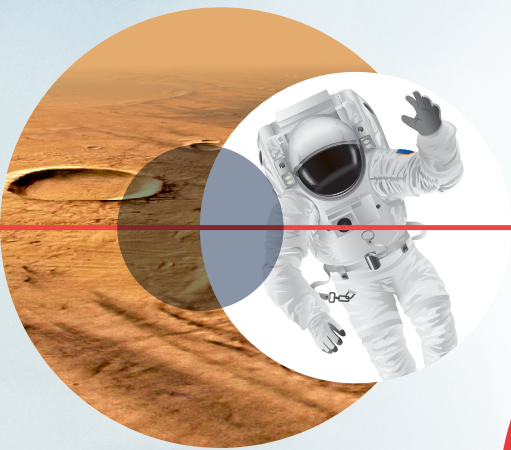
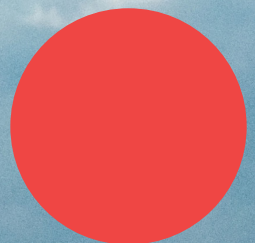
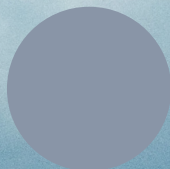
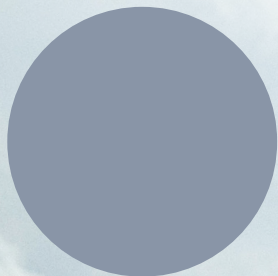


SPACE EXPLORATION DANMARK



Hensigtserklæring om deltagelse i nationalt partnerskab for Danmarks deltagelse i bemanded og robotbaseret udforskning af rummet i perioden 2023 – 2025 (“Space Exploration Danmark”)

Vision

Vi vil gennem vores deltagelse i internationale Space Exploration missioner bidrage til at gøre verden fredeligere og danskerne rigere, sundere og klogere på solsystemet og hvor vi selv kommer fra, mens vi samtidigt inspirerer børn og unge til selv at blive explorers og vælge naturvidenskabelige og tekniske fag.

Mission

Vi vil skabe de bedste rammer for forskere og virksomheder i udviklingen af et styrket Space Exploration miljø i Danmark.



Indhold

5	Danmarks tradition for Space Exploration
6	Europa investerer i Space Exploration
7	Space Exploration bliver kommerciel
8	Gevinsterne ved Space Exploration
11	Den danske kontekst
13	Otte mål for partnerskabet
14	Hvordan arbejder Partnerskabet med at nå målene?
16	Partnerskabets arkitektur
25	Kompetencer i partnerskabet
27	Fem arbejdsprincipper
28	Forpligtelser
28	Finansiering
28	Sekretariat
28	Medlemskab af partnerskabet
29	Aftalens varighed og udmeldelse

Udgivet af::

Uddannelses- og Forskningsstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø
Tel.: 7231 7800
ufs@ufm.dk
www.ufm.dk

Publikationen kan hentes på ufm.dk/publikationer

ISBN (elektronisk publikation): 978-87-94128-65-0

Danmarks tradition for Space Exploration



Astronaut Andreas Mogensen.

Foto: ©ESA/NASA

Danmarks bidrag til den bemandede og robotbaserede udforskning af rummet hviler på en lang tradition af danske bidrag til et af verdens mest udfordrende forskningsmiljøer.

Danmark har bidraget til udforskning af rummet siden begyndelsen af 1980, hvor danske forskere gennemførte de første rummedicinske eksperimenter på den amerikanske rumstation Skylab og den russiske rumstation Mir.

I 1988 blev Danmark partner i den internationale aftale om en international rumstation. Siden har Danmark bidraget med teknologi og eksperimenter til rumstationer tæt på både Jorden og Månen samt flere missioner til Mars, senest med instrumenter ombord på NASAs rover Perseverance, som landede sikkert på Mars i 2021.

Som de første gjorde Danmark i 2018 atmosfæreforskning og klimaobservationer mulig fra rumstationen og som en del af en dansk satsning på klimaforskning, står danske forskere og virksomheder nu i spidsen for at måle lynes betydning for klimaet fra ASIM-instrumentet, som sidder uden på ISS.

I 2015 blev jeg den første dansker i rummet på min IRISS mission til rumstationen, og nu forbereder jeg mig på min næste mission (HUGINN) i 2023, der vil vare et halvt år. Denne gang bliver jeg, som den første ikke-amerikaner, pilot på SpaceX Dragon rumfartøjet, der opsendes fra USA.

Space Exploration Danmark partnerskabet har i første periode bidraget til at skabe interesse for min kommende mission, som betyder at HUGINN missionen vil rumme flere spændende danske forsøg og aktiviteter for børn og unge.

Det er min overbevisning, at vi med denne nye partnerskabsaftale skaber et fantastisk grundlag for at danske myndigheder, virksomheder og forskere fortsat kan arbejde sammen om at udnytte de muligheder, der findes indenfor rumfart. Jeg er stolt over at kunne være en del af dette fortsatte samarbejde.

ESA Astronaut Andreas Mogensen

Europa investerer i Space Exploration

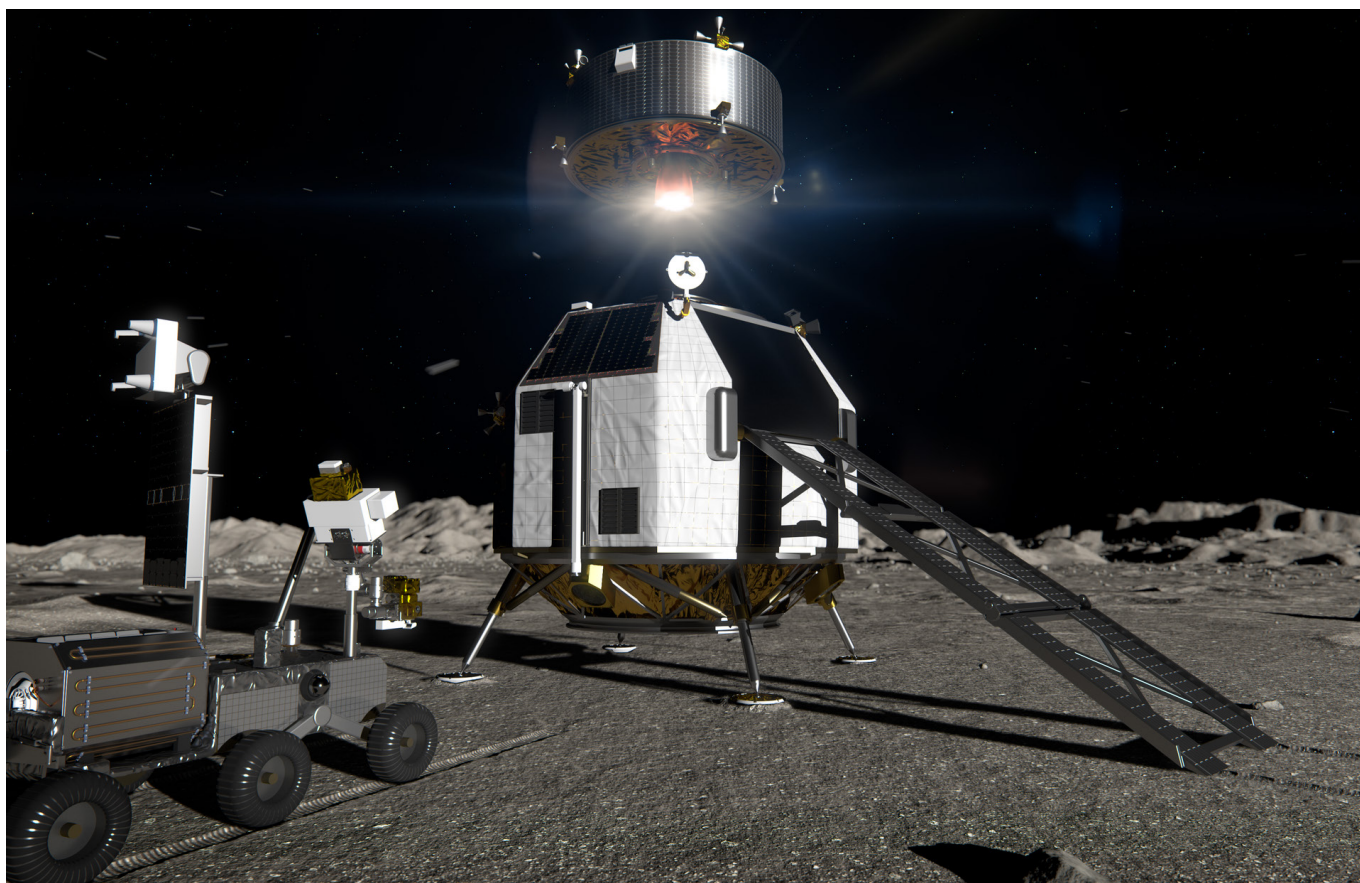
På ministermødet i slutningen af november 2022 godkendte medlemsstaterne i ESA en ny tre-årig bevilling på omkring 20 mia. kroner til et af de mest omfattende programmer for Space Exploration nogensinde.

