

Dansk Rumfart

Nr. 80
2023

Andreas Mogensens anden mission til ISS

Rumrejsen - et nationalt formidlingsprojekt

Huginn missionen og de danske eksperimenter

**Astronauten, Månen og Klimaet - vær med og tag
billeder af Månen**

Vandrensning i rummet

Psykisk helbred under rummissioner

Søvn i rummet

Tordenvejr set fra ISS



*Officielt EMU portræt
af Andreas Mogensen
før Huginn missionen.
EMU er NASA's
Extravehicular
Mobility Unit rumdragt.*

Billede: Bill Stafford



Dansk Selskab for Rumfartsforskning

Redaktionelt

Udgiver: Dansk Selskab for Rumfartsforskning
Dansk Rumfart nr. 80, 2023
ISSN 0905-2410

Redaktionen

Lykke Pedersen (ansvarshavende redaktør)
Finn Willadsen

Kontakt redaktionen

info@rumfart.dk

Tryk: Jannerup

Oplag: 6000
Layout: Cristina Benescu

Forsidebillede:

Huginn missionen begynder
Foto: ESA/NASA

Bagsidebillede:

Billede: ESA astronaut Andreas Mogensen under ISS EVA Ops træning
Foto: James Blair

Indhold til Dansk Rumfart:

Artikler og indlæg i bladet er udtryk for forfatterens personlige meninger og kan ikke nødvendigvis opfattes som redaktionens holdning og opfattelse. Bruges artikler fra bladet som kildemateriale skal der refereres til Dansk Rumfart med henvisning til bladets nummer, årstal, udgivet af Dansk Selskab for Rumfartsforskning samt artiklens navn og forfatter.

Dansk Selskab for Rumfartsforskning blev grundlagt i 1949. Selskabets hovedformål er at udbrede kendskabet til rumfart i almindelighed og danske rumfartsaktiviteter i særdeleshed.

Det gør vi ved at afholde foredrag, udgive bladet Dansk Rumfart med artikler om rumfart og - især danske - rumfartsprojekter, og drive hjemmesiden rumfart.dk, hvor du kan læse om selskabets aktuelle arrangementer og 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.

Årskontingenter:

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

Dansk Rumfart nr. 80 er et særnummer og laves som en del af projektet Rumrejsen, der er et landsdækkende formidlings- og samarbejdsprojekt knyttet til Andreas Mogensens rummission, Huginn missionen. Tak til alle fonde, der har støttet projektet.



s. 06

Andreas Mogensens anden mission til ISS



s. 10

Huginn missionen og eksperimenterne: Klima, sundhed og anvendelser i dagligdagen



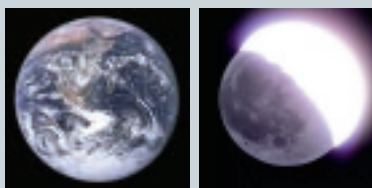
s. 12

Rumrejsen - kom og vær med!



s. 14

Astronauten, Månen og Klimaet



s. 20

Naturens egen vandrensning på rumrejse



s. 24

Thor-Davis: Studie af tordenvejr og elektrisk aktivitet med ny Kamerateknologi



s. 28

Vedligeholdelse af astronauters psykiske helbred under rummissioner med VR



s. 32

Søvn i rummet



s. 36

På mission med Andreas Mogensen



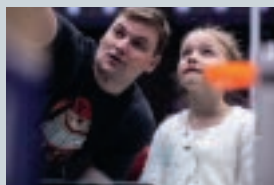
s. 40

Fremtidens rumstation



s. 44

Kodepirater på #rumrejse



s. 46

Forskelligt



Kære læser!

Det er med glæde at vi præsenterer Dansk Rumfart, hvor der er fokus på Huginn missionen, der er Andreas Mogensens anden mission til den internationale rumstation, ISS.

Tak til alle, der har bidraget med indhold til bladet.

