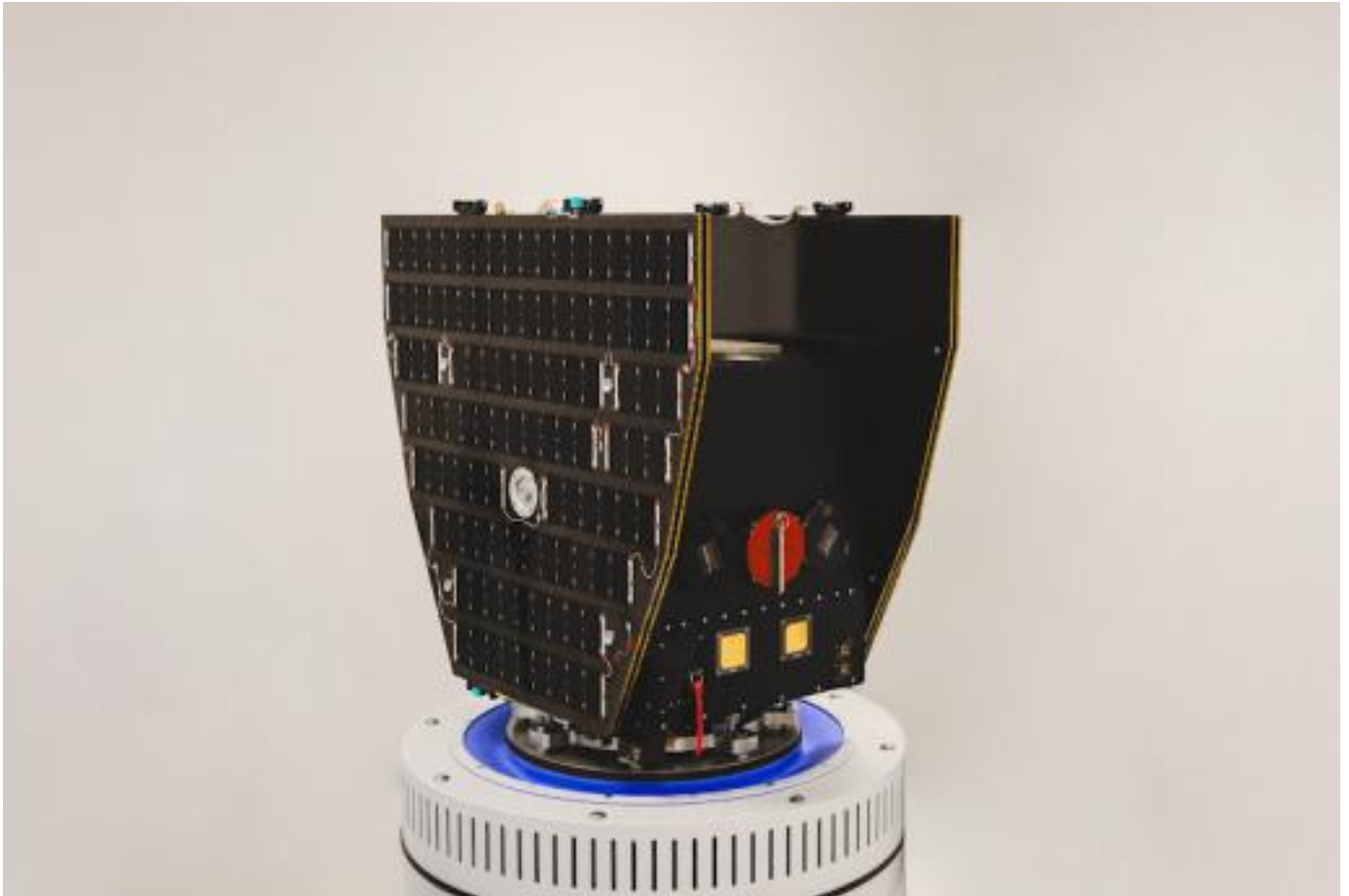
olieudslip og rapportere tilbage i realtid ved hjælp af sensorfusion og kunstig intelligens (AI). AI'en om bord kan endda "trænes" i kredsløb til at genkende nye typer mål, hvilket gør missionen utroligt fleksibel.

Siden Ørsted-satellitten i 1999 har den danske rumindustri fokuseret på de mindre "Cubesats" i 5-25 kg-klassen. Med sine cirka 50 kg er BIFROST en "mikrosatellit", et teknologisk kvantespring for den danske

industri. Ambitionen er, at BIFROST-1 skal være den første i en konstellation på op mod 20 satellitter, som vil kunne levere 24/7-overvågning af hele den arktiske region – en kapacitet i verdensklasse.

## Fra teori til test

For mig personligt er BIFROST mere end blot en satellit i kredsløb; det er et projekt, jeg kender helt ind til benet. Min rejse ind i rumindustrien begyndte, da



*For at simulere en raketopsendelse monteres satellitten her på en "shaker". Denne specialiserede maskine, der i sin essens er en gigantisk højttaler, påfører satellitten præcist kontrollerede, kraftfulde vibrationer ved forskellige frekvenser for at demonstrere dens strukturelle integritet. Kilde: Space Inventor*

jeg som kandidatstuderende i mekanik og produktion på Aalborg Universitet fik mulighed for at skrive mit speciale hos Space Inventor. Opgaven lød på at designe og optimere den bærende struktur til en ny type mikrosatellit – den platform, der senere skulle blive til BIFROST.