Danmark deltager i programmet, som har fået navnet Terrae Novae, og kan derfor fortsætte i samarbejdet om den Internationale Rumstation og desuden deltage i programmets missioner til Månen og Mars.

ESAs medlemsstater besluttede samtidig at fortsætte samarbejdet om den internationale rumstation helt frem til 2030, og at NASA og ESA sammen med andre internationale partnere kan fortsætte arbejdet med at bygge en ny permanent rumstation (Lunar Gateway) i kredsløb omkring Månen i løbet af 2020'erne, som i kortere perioder vil blive bemannet med både astronauter og robotter. NASA planlægger desuden at bygge en base på månens overflader, hvor astronauter bl.a. skal trænes til at rejse til Mars.

NASA og ESA samarbejder allerede på at kunne hente prøver af Mars hjem til jorden. Mars Sample Return missionen skal give menneskeheden ny viden om planeten Mars' udvikling og måske endda livets oprindelse.

ESAs medlemsstater prioriterer at investere i nye teknologier, der skal gøre Europa mere autonom i fremtiden. Det er besluttet at udvikle og bygge Europas første Månelander, Argonaut, som fra begyndelsen af 2030'erne - med en europæisk raket - skal bringe fragt, robotter og videnskabelige instrumenter til Månens overflade. © ESA/ATG Medialab



Space Exploration bliver kommerciel

Det danske medlemskab af ESA giver virksomheder og vidensinstitutioner mulighed for at afprøve nye ideer og udvikle teknologier, så Danmark kan blive en del af denne fremtid.

Forskningsministeriet og netværkssklyngerne hjælper med at bygge bro til markederne i udlandet og opbygge internationale netværk.

40 danske virksomheder, forskere og eksperter rejste i begyndelsen af 2023 til Houston i Texas for at mødes med den blomstrende kommercielle rumindustri og fik blandt andet en eksklusiv rundvisning på SpaceX's opsendelsesbase i Boca Chica, samt som her på Johnson Space Center. Foto ©Nasa

Space Exploration vil – ligesom satellitter til telekommunikation i 70'erne – udvikle sig i en væsentlig mere kommerciel retning. Ind til i dag har det udelukkende været stater eller internationale organisationer, som har stået for ruminfrastrukturen til Space Exploration. Hvad der for få år siden synes umuligt, er nu ved at blive til virkelighed.

Nye missioner til rumstationer tæt på Jorden, herunder nye private rumstationer, vil de kommende år ske i partnerskaber mellem stater og kommercielle konsortier. I stigende grad sender selskaber som SpaceX og Blue Origin private borgere i rummet. Derudover har også en lang række kommercielle aktører i hele verden ambitioner om bl.a. at hente ressourcer og energikilder og energi fra planeter, måner og asteroider og solen. I den forbindelse vil også nye videnskabelige erkendelser komme til.

Udviklingen åbner nye perspektiver for danske virksomheder, som vil få mulighed for at blive leverandører eller sikre sig adgang til forskningsinfrastruktur på rumstationer på kommercielle vilkår. Det kan f.eks. have interesse for life science industrien, som har mulighed for at udføre en del af deres celledforskning og strålingsforsøg i rummet i vægtløs tilstand.

På rumstationerne vil det også blive muligt at teste og certificere produktionsteknikker til rummet. Det kan være 3D printning og robotteknologier, som i fremtiden kan blive brugt til at bygge og reparere satellitter og videnskabelige instrumenter i rummet.



Gevinsterne ved Space Exploration

Udover at tilfredsstille menneskets grundlæggende nysgerrighed og opdagelses-trang er det globale samarbejde om Space Exploration en stor gevinst for samfundet:

Forskning og viden

Space Exploration handler grundlæggende om at forstå, hvor vi kommer fra og hvorfor vi, og solsystemet som helhed har udviklet sig til det vi ser i dag; samt at forberede os på, at mennesker kan rejse og bo i store dele af Solsystemet. Dette mål kræver medicinsk forskning af effekterne på menneskers helbred og hvordan det er muligt at reducere de negative effekter, så de ikke væsentligt reducerer astronauternes overlevelsessevne. Forskningen er baseret på test af både astronauter i rummet og testfaciliteter her på jorden, som simulerer vægtløsheden i rummet.

Danmark har siden 80'erne haft forskere, som specialiserede sig i rummedicin og dermed været med til at gøre menneskers ophold i rummet mindre farlige. Læger har også brugt vægtløsheden til at forske i betydningen af tyngdekraften for menneskers helbred og har foretaget biologiske undersøgelser af kræftceller, som viser sig at vokse langsommere i vægtløshed. Rumforskning gavner dermed også patienter på jorden.

Et vigtigt supplement til human udforskning er brugen af robotter, der kan sendes afsted som pionerer længe før vi er klar til at sende bemandede missioner afsted. Robotmissioner til Mars og Månen vil være både en rejse tilbage i solsystemets historie og en jagt på at forstå livets oprindelse. Forstår vi Månen, Venus og Mars, vil vi også bedre kunne forstå Jorden og dens klima. Danske forskere fra flere universiteter bidrager til mange af NASAs missioner til Mars og dermed til at opbygge vores forståelse af at Mars tidligt i Solsystemets historie har lignet Jorden.

Den igangværende mission (NASAs Perseverance mission) med indsamling af prøver fra en gammel krater-sø og deltaer på Mars og missioner under planlægning til at bringe disse prøver tilbage til Jorden, har således potentialet til både at bidrage med de første beviser for at livet kan have opstået andre steder end på Jorden og at give os ny fundamental viden om klimaet og udviklingen af overfladen på Mars dengang miljøet var befordrende for liv. Samtidig bidrager robot-missioner til Månen og Mars med essentiel viden om hvordan vi på sigt kunne etablere beboelige baser, hvor mennesker kan bo, arbejde og udforske.

Nøgleteknologi og vækst



Opdagelsesrejser i rummet er teknologitunge og kræver udvikling af helt ny og unik teknologi, der kan løse komplicerede problemstillinger i yderst udfordrende omgivelser. Historisk har dette medført opdagelser og udvikling af teknologi der efterfølgende har fundet bred udbredelse på Jorden og medført radikale forbedringer i dagligdagen. Denne type teknologisk udfordring appellerer til den danske tradition for et tæt samarbejde mellem agile og kreative virksomheder, forskere og de Godkendte Teknologiske Institutter (GTS'er).

I forbindelse med konstruktionen af de store og dyre elementer såsom raketter, rumfartøjer og rumstationer, er der behov for fortsat at udvikle en lang række mindre, højteknologiske opgaver (som f.eks. stjernekameraer, magnetometre, motionsudstyr og strømforsyninger), som i samarbejde med universiteter kan overkommes af den danske virksomhedsstruktur med få større og mange små virksomheder.

Kundekredsen for Space Exploration er i dag begrænset til ESA, JAXA, Roscosmos og NASA, men flere aktører har ambitioner om at hente ressourcer hjem fra rummet. I modsætning til markedet for kommercielle satellitter er dette marked stadig relativt nyt, hvilket giver plads til flere både nye og gamle spillere fra andre rumdiscipliner. I takt med at Space Exploration bliver mere kommercielt, vil markedet vokse også for danske leverandører, og der vil blive brug for helt ny teknologi, viden og metoder (nøgleteknologi). Hvis ikke andre lande skal løbe med alle de interessante opgaver, er det derfor vigtigt, at Danmark er med i de tidlige udviklingsfaser af nye nøgleteknologier.

Ørsted var den første danske satellit. Den blev opsendt i 1999 og var resultatet af et vellykket partnerskab mellem staten, danske virksomheder og forskningsinstitutioner. Ørsted lagde grunden til udviklingen af flere nøgleteknologier såsom stjernekameraet og blev dermed starten på en vækstperiode i danske rumfart og leverede samtidig en væsentlig del af det økonomiske-, teknologiske- og videns-grundlag for at danske forskere i dag kan deltage i missioner til Mars og andre planeter.