I tilknytning til Huginn missionen er der etableret et landsdækkende formidlingsprojekt, "Rumrejsen", og du kan læse om to af aktiviteterne i dette projekt: undervisningsmaterialet "Fremtidens Rumstation",

der retter sig mod elever i grundskolen og ungdomsuddannelserne og udstillingen "Rumstationen - På mission med Andreas Mogensen", der kan ses rundt om i Danmark fra august 2023.

Andreas har valgt tre hovedområder for eksperimenterne til sin mission: Klima, sundhed og anvendelser i dagligdagen (Space for Earth). Vi har fem artikler om de danske eksperimenter, som giver et indblik i nogle af de ting, som Andreas skal beskæftige sig med, bl.a. teste et nyt vandrensningssystem og fotografere lyn. Han skal

også afprøve Virtual Reality (VR) udstyr til bevarelse af astronauters mentale helbred under lange rummissioner og han skal være med i et projekt, der undersøger hvordan astronauters søvn påvirkes. Endelig lancerer DMI et Citizen Science projekt, og alle kan være med til at tage billeder af Månen samtidig med Andreas ved nymåne.

God fornøjelse med læsningen!

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



*Crew-7 astronauterne Jasmin Moghbeli, Andreas Mogensen og Satoshi Furukawa under træning af overlevelse på vandet i Neutral Buoyancy Laboratory (NBL) i Houston.
Foto: Robert Markowitz, 1. december, 2022.*

Andreas Mogensens anden mission til den internationale rumstation

Andreas Mogensen vil på sin anden mission til den internationale rumstation, ISS, tage forskellige roller. På turen op til ISS som pilot og fra september af som kommandør for ISS. I løbet af de seks måneder missionen varer, vil han bl.a. udføre og deltage i en lang række eksperimenter, følge et fysisk træningsprogram samt bidrage til vedligeholdelse af rumstationen.

Opsendelse: 26. august 2023

Opsendes fra: Launchpad 39A, NASA Kennedy Space Center, Florida, USA

Rumfartøj: Crew Dragon

Raket: Falcon 9

Expedition: 69/70

Crew-7: Jasmin Moghbeli(USA, NASA), Andreas Mogensen(Danmark, ESA), Satoshi Furukawa(Japan, JAXA), Konstantin Borisov(Rusland, ROSCOSMOS)

Landing: I starten af 2024



NASA's Space-X Crew-7 med mission patch nederst i midten. Forrest fra venstre, pilot Andreas Mogensen, ESA og kommandør Jasmin Moghbeli, NASA. Bagerst fra venstre mission specialisterne Konstantin Borisov, ROSCOSMOS og Satoshi Furukawa, JAXA. Billede: NASA



Træning op til Huginn missionen.
Andreas og Jasmin.
Foto: ESA/NASA/Andreas Mogensen

*Crew 7 foran Falcon 9 i SpaceXs
hovedkvarter i Hawthorne, Californien.*

*Fra venstre til højre: Konstantin Borisov,
Andreas Mogensen, Jasmin Moghbeli og
Satoshi Furukawa.*

Billede: NASA, jsc2023e037683, juni 2023





*Huginn missionen begynder for Andreas.
Billede: NASA Live TV, 27.august 2023*



*En glad Crew 7 samling til velkomstmødet efter ankomst til ISS.
Billede: NASA Live TV, 27. august 2023*

Huginn missionen og de danske eksperimenter: Klima, sundhed og anvendelser i dagligdagen

TEKST: Lykke Pedersen, Dansk Selskab for Rumfartsforskning

Huginn missionen begyndte officielt, da Andreas bevægede sig ind gennem lugen til den internationale rumstation, ISS. I løbet af opholdet på ISS skal Andreas bl.a. udføre en række danske eksperimenter og deltage i formidlings- og inspirations projekter, der rækker ud mod børn og unge.