Det var en udfordring, jeg ikke kunne sige nej til, og i dag arbejder jeg med videreudviklingen af netop den platform. Selvom en satellit er spækket med elektronik og instrumenter, er man som maskiningeniør involveret i mange trin i udviklingen. En

satellit starter som et avanceret 3D-puslespil, hvor man i tæt samarbejde med andre faggrupper, for eksempel inden for systems engineering og navigation, skal forene kundens ønsker, instrumenternes krav og raketens fysiske begrænsninger.

Kameraer, radioantenner og solpaneler skal placeres, så de fungerer optimalt - det er for eksempel afgørende at et vigtigt navigationsinstrument som stjernekameraet rent faktisk kan se stjernerne i en kritisk fase af missionen - men pladsen er trang. Det kræver kreativitet og kompromiser at få kabalen til

at gå op.

Når designet er færdigt, begynder den nervepirrende testfase. I modsætning til en Cubesat, der er beskyttet i en standardiseret container under opsendelsen, er en mikrosatellit som BIFROST spændt fast direkte på siden af raketten. Det stiller ekstreme krav til den strukturelle styrke.

Et af de mest uforglemmelige øjeblikke i projektet var vibrations-testen. Her spændes den satellit, man har behandlet som en baby, fast på en enorm "rystepult" og udsættes for accelerationer på op til 20 G for at simulere

de voldsomme kræfter under raketopsendelsen. At se sit eget design skulle modstå den slags kræfter - er en oplevelse for sig!

Jeg fik senere mulighed for at følge projektet til dørs og deltage i integrationskampagnen på basen i USA, hvor jeg var med til at montere vores satellit på den Falcon 9-raket, der skulle sende den i kredsløb.

Det øjeblik markerede den endelige overlevering, og følelsen jeg sad tilbage med var en blanding af stolthed over det færdige resultat og en lettelse over, at vi nu havde bragt projektet sikkert i mål.

## Din vej til stjernerne

Min historie er ikke unik. Den danske rumsektor er i rivende udvikling og hungre efter talent. Nogle tror fejlagtigt, at man skal være højt specialiseret for at arbejde med rumfart, men virkeligheden er en helt anden.

En virksomhed som Space Inventor er vertikalt integreret, hvilket betyder, at vi laver næsten alt selv – fra design til produktion af printkort til softwareudvikling, samling og test af hele satellitten. Det skaber et miljø med et utroligt bredt spektrum af faggrupper under samme tag, som eksempelvis:

- Softwareudviklere til at skrive den kode, der styrer satellitten.

- Elektronik- og maskiningeniører til at designe hardware og mekaniske systemer.

- Systemingeniører og projektledere til at bevare overblikket.

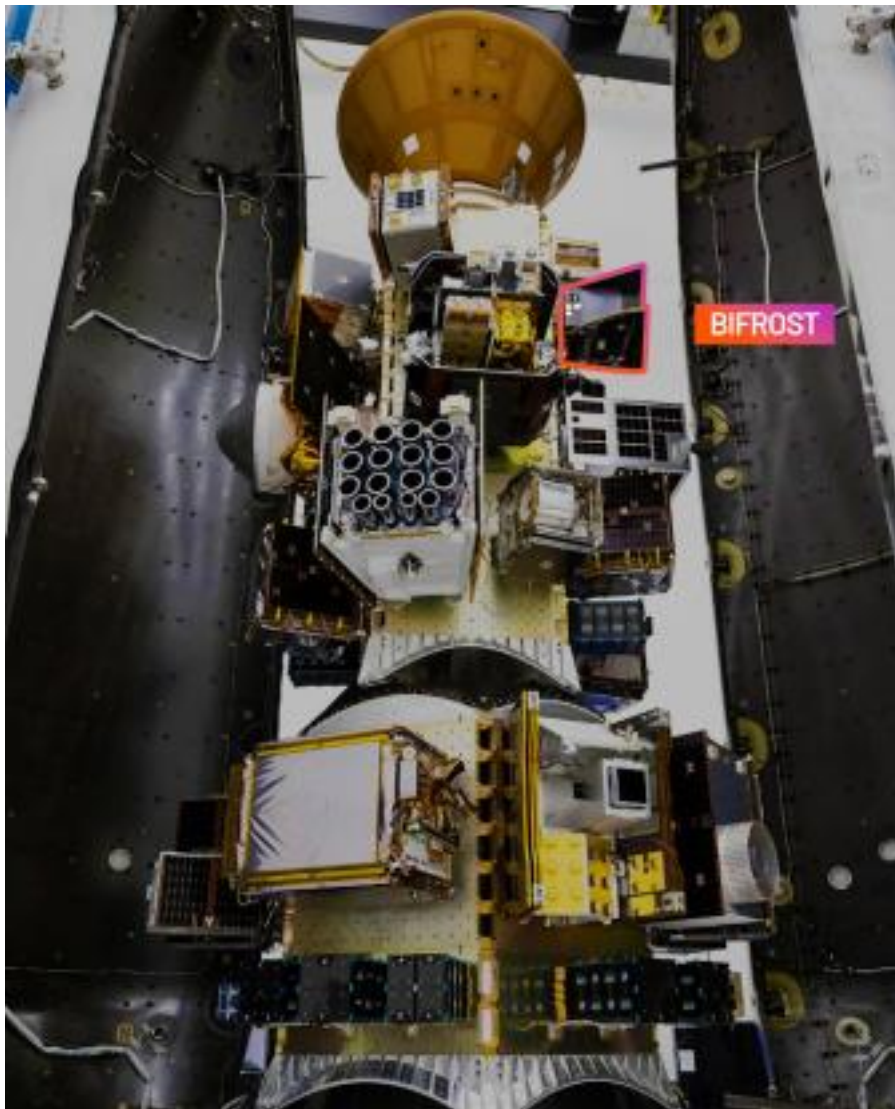
- Dygtige teknikere med fingersnilde til at samle de fine komponenter, trække ledninger og producere moduler.