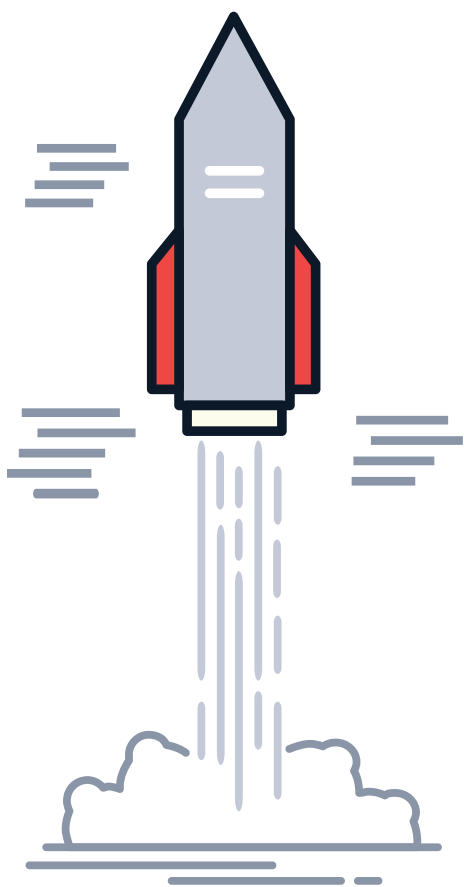
Fred og sikkerhed



Space Exploration anerkendes i dag som en af de nok mest spektakulære eksempler på vellykket Science Diplomacy i moderne historie med dansk deltagelse. Særligt samarbejdet om den internationale rumstation ISS har demonstreret potentialet for at bruge Space Exploration til at samarbejde om den fredelige udnyttelse af rummet.

Med undtagelse af ISS har ESA i dag dog stoppet eller suspenderet alle samarbejdsprojekter med Rusland på grund af landets uprovokerede angreb på Ukraine. Samarbejdet med Rusland om ISS fortsætter indtil videre til og med 2028, hvor Rusland har meddelt at de planlægger at forlade samarbejdet.

ESA har også en samarbejdsaftale med Kina om videnskabelige samarbejder på rummissioner.



Drømme og inspiration for unge

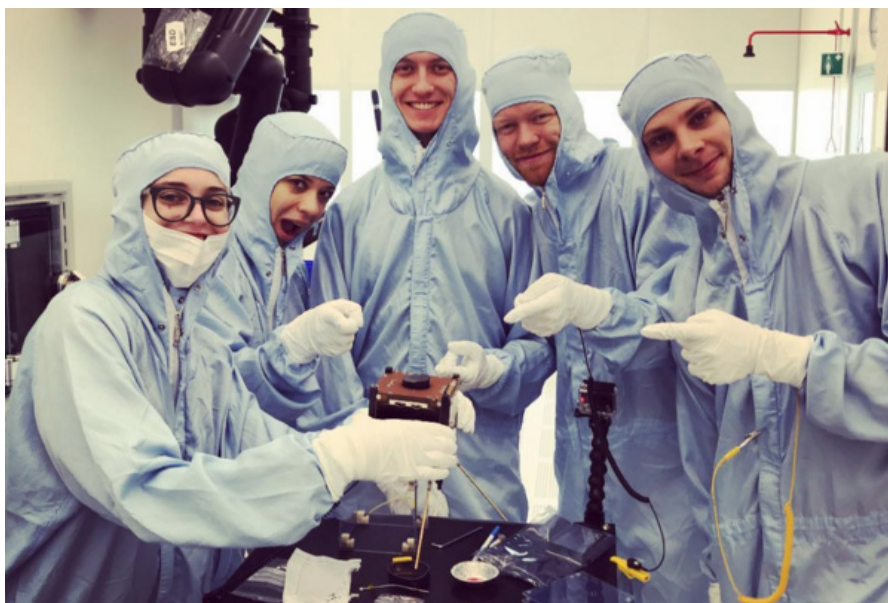
Space Exploration får børn til at drømme og udvikle store ambitioner og udgør et vel-egnet virkemiddel til at øge interessen for de natur- og teknisk-videnskabelige fag.

En vigtig del af den danske ESA-astronaut Andreas Mogensen arbejde er derfor også formidling til især børn og unge.

Andreas Mogensen har siden sin opsendelse givet over 160 offentlige foredrag i Danmark, herunder besøgt over 65 uddannelsessteder. Det er derfor oplagt at bruge hans næste mission til at udnytte og promovere danske virksomheders og forskeres planer for fremtiden.

Tilsvarende oplever danske forskere, der deltager i robotmissioner til Mars og andre planeter og måner stor interesse fra alle aldersgrupper og medier for den nye viden og opdagelser om vores solsystem, som disse missioner leverer.

Andreas Mogensen's foredrag på skoler, gymnasier og ved højere uddannelsessteder udgør et vigtigt bidrag til at øge interessen for STEM uddannelser i Danmark.



Studerende fra Aarhus Universitet og universitetets første cubesat - Dephini-1 – som blev sendt i rummet fra den internationale rumstation i 2019.

Foto © AUSAT/Dephini-1

Den danske kontekst



Søvn er et af de største problemer for astronauter i rummet.

Dette lyspanel fra det danske arkitektstudie SAGA Space Architects er designet til at teste, hvordan det kan forbedre søvnen for astronauter, der bor på ISS - og i sidste ende mennesker, der slår sig ned på Månen og Mars.

Testen finder sted ombord på ISS under Andreas Mogensens Huginn-mission. Foto: SAGA Architects.



Danmark har gennem årtier været aktiv inden for Space Exploration. Men selvom der foregår samarbejder mellem forskere og virksomheder i klynger (f.eks. inden for rummedicin og Marsforskning), er der fortsat et stort potentiale for yderligere samarbejde på tværs af fagområderne og mellem virksomheder og universiteter.

Udfordringer

I 2020 i forbindelse med etableringen af partnerskabet og indgåelsen af den første aftale, identificerede partnerne en række udfordringer for at realisere potentialet:

Området har ikke været i stand til at udvikle et fælles miljø for Space Exploration. Manglen på et fælles netværk og miljø i Danmark vanskeliggør udveksling af viden og idéer, og ikke mindst videre uddannelse af kvalificeret arbejdskraft. Det betyder også, at Space Exploration – i modsætning til f.eks. USA - savner den klare og samlede profil i den danske offentlighed, som området fortjener.

En af konsekvenserne er, at Danmark ikke udnytter det fulde potentiale for tværdisciplinære forsknings- og teknologi-projekter. Dette svækker innovationskraften i Danmark og forskernes og virksomheders muligheder for at tiltrække private fondsmidler til nationale projekter og dermed også muligheden for at udnytte den enestående forskningsinfrastruktur, som Danmarks medlemskab af ESA gør det muligt at udnytte (rumstationen, missioner til Månen og Mars).

Danmarks lange erfaring inden for forskning i rummedicin og humanfysiologi udnyttes i dag primært af én virksomhed, som leverer til både ESA, NASA og private selskaber, mens området er svagt forankret på danske universiteter. Aktiviteterne udføres af ganske få dedikerede forskere, som flytter til USA (midlertidigt eller permanent) for at finansiere og udføre deres forskning.

Dansk Marsforskning er i dag centreret om NASA missioner og danske forskere er ikke for øjeblikket en del af ESAs Mars missioner. Dette skyldes ikke mindst, at NASA har haft langt større succes med at lande og operere robotmissioner på Mars, men er også et resultat af ESAs beslutninger om at fjerne instrumenter, herunder flere med dansk bidrag, fra de europæiske missioner.

Samlet betyder dette, at Danmark i dag har ringe forankring og indflydelse på ESAs videnskabelige robotmissioner til Mars og kun i mindre omfang har været i stand til at hente finansiering hjem fra ESA trods stor erfaring med Mars udforskning.

Danmark har både videnskabeligt og teknologisk været involveret i alle NASAs landede rover-missioner på Mars siden 1997 – og tre af fire stationære landere. Adgangsbilletten til NASA har været udviklingen og leveringen af instrumenter, som flere forskere dog har haft vanskeligt ved at opnå bevillinger til fra danske fonde.

Rumpotentialet i Danmarks lederskab i robotteknologi, sundhedsteknologi og velfærdsteknologi er kun sparsomt udnyttet i rummet.