Missionens navn og mission patch

Huginn er navnet på Andreas Mogensens mission til den internationale rumstation. Navnet er valgt af Andreas og stammer fra den nordiske mytologi, hvor Huginn og Muninn er guden Odins to ravne. Sammen symboliserer de det menneskelige sind, hvor Huginn repræsenterer tanken og Muninn står for hukommelsen.

Fuglene tjener som Odins fortrolige og rådgivere og taler med menneskeligt sprog. Ved daggry sender Odin dem ud for at flyve over hele Midgård, for at samle viden om verden og melde tilbage hver aften.

Parallellerne mellem fortællingen og menneskelig rumfart er klare - i løbet af sin tid på rumstationen vil Andreas udføre videnskabelige eksperimenter, hvis resultater vil bidrage til vores

videnskabelige viden og derigennem forbedre livet her på Jorden og forberede os på fremtidige missioner i rummet. Logoet er rigt på symbolik. De rød-hvide farver og den blå aftegning på Huginns vinge symboliserer Danmark. De to striber på Huginns ryg viser rumstationens karakteristiske solpaneler og symboliserer også, at dette er Andreas' anden mission til rumstationen. Den hvide aftegning på vingen, symboliserer Andreas' rejse fra hans barndom i København til rumstationen. Og de seks stjerner danner en konstellation, der er baseret på vikingesymbolet for 'sikker' rejse.

Eksperimenterne

Som dansk astronaut har Andreas mulighed for at bruge en lille del af sin tid, mens han opholder sig på ISS, på danske



Mission patch for Huginn missionen. Billede: ESA

eksperimenter. Under partnerskabet "Space Exploration Danmark" blev der i 2020 nedsat en temagruppe, der indsamlede forslag til eksperimenter, og heraf blev der valgt ti ideer ud, der siden er blevet arbejdet videre på at få gjort klar til missionen. Andreas har valgt tre hovedtemaer for de eksperimenter, som han skal udføre under Huginn missionen: Klima, sundhed og anvendelser i dagligdagen (Space for Earth). Udover de

Læs mere om de danske eksperimenter her:

Astronauten, Månen og Klimaet, s. 14

Naturens egen vandrensning på rumrejse, s. 20

Thor-Davis: Studie af tordenvejr og elektrisk aktivitet, s. 24

Vedligeholdelse af astronauters psykiske helbred under rummissioner med VR, s. 28

Søvn i rummet, s. 32

danske eksperimenter er der også en række ESA eksperimenter, som han skal deltage i som skitseret i figuren nedenfor. Her i bladet kan du læse om fem af de danske eksperimenter.