- Folk inden for CAD-design, salg samt administration og kvalitetssikring.

Pointen er, at det vigtigste er at finde et fag, du brænder for. Om det er mekanik, programmering eller



*Efter frigørelsen fra raketten var BIFROSTs første, kritiske opgave at orientere sine solpaneler mod solen for at genoplade batterierne. Med antenner på fire sider er det muligt at kommunikere med satellitten næsten uanset orientering, og kontakten til jordstationen i Aalborg blev opnået allerede på første overflyvning. Kilde: Space Inventor*



Her ses BIFROST (øverst til højre) monteret i lastrummet på den Falcon 9-raket, der bragte den i kredsløb om Jorden. BIFROST delte pladsen med 69 andre satellitter på den såkaldte Transporter-14 'rideshare'-mission.  
Kilde: SpaceX

projektledelse, så findes der med stor sandsynlighed en anvendelse for dine evner i rumindustrien.

Den bedste måde at få foden indenfor er ved at vise sin entusiasme.

Er du studerende, så opsøg et projektsamarbejde eller en praktikplads. Det er den perfekte chance for at omsætte teori til praksis og vise en potentiel arbejdsgiver, hvad du kan. Landets universiteter har også fremragende

studenterdrevne rumprojekter som AAUSpace og DISCO-cubesat programmet - et samarbejde mellem industri og studerende som giver uvurderlig praktisk erfaring.

### **En kosmisk guldalder - Made in Denmark**

Faldende opsendelsesomkostninger, anført af genanvendelige raketter, har åbnet rummet for kommercielle aktører på en måde, der var utænkelig

for bare 15 år siden. Det har muliggjort den eksplosive vækst i rum-baserede services, som vi ser i alt fra globalt internet via Starlink til on-demand jordobservationer.

I dette nye, dynamiske marked står Danmark stærkt. Vores højtuddannede befolkning og tradition for at udvikle højteknologiske nicheprodukter af høj kvalitet er et perfekt match til branchens behov.

Vi kan ikke konkurrere på ren volumen, men vi kan levere den innovation og pålidelighed, som komplekse missioner kræver. BIFROST er et lysende eksempel på dette.

Den repræsenterer ikke kun en teknologisk bedrift, men også et løfte om fremtiden. En fremtid, hvor Danmark ikke blot er forbruger af rumteknologi, men en stolt og innovativ producent.

Rejsen er kun lige begyndt, og der er plads til mange flere om bord.

# Andreas Mogensen tog billeder af Månen fra rumstationen - hvordan gik det?

TEKST: Mathilde Saltoft Schou, kandidatstuderende i Geofysik og Rumteknologi på DTU og Peter Thejll, Danmarks Meteorologiske Institut.

**Klimaeksperimentet Earthshine: I løbet af sin tid ombord på den internationale rumstation (ISS) udførte den danske ESA astronaut Andreas Mogensen klimaeksperimentet Earthshine. Andreas fotograferede nymånen som en del af Huginn missionen (2023-2024). Eksperimentets formål var at hjælpe forskere med at blive klogere på klimaet og var et samarbejde mellem Danmarks Meteorologiske Institut (DMI), DTU Space og IRS i Stuttgart.**

## Hvorfor er vi interesseret i Månen?

Månen giver os en alternativ metode til at undersøge Jordens reflektivitet (albedo), og kan bruges sammen med satellitmålinger til at forbedre eksisterende klimamodeller. Jordskinsmetoden går ud på at fotografere Månen, tæt på nymåne fasen, hvor en lille procentdel er belyst af solen og resten af jordskinnet - der

ses som en svag glød på den mørke side af Månen. Jordskinnet er stærkest ved nymåne, da det svarer til FuldJord set fra Månen. Forholdet mellem den lyse og mørke side repræsenterer mængden af energi, der modtages fra Solen og den del, der reflekteres tilbage i rummet. Det er brugbart, da det fortæller os, hvor meget energi der absorberes og