Evaluering af partnerskabets første periode

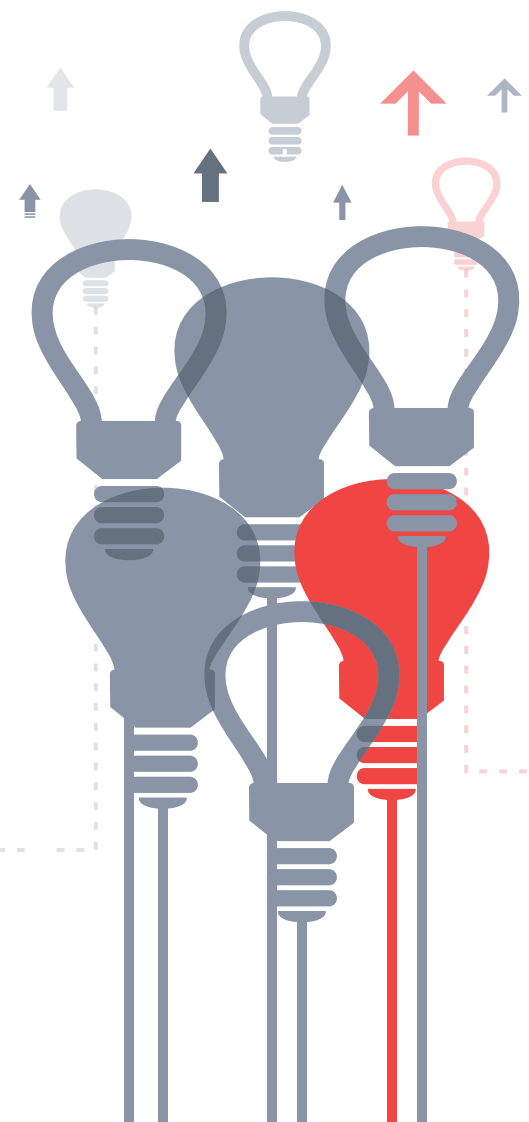
Partnerskabet evaluerede sine aktiviteter i september 2022 og konkluderede at partnerskabet har opnået mange positive resultater i den første aftaleperiode:

I særlig grad er Partnerskabet lykkedes med at nedbryde mure og accelerere samarbejder mellem universiteter, virksomheder samt UFS-RUM og den danske repræsentation i ESA. Dette har givet større indsigt i ESA's programmer og processer for universiteter og virksomheder, og ført til mere kvalificeret dansk engagement i ESA; begge dele er afgørende for at partnerne forstår og kan udnytte mulighederne i ESA.

Flere af arbejdsgrupperne har desuden afsluttet deres arbejde med gode resultater. Samlet set er der kommet et nyt fokus på Space Exploration i Danmark og etableret nye samarbejder, som ikke tidligere har eksisteret.

Med den nye aftale er det partnerskabets intention at bygge videre på de gode erfaringer, videreudvikle lovende projekter, øge områdets profil, invitere til nye samarbejder, tiltrække flere og nye partnere og samtidig identificere nye temaer for arbejdet i partnerskabet.

Partnerne konstaterede samtidigt, at selvom flere barrierer er blevet ryddet af vejen eller reduceret takket været partnerskabet, så refter der stadig både udfordringer og et uudnyttet potentiale for danske virksomheder og vidensinstitutioner særligt i en periode, hvor verden oplever så stor en vækst inden for rumfart generelt.



Otte mål for partnerskabet

Mål 1:

Skabe kritisk masse, overblik og vækst for danske Space Exploration aktører ved for første gang at samle alle private og offentlige aktører inden for området i Danmark.

Mål 2:

Øge samarbejdet og sparringen mellem ministerium og partnerne med henblik på at være på forkant med udviklingen i ESA og NASA.

Mål 3:

Øge synlighed og danske kompetencer inden for udnyttelsen af ruminfrastrukturen, herunder ISS, Lunar Gateway, den europæiske månelander Argonaut, Mars Sample Return og på længere sigt nye missioner til Mars, Månen og Venus

Mål 4:

Gennem øget tværfaglighed og samarbejde styrke Danmarks teknologiske og videnskabelige involvering i ESA- og NASA-missioner.

Mål 5:

Øge interessen for Space Exploration og STEM-fag i Danmark.

Mål 6:

Øge væksten i rumindustrien gennem udnyttelse af kommercielle muligheder for såvel nye som eksisterende virksomheder samt skabe øget spin-off fra Space Exploration.

Mål 7:

Øge opmærksomheden omkring Danmarks bidrag til og deltagelse i Space Exploration i ESA og NASA.

Mål 8:

Udvikle og bistå med at skaffe finansiering til konkrete danske projekter, herunder projekter af national interesse, inden for Space Exploration som udvikles i regi af partnerskabet

Hvordan arbejder Partnerskabet med at nå målene?

Nye erkendelser og videndeling

Dele viden og udveksle erfaringer på tværs af faglige miljøer (f.eks. mellem robotmiljøet og Marsforskere)

Søge at udvide samarbejdet mellem universiteter og mellem universiteter og private virksomheder.

Udbrede viden om mulighederne for at benytte infrastruktur i ESA og NASA til både videnskabelige og kommercielle formål.

Skabe og fastholde et overblik over Space Exploration aktiviteter i Danmark af hensyn til rådgivning og formidling.

Formidling og undervisning

Synliggøre statens investeringer i forskningsinfrastruktur i rummet for både private og offentlige forskningsaktører.

Samarbejde med nationale aktører, universiteter og skoleområdet om formidlings- og undervisningsinitiativer om Space Exploration.

Udvikle den fælles fortælling om Danmark som en nation af opdagelsesrejsende (Knud Rasmussen, Vitus Bering, Jens Munk, Carsten Niebuhr og Andreas Mogensén).

Fælles ideudvikling og konsortiedannelser

Modne samarbejde og arbejde i fællesskab for fælles aktiviteter, ansøgninger og rekruttering mellem interesserede partnere.

Fungere som idégenerator og udnytte tværfaglighed og tværgående samarbejde bedre.

Identificere, styrke og fremme konsortiedannelse med virksomheder og forskningsinstitutioner i andre lande.

Støtte medlemmers ansøgninger til private og offentlige fonde.

Fremme at nye virksomheder i ESA BIC Danmark kan drage fordel af mulighederne i ESA's Space Exploration program.

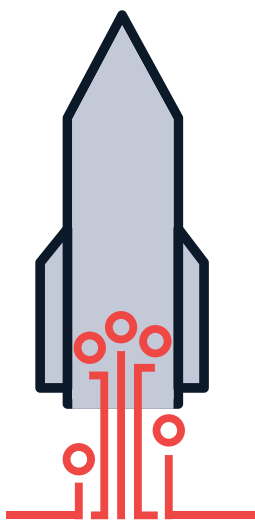
Identificere teknologier som gennem spin-off kan skabe værdi for eksisterende danske virksomheder eller måske endda danne grundlag for nye virksomheder.

Rådgivning og samarbejde

Rådgive Danmarks ESA-delegerede i Uddannelses- og Forskningsstyrelsen om Exploration aktiviteter med relevans for Danmark.

Fungere som tænketank for andre interessenter, som ønsker viden og ideer til udvikling af danske styrkepositioner.

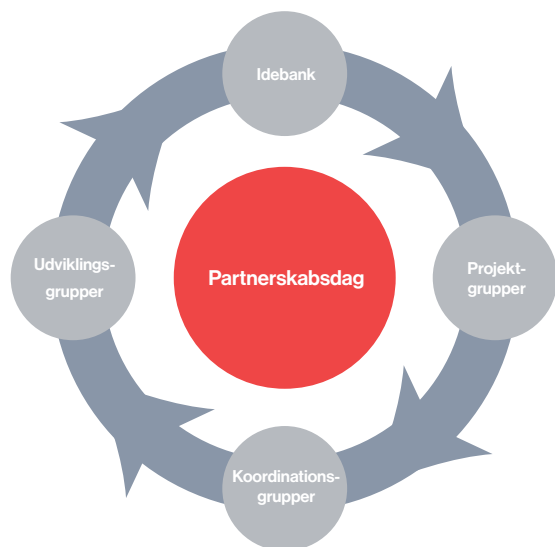
Styrke danske aktørers mulighed for at samarbejde med internationale og europæiske forskere og virksomheder.



Paneldebat på Rumkonference 2022:

Rumkonferencens højdepunkter var offentliggørelsen af en ny mission til Andreas Mogensen. Samtidig var der rig mulighed for at skabe netværk danske virksomheder og forskere imellem, samt at møde vigtige repræsentanter fra ESA. Foto: ESA

Partnerskabets arkitektur



Partnerskabsdag

Partnerne ønsker at koncentrere udvekslingen af viden, ideer og samarbejder på en årlig partnerskabsdag, som foreslås organiseret skiftevis hos forskellige partnere. På partnerskabsdagen intensiverer partnerne videndelingen og networking - og kan samtidig sætte fokus på et større emne. Mens alle andre møder er frivillige, skal partnerskabsdagen være obligatorisk for alle partnere..

Idebank

Her samler partnerne de gode ideer til potentielle arbejdsgrupper, som ikke prioriteres på kort sigt, fordi der enten mangler ressourcer eller fordi de ikke er modne endnu. De første ideer er:

Tænketaank:

Partnerne ser store muligheder på et marked i kraftig vækst. Der er brug for helt ny teknologi, der ikke i dag allerede findes som hyldevare. Hvis ikke andre lande skal løbe med alle de interessante opgaver, er det dog vigtigt, at Danmark er med i de tidligere udviklingsfaser af nye nøgleteknologier.

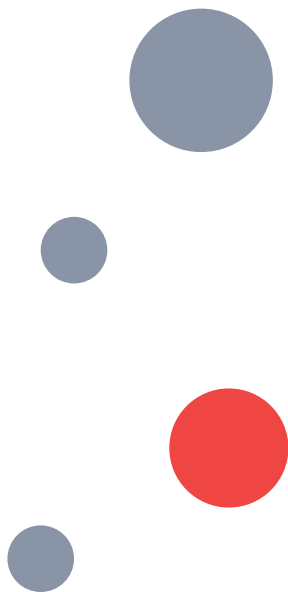
En tænketank skal samle eksperter på flere fagområder og udarbejde fremsynsrapporter, der peger på mulige danske niches.

Space for Life:

Under arbejdstitlen "Space for Life" kan en arbejdsgruppe undersøge, om der er grundlag for etableringen af et center for mikrogravitets-applikationer i dansk life science industri med fokus på at støtte både forskning og produktion i industrien gennem brug af mikrogravitetsfaciliteter såsom ISS og de kommende kommercielle platforme.

Med den nye, styrkede danske regeringsagenda i forhold til life science og potentiel ekstern finansiering fra Novo Nordisk fonden, der investerer massivt i centre med platformteknologier, der er relevante for life science, er der mulighed for at etablere rummet som en betydelig bidragsyder til den danske life science industris konkurrenceevne inden for de næste par år.

Potentielle partnere er Massachusetts Institute of Technology (MIT), KU, ESA BIC Denmark og Danish Aerospace Company



Sikkerhed og Space Exploration:

Europa kan være på vej til at opbygge en strategisk autonomi i forhold til selv at bygge rumstationer i LEO og udvikle rumtransportsystemer, som kan sende både satellitter, robotter og astronauter i LEO, GEO og længere ud i rummet.

Denne kapacitet vil ikke kun have betydning for den civile del af europæisk rumfart, men vil også øge Europas kapacitet til at operere militært i rummet. Hvordan skal Danmark bidrage til denne dagsorden og mulige nye kapacitet?

ESA industry day:

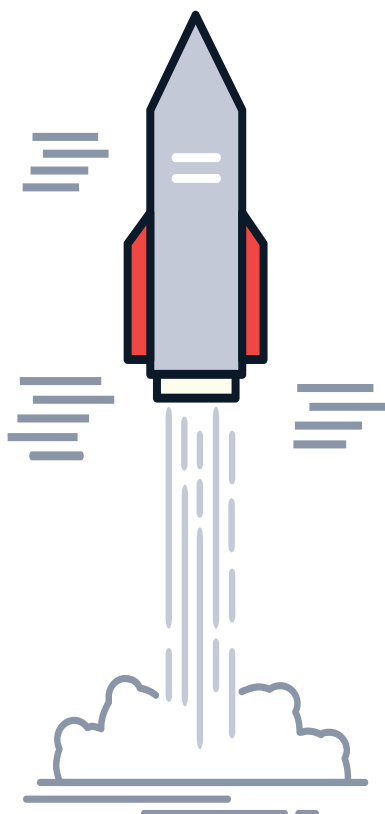
ESA tilbyder at afholde en såkaldt ESA Industry Day i Danmark for at give danske virksomheder mulighed for at blive klogere på kommende projekter og udbud i ESA. Et tema for sådan en dag kunne f.eks. være ESA's måneprojekter.

5G i rummet:

5G på Jorden fra satellitter er et stort vækstområde. Men med exploration aktiviteter på Månen bliver der også i fremtiden behov for at opbygge en infrastruktur af satellitter, der kan give 5G på Månen, hvor både robotter og astronauter kommer til at få deres arbejdsplads. Hvordan ser perspektiverne ud for at danske virksomheder kan komme til at levere den teknologi?

Projektgrupper

Projektgrupper arbejder målrettet mod at opnå konkrete resultater og har en tids- eller arbejdsplan med identificerede partnere:



Priskonkurrence om fremtidens danske Space Exploration missioner

Formål:

Formålet er at udarbejde et beslutningsgrundlag for en priskonkurrence. Afhængig af udformningen har en priskonkurrence potentialet til at stimulere interessen hos unge til at vælge STEM-fag, hvis den målrettes unge danskere i skole eller ungdomsuddannelserne, eller til at tiltrække nye forskere og virksomheder, som ønsker at bidrage til udviklingen af nye koncepter for rummissioner.

Arbejdsgruppen skal afklare retningen, målgruppen og ambitionerne for en eller flere priskonkurrencer, samt afklare en række grundlæggende praktiske spørgsmål såsom kriterier, udvælgelsesmetoden, juryen, kommunikation, prisen og herunder finansiering og eventuelle efterfølgende understøttende aktiviteter ved partnere, fx sparring, når en vinder er fundet. I arbejdet kan der ligeledes blive taget kontakt til danske STEM-formidlere, fonde og virksomheder, som er interesseret i at bidrage.

Det skal ligeledes undersøges i hvilken grad det er muligt at inddrage ESA og gøre brug af ESA's udviklingsplatform OSIP og teknologiudviklingsprogrammet GSTP. ESA planlægger desuden at etablere et Small Mission program, som kunne være relevant på længere sigt.

Succeskriterier:

Medio 2023 foreligger der en beslutning om gennemførelse af en eller flere priskonkurrencer til afholdelse fra og med andet halvår 2023 eller første halvår 2024.

Tidsplan/arbejdsplan:

- Første milepæl i marts, 2023: Indledende møde i arbejdsgruppen
- Anden milepæl i april, 2023: Andet møde og drøftelse med ESA
- Tredje milepæl i maj, 2023: Tredje møde og drøftelser med fonde og medie- og STEM-formidlings-partnere.
- Fjerde milepæl i juni, 2023: Første udkast til beslutningsgrundlag forligger
- Femte milepæl august: Beslutning.

Partnere:

UFS (tovholder), ESA, DTU, AAU, SDU, AU, KU m.fl.

Undersøgelse af udvikling af et Måne- og Mars testcenter

Formål:

Den nuværende Planetary Environment Facility hos AU har i de sidste 13 år været involveret i en række EU-støttede forsknings-projekter og -netværk. Faciliteten har også været anvendt af Industrikontrakter for ESA og NASA - især til instrumentudvikling/-testning under Mars Lander/Rover Programmet. Faciliteten er unik, idet der her kan skabes vindstrømninger og støv-/sandtransport under Mars-analoge forhold. Typisk ville det være umuligt at udføre disse forsøg andre steder.

Der er åbenlyst behov for at udbygge faciliteter i Europa, der kan anvendes til at afprøve udstyr og instrumenter under de særlige betingelser der er på Mars og på Månen.