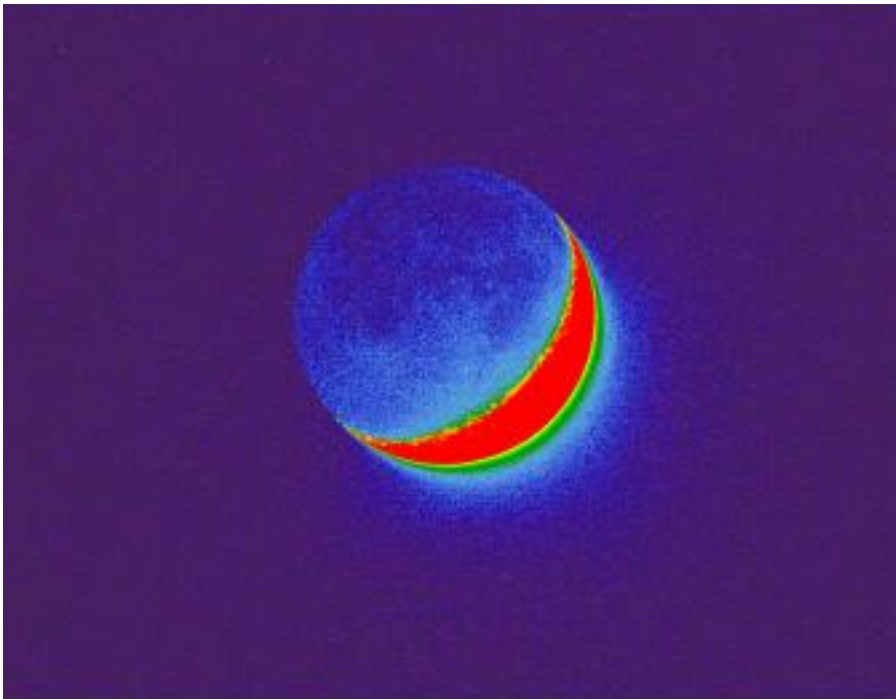
dermed indgår i klimasystemet. Når Jorden reflekterer mindre lys, absorberes der mere energi, og det medfører blandt andet en global temperaturstigning. Når Månen observeres fra Jorden, spredes lyset af atmosfæren. Det udvisker den stærke kontrast mellem Månens lyse og mørke side, og skaber usikkerhed i målingerne. Spredningen ses som en diffus halo omkring Månen.

## Jordskin set fra rummet

I rummet er der ingen atmosfære, derfor gav Earthshine eksperimentet os mulighed for at undersøge, hvor meget mængden af spredt lys mindskes ved at måle lysintensiteten i haloen. Eksperimentet består i at sammenligne billeder af Månen taget fra ISS og fra Jorden omtrent samtidigt, så man kan vurdere hvor meget Jordens atmosfære bidrager til det spredte lys. DMI og ESA opfordrede offentligheden til at bidrage



Månen med jordskin på den mørke side, den lyse side er solbelyst. Billedet er fra Earthshine eksperimentet og taget af Andreas Mogensen med et Nikon D5 kamera med en 400mm telelinse. Billede: Andreas Mogensen ESA



## Databehandling: Hvordan roterer vi Månen?

Da billederne er taget fra ISS, hvor Andreas er i vægtløs tilstand, er det svært at holde kameraet helt stille. Selvom kameraet var fastspændt via et stativ, skulle Andreas rykke kameraet en smule mellem hvert billede for at holde Månen i centrum på grund af rumstationens kredsløb om Jorden. Månens position og orientering ændrede sig derfor en smule fra billede til billede. Det er et problem, fordi vi ønsker at lægge billederne sammen til et gennemsnits billede med reduceret støj, det kræver at Månen er præcist samme sted i hvert billede. For at løse dette, udviklede vi en metode til at korrigere forskydning og rotation baseret på en valgt reference. Det var kompliceret - men det lykkedes! Herfra kunne vi begynde at lave målingerne og sammenligne med de jordbaserede billeder.

### Uventede problemer

Vi opdagede et andet og ret iøjnefaldende problem: ghosting. I billederne er der svage kopier af Månen, som skyldes reflekser i optikken og stammer fra vinduerne eller kameraet. Problemet er, at disse kopier ligger netop i det område, hvor vi gerne vil måle og tilføjer et forstyrrende signal som kan være stærkere end haloen. Vi arbejder stadig på at

*Spredd lys omkring den lyse side af Månen fotograferet fra Jorden. Billedets pixelværdier er manipulerede og tilsat kunstige farver, der repræsenterer intensiteten for at fremhæve svage lyskilder.  
Billede: Peter Thejll & Mathilde Saltoft Schou*

med deres egne billeder af Månen. For at undgå overeksponering af Månens lyse side, benyttede Andreas nøje udvalgte kamera-indstillinger. Billederne skulle tages lige før solopgang, når Månen stod lige over horisonten. Samtidig skulle billederne tages, når Månen var tæt på "ny", hvilket kun er få dage om måneden. Da ISS bevæger sig med ca 27.700 km/t, havde Andreas kun omkring 5-10 minutter til at tage billederne, før solen endnu var over horisonten eller Månen var gået ned. Eksperimentet resulterede i mere end 4500 billeder af Månen fra ISS. Takket være den succesfulde outreach modtog vi flere tusinde bidrag fra de mange engagerede deltagere verden over. Det er godt med et netværk af fotografer

på Jorden, da der jo kan være skyet nogle steder.