I december 2022 gav ESA første bevilling til AU til udvikling af nye teknologier, som gør det mulig at bygge større testfaciliteter i fremtiden. ESA har ved flere møder i Danmark udtrykt interesse for at støtte en sådan udvikling i Danmark og der er efter al sandsynlighed basis for en bæredygtigt kommerciel virksomhed i forlængelse af forskningsaktiviteterne på AU

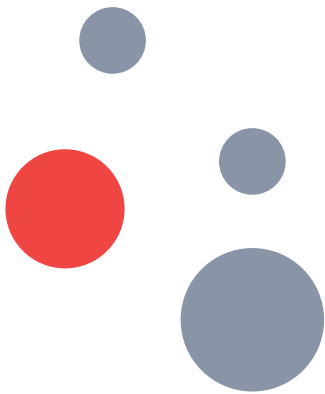
Teknologisk Institut (TI) har en over 100-årig tradition for at tilbyde services i relation til udvikling og validering af avancerede teknologiske løsninger. Som godkendt GTS institut ligger der også et ansvar i udnytte de unikke forskningskapaciteter der findes på universiteterne. I regi af partnerskabet vil der blive taget initiativ til at få etableret en forretningsplan der vil kunne afdække de konkrete muligheder for at bedrive en attraktiv kommerciel rumaktivitet i et tættere samarbejde mellem AU og TI.

Succeskriterier:

Med udgangen af 2023 er der på baggrund af en forretningsplan fremlagt et beslutningsgrundlag til videre behandling hos partnerne.



Mars simulatoren på Aarhus Universitet, der kan genskabe vind, temperatur og fugtighedsforhold på Mars' overflade har siden 2010 været anvendt i 24 industrikontrakter for ESA, NASA og underleverandører til disse organisationer. Foto © Aarhus Universitet



Tidsplan/arbejdsplan:

- Første milepæl i januar 23: Opstartsmøde
- Anden milepæl i marts 23: Godkendelse fra institutledelsen på AU og direktørkredsen i TI til at igangsætte et udredningsarbejde.
- Tredje milepæl i august 23: Foreløbigt udkast til en forretningsplan foreligger med henblik på en go/no-go beslutning.
- Fjerde milepæl i oktober 2023: Aftale om organisering af aktiviteten og færdiggørelse af en endelig forretningsplan.
- Femte milepæl i december 2023: Beslutningsgrundlaget for et muligt Måne- og Mars testcenter vil være tilvejebragt.

Partnere:

AU og TI

Brug af ESS til analyse og kortlægning af prøver bragt til Jorden som del af kommende NASA og ESA sample return missioner

Formål:

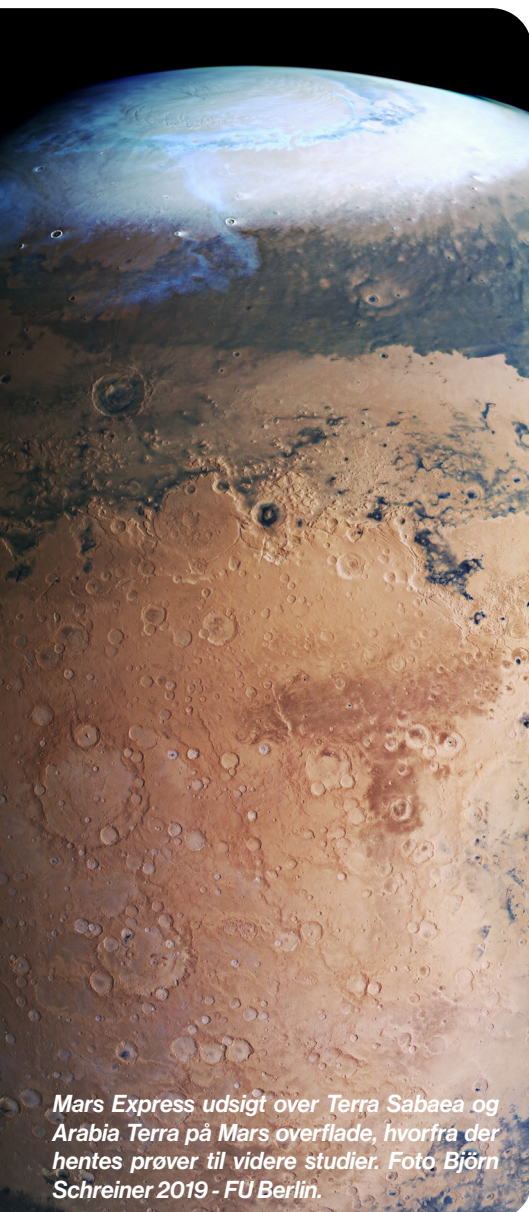
NASA og ESA arbejder i fællesskab mod at bringe nøje udvalgte prøver tilbage fra Mars i begyndelsen af 2030'erne. Den række af missioner, som kræves for at opnå dette, repræsenterer en hidtil uset teknologisk udfordring, og de hjembragte prøver har potentiale til at bringe fundamentale nye erkendelser om Solsystemets, og dermed Jordens, dannelse og udvikling, samt potentielt give svar på det helt store spørgsmål om, hvorvidt liv er opstået andre steder end på Jorden. Tilsvarende vil der som en del af de planlagte bemandede missioner til Månen blive bragt materiale tilbage til Jorden.

Danmark har verdensførende grupper indenfor kosmokemi og ikke mindst ift. analyser af tidligt liv og fossilt DNA, og har således både interesse og den krævede ekspertise til at komme i betragtning til at få tidligt adgang til de ekstraterrestriske prøver.

Med etableringen af European Spallation Source (ESS) i Lund (laboratoriefacilitet) og København (datacenter) vil der blive etableret en materiale-analyse-facilitet nær København i absolut verdensklasse, og dette, sammen med ekspertisen opbygget i de danske ESS fyrårsmiljøer, vil gøre det muligt at foretage uhørt nøjagtige ikke-destruktive målinger der kan kortlægge prøvernes indre struktur. Dette vil udgøre værdifuld viden i sig selv og øge vores forståelse af de hjembragte prøver, og give essentiel viden om hvilke dele af prøverne der med fordel kan bruges til hvilke (destruktive) analyser med minimalt prøvespild.

Succeskriterier:

Målet for projektgruppen er at samle de relevante danske interessenter, og i samarbejde med ESS ledelsen udbrede viden om mulighederne og potentialet ved at bruge ESS til analyser af ekstraterrestriske prøver. Derudover vil vi sikre koordinering med ESA for at afdække krav og imødekomme bekymringer ift. at gøre brug af ESS til kortlægning af prøver.



Mars Express udsigt over Terra Sabaea og Arabia Terra på Mars overflade, hvorfra der hentes prøver til videre studier. Foto Björn Schreiner 2019 - FU Berlin.

Arbejdsplan:

Der er nedsat en arbejdsgruppe med deltagelse fra KU og DTU for at afdække og påvise det videnskabelige potentiale i brugen af ESS ved analyser af den sjældne "Black Beauty" Mars meteorit – den bedste analog på Jorden for de prøver vi får tilbage fra Mars. Arbejdsgruppen koordinerer løbende med UFS-RUM for at afdække de politiske muligheder både nationalt og i ESA-regi for at sikre at arbejdet også kan bruges som løftestang til at åbne døren for tidlig adgang til hjembragte prøver for forskere fra danske universiteter.

Partnere:

KU (tovholder), UFS-RUM og DTU

Dansk bidrag til Mars Sample Return:

Teknologisk Institut har af ESA fået til opgave at udvikle kameraalgoritmer, som skal gøre en robot-arm i stand til at placere op til 30 sample tubes i retroraketens lastrum med millimeterpræcision. Seniorspecialist Michael Nielsen fra Teknologisk Institut er i gang med indledende tests af vision-systemet. Foto © Teknologisk Institut.



Udviklingsgrupper

Aalborg Universitet Space Robotics:

1. og 2. generations rumrovere inspireret af ESA og NASA space rovere. Roverne er forskningsplatforme for forskning og udvikling af kunstig intelligens til øget autonomi og in-situ ressourceudnyttelse (ISRU) på Månen og Mars. Dansk bidrag til Mars Sample Return: Foto © Aalborg Universitet.



Her finder vi udviklingsgrupperne, som samler og tiltrækker både nye og etablerede aktører omkring større og bredere temaer uden at have konkrete projekter som i projektgrupperne. Her deler man viden, generer ideer til f.eks. nye instrumenter og skaber kritisk masse til fremtidige fælles projekter. Ud af disse grupper kan der opstå nye projektgrupper.

Robotic support og produktion

Formål:

Formålet med denne udviklingsgruppe er at dele viden og generere ideer til fremtidens teknologibehov for en bæredygtig produktion, ressourceudnyttelse (In-Situ Ressource Utilisation (ISRU)) og udforskning af rummet med robotter (LEO, Månen, Mars). Dette sker gennem den i dag veludviklede danske styrkeposition inden for smart produktion, automation og robotteknologier.

Her vil danske aktører (vidensinstitutioner og virksomheder) få mulighed for at bidrage med teknologier og viden, der passer ind i ESA og NASA's strategier indenfor Off-Earth Manufacturing og Human and Robot Exploration.

De konkrete udviklingsmuligheder vil være i form af f.eks.

1. Nye produktionsprocesser og -udstyr til fx minedrift, forarbejdning af råstoffer, laserprocesser til produktion og 3D printUdvinding og design af nye materialer fra lokale ressourcer (ISRU) fx byggematerialer, vand, brændstof, ilt, Helium-3, og andre sjældne metaller (Rare Earth Metals (REM))
2. Robotteknologier i forskellige supportfunktioner og daglig drift til at understøtte menneskelig tilstedeværelse og udforskning på månen og Mars
3. Danske bidrag vil være med til positionere Danmark indenfor udviklingen af en fremtidig rumøkonomi/forretning gennem aktiviteter på Månen og Mars.

Succeskriterier:

Medio 2023 foreligger kortlægning af strategiske danske partnere og deres kompetencer og potentielle fremtidige bidrag (teknologi og viden) indenfor de relevante fokusområder 1-3. Partnere på denne liste har et ønske om at være aktiv bidragsyder til at udvikle den danske rumproduktion og være partner i forsknings- og samarbejdsprojekter.

Medio/Ultimo 2023 er der sammensat et dansk konsortium til en national/international fondsansøgning.

Tidsplan/arbejdsplan:

- Første milepæl i februar 2023: Indledende møde i arbejdsgruppen
- Anden milepæl i marts 2023: Andet møde og invitation af danske interessenter
- Tredje milepæl i april 2023: Første udkast til kortlægning af partnere foreligger
- Fjerde milepæl i juni 2023: Kortlægning af nationale og internationale funding-muligheder
- Femte milepæl i august 2023: Dansk strategi indenfor udviklingsgruppens tema foreligger

Partnere:

AAU og TI er tovholdere, men alle forskere og virksomheder er velkomne til at deltage.

Fremme Danmarks brug af ISS, Gateway og ESAs jordbaserede faciliteter

Formål:

ESA har sammen med sine internationale partnere investeret mange milliarder i excellent og helt unik forskningsinfrastruktur både i rummet og på jorden. Den Internationale Rumstation er blev forlænget til 2030 og snart føjes en helt ny mulighed til, nemlig Gateway – en mini rumstation i kredsløb om månen. Flere danske forskere og virksomheder har erfaringer med at udnytte ESA's faciliteter, men Danmark kunne sagtens stå bag flere projekter, også fordi Gateway giver nye muligheder.

Partnerskabet vil bidrage til at udbrede både kendskabet og egne erfaringer, sådan at også nye aktører bliver inspireret til at bidrage med deres vinkler og interesser.

Danske styrkepositioner inden for sundhed, klima, fødevarer og grøn energi har alle stor relevans for udforskningen af rummet. Partnerskabet sætter fokus på, at det bliver synligt, hvordan ESAs faciliteter på jorden og i rummet kan udnytte de danske styrkepositioner og være til nytte for det danske samfund.

Huginn-missionen, med Andreas Mogensen, vil give rigtig god synlighed for fagområderne med de danske forsøg og missionen kan kick starte processen for partnerskabet. De danske Huginn forsøg omfatter klimaobservationer, sundhed, 3D print, vandrensning, VR mm. på ISS. Partnerskabet sætter fokus på missionen og understøtter, at lederne af de danske forsøg på Huginn missionen fortsætter arbejdet med rummet også efter Huginn missionen. Partnerskabet understøtter desuden gennemførelse af projekter, der ikke når missionen.

Derudover omfatter Huginn missionen 30-40 andre ESA forsøg - forsøg der er udvalgt gennem ESAs Announcements of Opportunities (AO's). AO's som også danske forskere og virksomheder har eksklusiv adgang til gennem det danske medlemskab af ESA. Partnerskabet sætter fokus på hele missionen og promoverer samtidig mulighederne for at bruge ESAs faciliteter.

I rummet findes allerede ISS og fra 2026 også Gateway, og på jorden er der adgang til bl.a. "bedrest", faldtårne, parabolfly, Concordia på Sydpolen mm. Partnerskabet undersøger hvori udfordringerne for at benytte faciliteterne består, og ser om vi kan samarbejde med fx medier og ESA om at øge muligheden for at de udnyttes.

Partnerskabet vil øge synligheden af danske kompetencer og styrkepositioner og af ESAs muligheder ved at bidrage til at fortælle de gode historier om dansk teknologi og forskning på Huginn-missionen, ISS og Mars.

Succeskriterier:

Minimum to videndelings- og udviklingsmøder om året for erfarne og nye aktører.

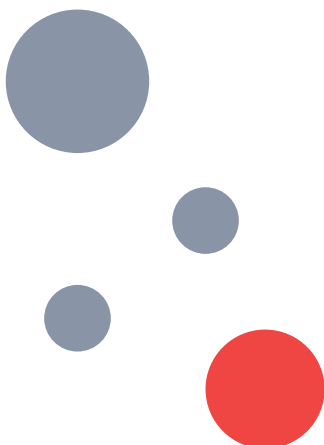
Etablering af samarbejder med medier og andre om at fortælle de gode historier og de kommende muligheder.

Promovering af 5-8 case stories.



Den Internationale Rumstation er et laboratorium for vigtige forsøg til at forstå den menneskelige fysiologi i ekstreme miljøer.

Foto © ESA/NASA



Tidsplan/arbejdsplan:

2023-2025

Der planlægges 2-4 online møder årligt samt deltagelse i den årlige partnerskabsdag

Partnere:

DAC og UFS-RUM er tovholdere, men alle forskere og virksomheder med forsøg på Andreas Mogensens næste Mission kan deltage.

Dertil kommer deltagelse af alle forskere og virksomheder med udstyr og forsøg på og til ISS, Gateway og ground facilities og alle nye interesserede aktører.

Ny teknologi/instrumenter og udforskning af solsystemet

Formål

Baseret på erfaringer fra første Partnerskabsaftale etableres denne udviklingsgruppe for at skabe et rum til løbende at idéudvikle og samarbejde på tværs af universiteter, myndigheder og virksomheder om teknologier der potentielt kunne udgøre fremtidige danske selvstændige bidrag til internationale space exploration missioner.

Fokus for denne gruppe er teknologi og instrumentering der kunne have relevans for Space Exploration missioner med astronauter og, især, robotter. Målet med gruppen er at bringe erfaringer fra aktive og kommende missioner sammen med idéer og førende dansk ekspertise indenfor relevante terrestriske analyser (geofysik, geokemi, geologi, remote sensing, ...) og herved danne et forum med den nødvendige ekspertise til at identificere behov og huller i det eksisterende 'state-of-the-art' som danske forskere og virksomheder potentielt kunne adressere.

Arbejdsplan:

Der sigtes mod at afholde kvartalsvise møder for alle gruppens deltagere. Disse vil blive koordineret med UFS så de planlægges ift. relevante møder i ESA og/eller NASA regi, og dermed også fungere som et vigtigt værktøj til at sikre vidensdeling om relevante programmer og langsigtet strategi og dermed muligheder til gruppemedlemmerne.

Succeskriterier:

Målet med denne udviklingsgruppe er at facilitere videreudvikling af en eller flere lovende teknologier, herunder at sikre vidensdeling om mulig hjemtagning af finansiering fra ESA puljer. Dette vil i sidste ende betyde at lovende idéer skal løftes fra denne udviklingsgruppe og over i målrettet projektgruppe under partnerskabet.

Partnere:

KU (tovholder) og UFS-RUM er tovholdere, men alle forskere og virksomheder kan deltage.



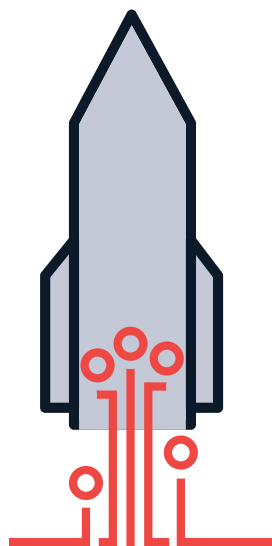
Atmosphere-Space Interactions Monitor er et klimaobservatorium på den internationale rumstation - ISS.