### Bachelorprojekt om Earthshine

Som studerende på uddannelsen i Geofysik og Rumteknologi på DTU fik jeg i mit bachelorprojekt mulighed for at arbejde med data fra Earthshine eksperimentet, som min vejleder Peter Thejll står bag. Jeg var med til at udvikle den software, der skulle bruges til at analysere billederne fra Andreas Mogensen og sammenligne dem med billeder fra Jorden.

Fra at vi modtager data til, vi står med de endelige resultater, ligger der et stort arbejde - uforudsete problemer opstår og der findes ikke altid et facit.



Andreas Mogensen med Peter Thejll og Mathilde Saltoft Schou til Huginn mission arrangement på Uddannelses- og Forskningsstyrelsen. Billede: UFM

forstå præcis hvor og hvorfor disse refleksioner opstår. Det er vigtigt for lignende eksperimenter i fremtiden.

### Foreløbige resultater og perspektiver

Resultaterne er endnu ikke offentliggjort, men jeg kan røbe, at det er en fordel at lave observationerne fra rummet. Ved at sammenligne Andreas Mogensens billeder med dem vi modtog fra fotografier rundt omkring på Jorden, har vi fået et indblik i forskellene og potentialet. De rumbaserede billeder undgår forstyrrelser fra atmosfæren, det betyder at der er mindre spredt lys og signalet fra jordskinnet fremstår tydeligere. Det er lovende for fremtidige

missioner, hvor der kan opnås mere præcise målinger af Jordens albedo, så vi kan blive endnu klogere på klimaet. På DTU Space arbejdes der på et instrument til at måle jordskin kaldet juLIET, som skal sidde på satellitten ROMEO der bygges af Universität Stuttgart. Teleskopet udvikles og bygges af Katcha Koch Winther som en del af hendes ph.d. projekt.

### Erfaringer fra projektet

Det har været fantastisk at være med i eksperimentet, og arbejde med data fra en astronaut. Jeg har lært meget af projektet og af forløbet, der strakte sig gennem det seneste år. En særlig tak til min vejleder

Peter Thejll. Det har været en fornøjelse at arbejde sammen med ham, og jeg har sat stor pris på hans støtte gennem hele projektet. Jeg blev inviteret til Huginn science results seminar på ESA's European Astronaut Centre i Köln, hvor jeg præsenterede de foreløbige resultater af eksperimentet sammen med Andreas Mogensen og forskerne bag de øvrige danske eksperimenter. Vi blev vist rundt på ESA's nye månemissions træningsfacilitet LUNA, hvor Andreas skal træne til fremtidige missioner til Månen. Det var en lærerig og inspirerende oplevelse for mig som studerende, og de erfaringer jeg har fået undervejs, vil jeg tage med videre.

# Vi kom for rakterne – vi blev for fællesskabet

TEKST: Michael Lindholm Nielsen og Henni Kanstrup, frivillige i bestyrelsen for IDA Space.

**IDA Space er netværket, hvor ruminteresse bliver til fælles oplevelser.**

## Et lille stjernesud blev til et helt netværk

Det hele startede med nysgerrighed. En fascination af det uendelige derude. Måske et stjernesud. En podcast. En tv-dokumentar om exoplaneter, hvor man sad tilbage og tænkte: "Det dér rum... det må jeg vide mere om". Sådan havner mange i IDA Space. Det var i hvert fald sådan, det gik for os – Henni og Michael – der i dag er frivillige i bestyrelsen og med til at drive netværket fremad.

## Fra mørkt stof til mørk himmel over Brorfelde

Vi troede, vi bare skulle høre nogle oplæg om raketter og sorte huller. Men pludselig sad vi til et webinar med en NASA-astronom, blev vist rundt på DTU Space og hørte forskere fortælle passioneret om mørkt stof og rumteleskoper. Og så var vi ligesom i kredsløb. IDA Space samler alle, der kigger op og tænker: "Hvad mon der er derude?" Det er et netværk for både studerende, ingeniører, forskere, science fiction-fans, hobbyastronomer og folk, der bare synes, at teleskoper og rumdragter er ret seje. Her deler vi viden, idéer og oplevelser på kryds

og tværs – fra rumjura til rumarkitektur, fra Saturns ringe til science fiction-litteratur.

Man behøver ikke forstå kvantemekanik for at være med. Det eneste, der kræves, er nysgerrighed.

## Fagligt løft og fælles begejstring

Som frivillige arrangerer vi workshops, foredrag og ekskursioner – både online og ude i virkeligheden. Vi har besøgt DTU Space, været i Brorfelde og set Danmarks største teleskop samt haft eksperter fra både ESA og NASA med til arrangementer. Og vi gør os umage med, at det både skal være inspirerende og rart at være med.

IDA Space arbejder også for at gøre rumsektoren mere synlig – især for unge og studerende. Der findes over 200 danske virksomheder med forbindelse til rumfart, men det kræver netværk og



synlighed at opdage mulighederne. Og det er netop det, IDA Space kan.

## Rum for det hele

Vi adskiller os fra mange andre aktører ved ikke at begrænse os til én faglig vinkel. Her er plads til både teknik og etik, innovation og inspiration – og det hele hænger sammen i en fælles passion for det, der ligger over os.