Det er udviklet af ASIM-konsortiet for ESA. ASIM-konsortiet består af Terma A/S, Danmarks Tekniske Universitet, Bergen Universitet, Valencia Universitet, Polish Academy of Sciences Space Research Center og OHB Italia. Foto © NASA



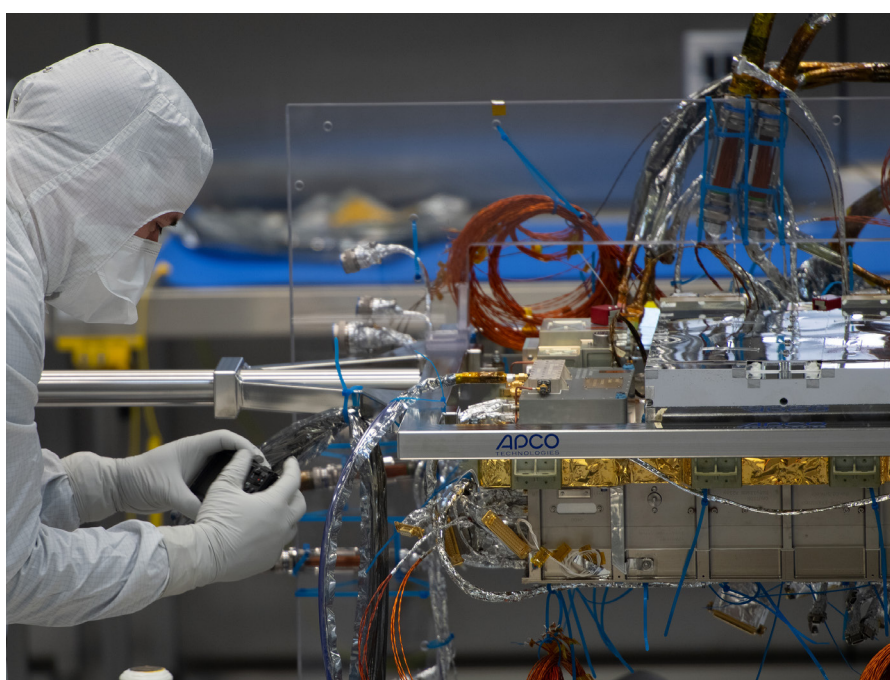
Koordinationsgruppe

Der kan etableres koordineringsgrupper på tværs af temaer for at sikre synergi mellem projekter, som arbejder inden for samme område, og hvor der er væsentlige overlap. Grupperne mødes efter behov og hertil kan også inviteres partnere eller eksterne med en særlig eller viden, som kan hjælpe begge projekter på vej.



Ground facility gruppe:

Uddannelses- og Forskningsstyrelsen samler de to Mars-orienterede projektgrupper til et årligt koordinationsmøde eller når der behov.



ExoMars Rover under opbygning og test for at kunne modstå de barske omgivelser på Mars. Foto © ESA Stephane Corvaja

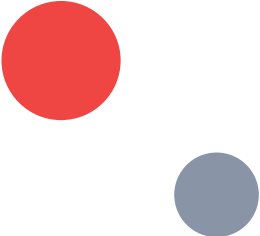
Kompetencer i partnerskabet

Human rumfysiologi, rumarkitektur og medikoteknologi

- Kompetencer inden for integreret humanfysiologi, celler og væv (både grundforskning og anvendt forskning)
- Kompetencer inden for psykologi, kommunikation og sociologi i forhold til performance og trivsel i isolerede og ekstreme miljøer
- Kompetencer inden for intelligente tekstiler
- Kompetencer inden for unikt trænings-, monitorerings- og helbredsovervågningsudstyr til rummet og til brug på jorden.
- Viden om stråling i rummet.
- Kompetencer inden for rumarkitektur.

Teknologi, planetforskning og robotter

- Kompetencer fra deltagelse i alle NASAs rover-missioner og flere stationære lander-missioner til Mars.
- Kompetencer fra deltagelse i Månemissioner
- Kompetencer i simulering af overfladen på Mars og udvikling af nye teknologier til test af udstyr på Månen og Mars
- Kompetencer i kuratering af meteoritter
- Kompetencer fra deltagelse i astrobiologiske forsøg på ISS
- Kompetencer i levering af strømforsyninger, stjernekameraer, telekommunikation, software samt præcisionsflyvning.
- Kompetencer inden for vandrensning.
- Kompetencer inden for udvikling og produktion af tjenesteydelser og komponenter til et stort antal ESA-missioner.
- Kompetencer inden for robotteknologi og produktion i rummet (f.eks. 3D print).
- Ekspertviden på forskellige rum-teknologier, herunder cubesats

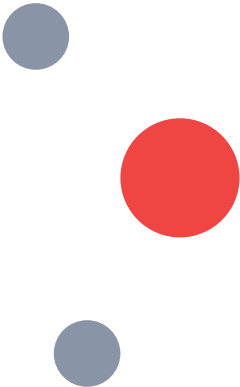


Netværk og generel viden

- | Aktivt netværk af virksomheder i rumerhvervet (både up- og downstream).
- | Adgang til rådgivning og finansiering fra ESA
- | Ekspertviden om historien bag dansk og europæisk arbejde med bemandet og ubemandet udforskning af rummet.
- | Ekspertviden om Human Exploration globalt
- | Viden om kommercielle tiltag inden for bemandet rumfart.



Formidling, visualisering og uddannelse

- | Bred erfaring med formidling af emner om Space Exploration.
 - | Kompetencer inden for visualisering af rumfart.
 - | Samarbejde med ESERO.dk og netværk med skolelærere, UVM, science centre og universiteternes skole og formidlingsarbejde
 - | Samarbejde med Astra og Teknologipagten
 - | Samarbejde med Dansk Selskab for Rumfartsforskning.
 - | Andreas Mogensen er efterspurgt som foredragsholder i skoler, virksomheder, aftenskoler og biblioteker.
 - | Adgang til ESA-ressourcer til undervisning og formidling.
 - | Samarbejde med Partnerskab for rumrelaterede uddannelser.
- 

Fem arbejdsprincipper

1. Partnerskabet arbejder på at øge videndeling og tværfagligt samarbejde. Partnerskabets medlemmer orienterer derfor de øvrige medlemmer af partnerskabet om væsentlige beslutninger og begivenheder og sørger for at dele relevante informationer.
2. Partnerskabet igangsætter løbende nye arbejdsgrupper, hvis minimum to deltagere støtter forslaget. Adgangen til at deltage i arbejdsgrupperne er åben for alle.
3. Partnerskabet koordinerer sine aktiviteter med de øvrige partnerskaber på rumområdet.
4. Partnerskabets deltagere bidrager til fælles aktiviteter, som kommer alle til gode, f.eks. kommunikationsaktiviteter på vegne af hele partnerskabet.
5. Partnerskaber kan benytte sekretariatet til at sprede informationer og nyheder til andre partnere.

Forpligtelser

Deltagerne i partnerskabet forpligter sig til efter bedste evne og vilje at arbejde for at opfylde partnerskabets vision, mission, mål og arbejdsprincipper.

Deltagerne forpligter sig til at prioritere deltagelse i partnerskabsdagen. Partnerne er ikke forpligtet til at deltage i arbejdsgrupper.

Deltagerne forpligter sig ikke økonomisk ved at deltage i dette partnerskab

Finansiering

Uddannelses- og Forskningsstyrelsen finansierer adgang til ruminfrastruktur, tilhørende jordbaserede faciliteter samt kontrakter om teknologiudvikling gennem den danske bevilling til den Europæiske Rumorganisation, ESA.

Anvendelsen af infrastrukturen og nye fælles aktiviteter via arbejdsgrupperne finansieres som udgangspunkt af brugerne selv, kontrakter i ESA samt midler fra ansøgninger til private og offentlige fonde.

Sekretariat

Uddannelses- og Forskningsstyrelsen fungerer som sekretariat for partnerskabet

Medlemskab af partnerskabet

Universiteter, virksomheder, GTS'er, klynger, medier, foreninger, myndigheder og andre aktører, som underskriver denne hensigtserklæring.

Nye medlemmer af partnerskabet godkendes med almindeligt flertal eller i stille procedure.

Deltagere i arbejdsgrupperne, som nedsættes af partnerskabet, behøver ikke at være medlemmer af partnerskabet, men opfordres dog til at blive medlemmer

Aftalens varighed og udmeldelse

Aftalen løber frem til udgangen af 2025.

Det er muligt at melde sig ud af partnerskabet uden videre, idet medlemmerne dog opfordres til at varsle en eventuel udmeldelse i god tid.

SPACE
EXPLORATION
DANMARK