Netværket blev grundlagt i 2018, inspireret af Andreas Mogensens første mission til Den Internationale Rumstation. Interessen voksede hurtigt, og i dag er vi over 1.000 medlemmer.



DTU Space besøg. Billede: Michael Lindholm Nielsen

## Ad astra!

IDA Space er et fællesskab i kredsløb. Og vi er allerede i fuld gang med at planlægge næste års program – med nye temaer, nye oplæg og nye oplevelser. Du kan følge med på [ida.dk/space](https://ida.dk/space) og på [Facebook.dk/idaspace](https://facebook.dk/idaspace). Vi håber, vi ses – derude.



De populære rumkugler. IDAs forplejning til arrangementer er traditionen tro af god kvalitet, og de lækre rumkugler blev hurtigt omdøbt til 'rumkugler' og en fast bestanddel ved talrige anledninger. Billede: Tino Rabe Sørensen



IDA Space-foredrag 2025 med astrofysiker Sarah Pearson fra Niels Bohr Institutet. Billede: Henni Kanstrup



IDA Conferences indgang og æressten med astronaut Andreas Mogensens navn. Billede: Henni Kanstrup, 2025

## IDA Space Kommende Arrangementer

IDA, Kalvebod Brygge 31, 1560 København V

### **3. november 2025 kl. 17.30**

"Videnskab og tro: Modsætninger eller medsætninger?" Foredrag af Johan Fynbo, professor i astrofysik ved Niels Bohr Institutet.

### **11. november 2025 kl. 18.45:**

"Kan vi finde liv udenfor Jorden?". Foredraget er med Liv Hornekær og Kai Finster og bliver streamet til bl.a. IDA lokaler.

### **24. februar 2026 kl. 17.30:**

"Rumvej og GPS i Grønland," Foredrag af Sarah Schultz Beeck, postdoc fra DTU Space.

# IDA Space Talks – få universets mysterier i ørene



**IDA Space Talks er IDA Spaces egen rum podcast. Her tager vært Tino Rabe Tønnesen lytterne med i kredsløb om alt det, der rører sig i og omkring rumforskning, teknologi og menneskets blik mod stjernerne.**

Gennem samtaler med bl.a. forskere, astronomer og astronauter åbner podcasten døren til et univers af viden, undren og perspektiv. Fra mørkt stof til Mars-drømme. Fra satellitter til stjernemyter.

Med over 55 episoder spækket med viden og nysgerrighed er der noget for både nye stjernekeiggere og garvede rumveteraner. Og hvert år i december skrues der ekstra op for hyggen, når museumsinspektør og astronom Lars Occhionero fra Kroppedal Museum folder sin kombination af humor og kosmologi ud i en julekalender, der efterhånden er blevet en tradition blandt lytterne.

Du finder IDA Space Talks på Apple Podcasts, Spotify og der, hvor du ellers lytter med – og får en podcast, der kombinerer faglig dybde med et glimt i øjet.



# De første mænd på Månen – Anno 1965

TEKST: Steffen Moe, civilingeniør

**For 60 år siden drømte fire kvikke drenge om at rejse til Månen og vinde rumkapløbet – og deres forestillingsevne var imponerende. Blandt andet forudså de den kulsorte himmel med de klare stjerner, og det ikoniske billede ”Earthrise”, der blev taget af astronauten William Anders den 24. december 1968 på Apollo 8 rumfærden. Steffen Moe, der er civilingeniør og amatørastonom fortæller historien her.**

Mit fødselsår er 1953 og jeg gik i underskolen i 1960’erne, der som bekendt var det tiår, hvor månerejserne blev skabt.

Det var en interessant og begivenhedsrig tid på mange fronter, og især den tekniske udvikling. Og her var månerejserne noget der kunne vække nysgerrighed hos enhver dreng (og pige) i 10-12 års alderen. Vi fulgte rumkapløbet mellem Sovjetunionen og USA, og lærte hurtigt om sputnikker, satellitter, raketter, astronauter og kosmonauter.

Vi fornemmede storheden og sværhedsgraden i det store mål som USA’s Præsident John F. Kennedy satte op i sin berømte tale i 1962, om ”at landsætte en mand på Månen inden årtiets udgang, og få ham sikkert tilbage til Jorden.”

Der var jo ikke internet dengang, så vi fandt inspiration i bøger vi kunne låne på biblioteket, og ikke mindst i Hergés bøger om Tin Tin, hvor ”Månen Tur Retur” var voldsomt



*To kammerater på Månen - anno 1965 - med Jorden i baggrunden. Billede: Steffen Moe*

inspirerende, og satte billeder på raketter, og hvordan et månelandskab så ud, og hvordan man kunne bo dér.

Men vi fantaserede også selv over det, og vi var en lille gruppe 11-årige drenge i min skoleklasse (5.klasse), der fik den idé selv at blive astronauter, og komme ”først til månen”.

## Hvordan gjorde vi så det?:

Jo, i faget ”Formning” havde vi lært at male med vandfarver på store papirstykker. Så vi lånte et kælderrum hos en af vores forældre, og klistrede en hel rulle papir op på den ene væg fra gulv til loft. Og så malede vi et månelandskab ud fra fri fantasi, men alligevel så realistisk, så det i dag - så mange år efter - virker imponerende, at vi

## Brev fra Månen:

Jeg og nogle af mine kammerater var for en uge siden på Månen og vi har lige fået fremkaldt de billeder, som vi tog deroppe. Vi var fire ialt, og mens den ene havde travlt med forskellige målinger, tog den anden dette billede af mig og den fjerde kammerat, mens vi står og nyder udsigten. Det er Jorden i baggrunden.

*Hilsen Steffen Moe, 11 år*

kunne gengive Jorden og stjernerne, månekraterne med skygger, og det kulsorte himmelrum, næsten så virkelighedstro, som de billeder, som astronauterne sendte tilbage til Jorden, da de kom til Månen – 4 år efter vores billede blev taget.

”Månedragter” skulle vi jo også have, og hvad var mere naturligt end at bruge vores knallerthjelme som rumhjelme, og så en kikkert naturligvis, så vi kunne se hjem til ”moder Jord”, og udforske den på den lange afstand. Vi fotograferede også selv, idet vi naturligvis også

interesserede os for at tage billeder med de nyeste kameraer dengang, som vi ønskede os til fødselsdag og jul, og endda fremkaldte vi også selv billederne i et mørkekammer, vi også byggede i kælderens.

Nu hjælper det jo ikke meget på berømmelsen, hvis man ikke offentliggør sin månerejse, og det problem blev også løst. Ganske enkelt ved, at vi sendte et billede ind til Politikens ”KVIK-klub”. Og den medfølgende tekst viser også, at vi har studeret nøje, hvad der sker på en månerejse, for her er

beskrevet, at vi er fire astronauter, to på billedet, og én der fotograferer, mens den fjerde foretager ”målinger”. Meget præcist i forhold til hvad de rigtige astronauter gjorde. Blot var de kun to på Månen ved den første landing.

Også i mit voksne liv har jeg haft en sjov vinkel til måner, planeter og stjerner, idet jeg efter skoletiden blev uddannet civilingeniør indenfor byggeri, og mit ”svendestykke”, som ung konstruktionsingeniør, blev bygningen af Tycho Brahe Planetarium, hvor jeg var fagleder og udtænkte de helt særlige konstruktioner. De er karakteriseret ved, at der kun er runde og elliptiske former på grund af kuppelsalens geometriske udformning. Det blev i øvrigt startskuddet til den helt store interesse for astronomi og rumfart, som jeg har beholdt hele livet og haft stor glæde ved og stadig har.



# Dansk Selskab for Rumfartsforskning fejrer 75 år

TEKST: Finn Willadsen, Steen Finsen og Lykke Pedersen, Dansk Selskab for Rumfartsforskning.

**Dansk Selskab for Rumfartsforskning blev grundlagt den 20. september 1949, og var et af de første såkaldte interplanetære selskaber. I starten havde det også navnet Dansk Interplanetarisk Selskab og Dansk Astronautisk Forening. Dengang var rumfart mest noget i forbindelse med science fiction; men en række fremsynede personer så anderledes på det og grundlagde selskabet. Selskabets formål var og er stadig, at fremme den fredelige udforskning og udnyttelse af rummet. Herunder også at udbrede kendskabet til rummet og udforskningen af det.**

Dansk Selskab for Rumfartsforskning (DSR) fejrede i 2024 75 året for Selskabets stiftelse. Fejringen fandt sted på Experimentarium - et videnskabscenter i Hellerup - den 20. september 2024 på 75 års dagen for grundlæggelsen.

Arrangementet blev støttet af Ellehammer Fonden og IDA Space. Forberedelserne til arrangementet omfattede design og produktion af en jubilæumsnål og en mulepose med et logo, der begge markerer 75 års jubilæet. Derudover blev der lavet en folder med en tidslinje med vigtige

begivenheder indenfor rumfart siden 1949. Alle deltagere fik muleposen, folderen og jubilæumsnålen. Arrangementet bestod derudover af foredrag og efterfølgende en middag. Der var også udstilling af tidlige omtaler af rumfart i tidsskriftet "Vor Viden" og andre steder.

## Hvor er Dansk Selskab for Rumfartsforskning i dag?

Bestyrelsen i Dansk Selskab for Rumfartsforskning består i dag af personer med meget forskellig baggrund ligefra kemi, økonomi, elektronik, astronomi, statskundskab og

musik. Dansk Selskab for Rumfartsforskning deltager i Space Society Committee møder under IAC og under IAFs forårsmøde. Den danske ESA astronaut Andreas Mogensen er æresmedlem af Dansk Selskab for Rumfartsforskning. Hvert år udgiver DSR bladet "Dansk Rumfart" og alle numre af magasinet kan findes i digital version på hjemmesiden [www.rumfart.dk](http://www.rumfart.dk). "Dansk Rumfart" er det eneste magasin i Danmark, der udelukkende har fokus på rumfart og rumaktiviteter. Det distribueres til biblioteker i Grønland, Færøerne og Island, hvor folk kan forstå



Jubilæumsnål, mulepose med jubilæumslogo og folder, der blev fremstillet til fejringen af DSR 75 års jubilæum. Design af Cristina Benescu og Lykke Pedersen. Billede: DSR



Udstilling med tidlig omtale af rumfart (til venstre) og tid til hygge over en middag. Billeder: DSR

dansk. De to seneste numre af bladet (80 og 81) havde fokus på de ti danske eksperimenter i den danske ESA-astronaut Andreas Mogensens Huginn-mission og projektet "Rumrejsen", som var et landsdækkende samarbejdsprojekt etableret i forbindelse med Huginn-missionen.

En artikel om projektet "The Space Journey" blev lavet til IAC 2024 og kan findes i IAFs digitale arkiv. Både "Rumrejsen" projektet og udstillingen "Rundt om Månen", som Dansk Selskab for Rumfartsforskning lancerede i 2019 har vist, at det er afgørende at etablere samarbejder med andre organisationer, for at opnå de bedste resultater.

## Relationer til andre organisationer

Dansk Selskab for Rumfartsforskning er en del af IAF (International Astronautical Federation), som selskabet var med til at stifte i 1950 og var tilbage i 1955 vært for en IAC-kongress (International Astronautical Congress) på Polyteknisk Læreanstalt, der lå i København.

Dansk Selskab for Rumfartsforskning er derudover partner i "Space Exploration Denmark", som består af partnere fra industri, universiteter, non-profit organisationer og enkeltpersoner og koordineres af Rumkontoret i Uddannelses- og

Forskningsministeriet.

I november 2024 offentliggjorde Rumkontoret en ny ti-årig rumstrategi. Vi får se, hvordan Dansk Selskab for Rumfartsforskning kan bidrage til at berige det danske rumøkosystem ud fra de muligheder, som strategien baner vejen for.

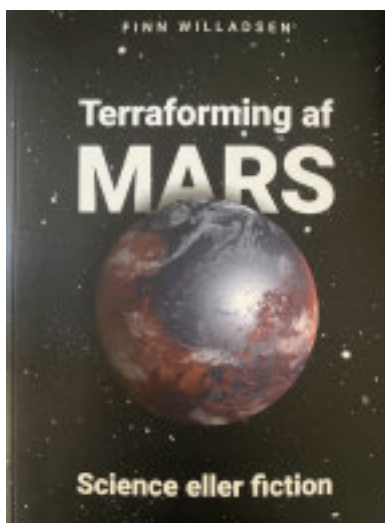
Gamle rumselskaber er ikke kun er fortidens institutioner; de kan spille en aktiv rolle i det nuværende samfund.

Selve deres eksistens minder os om, hvor langt vi er nået, og de kan fortsætte med at forbinde og inspirere mennesker i alle aldre til at skubbe grænserne for, hvad der er muligt.

**Tak til Experimentarium, IDA Space og Ellehammer fonden for støtte til fejringen af de 75 år. Tak også til Cristina Benescu og Jakob Arthur Andersen.**



# Forskelligt



"Terraforming af MARS, Science eller fiction", af Finn Willadsen, Skriveforlaget 2024

## Mars: Fra sci-fi til step-by-step

Bog anmeldelse af Henni Kanstrup, koordinator i International Federation of Surveyors (landinspektører).

Finn Willadsens bog "Terraforming af Mars – Science eller fiction" (Skriveforlaget 2024) fangede mig med det samme. Jeg troede, det kun handlede om Mars, men opdagede hurtigt, at jeg samtidig lærte en masse om Jorden. For at forstå, hvordan vi kan ændre en fremmed planet, må vi først forstå vores egen – og det gør bogen virkelig godt. Willadsen skriver klart og engagerende, og jeg følte mig både klogere og mere nysgerrig efter hver side.

Det er ikke bare en bog om rumfart, men også om os selv og vores plads i universet. En inspirerende læseoplevelse, der bliver hængende længe efter.



"Astronomiske Anekdoter. Mennesker og Myter i et uendeligt Univers" af Tino Rabe Sørensen, muusmann forlag 2025

## Bog anmeldelse af "Astronomiske Anekdoter"

Af Peter Laursen, astrofysiker og videnskabsformidler, Cosmic Dawn Center, Niels Bohr Institutet.

Tino Rabe Tønnesen er kendt for i sin podcast IDA Space Talks at få forskere og videnskabsformidlere til at fortælle anekdoter om rumfart, fysik og astronomi, og nu er turen kommet til ham selv: Læsere af hans nye bog vil få et vidunderligt indblik i alskens astronomiske anekdoter, fra alverdens kulturers skabelsesberetninger, over folkeslagernes myter om himmelhvælvningens skønhed, til videnskabens svar på selve Universets beskaffenhed. En lind og sammenhængende fortælling, krydret med finurlige skildringer af menneskelige interaktioner og indblik i videnskabshistoriens gang.

Læs Astronomiske Anekdoter for at blive underholdt, læs den for at blive klogere, og læs den for at blive opslugt.

## IAC 2026 i Tyrkiet

I 2026 finder den store rumkongres IAC sted i Tyrkiet med temaet "The World Needs More Space!".





*Den polske ESA astronaut S. Uznański-Wiśniewski i ESA's Columbus laboratorium under Ignis missionen. Missionen varede 20 dage og fandt sted fra den 25. juni til den 15. juli 2025.  
Billede: NASA/Axiom Space/ S. Uznański-Wiśniewski*