Formidling og inspiration

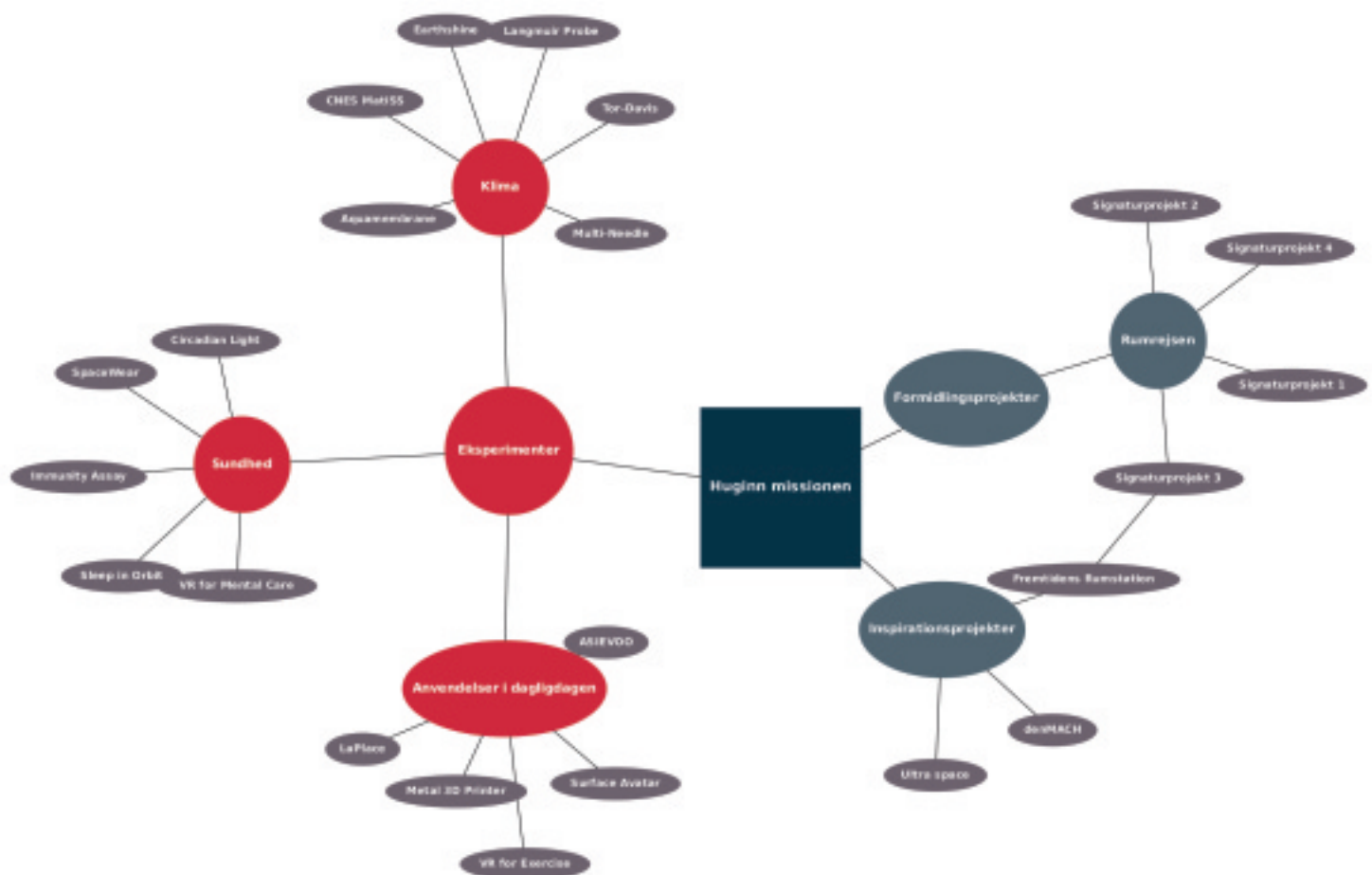
Som det fremgår af figuren er der også etableret projekter, der skal formidle til og inspirere børn og unge samt række ud til den brede befolkning. De er samlet i det landsdækkende projekt, Rumrejsen, der forgrener sig i fire signatur projekter, der er beskrevet på næste side. Derudover er der ultra:space projektet (som DR Lær står for), der har skoleelever i alderen 9-14 år som målgruppe og en række andre arrangementer.

Kilde: ESA/AU/rumrejsen.dk



Partnerskabet Space Exploration Danmark startede to temagrupper op, der banede vej for projektet Rumrejsen og de danske eksperimenter, der er kommet med i Huginn missionen.

Billede: Space Exploration Danmark logoet



Figuren viser nogle af de eksperimenter, som Andreas skal arbejde med under Huginn missionen: Thor-Davis/Kæmpelyn, Aquamembrane/Vandrensning i rummet, Earthshine/Billeder af Månen, Circadian Light/Lys i rummet, VR for Mental Care/VR og mentalt helbred, Sleep in Orbit/Søvn i rummet, SpaceWear/Wearable til rummet og ekstreme miljøer, VR for Exercise/VR til motion i rummet, Metal 3D Printer og inspirationsprojektet denMACH One/LEGO Spike Prime samt nogle esa eksperimenter. Illustration: Lykke Pedersen (Kilde: huginn 2023 brochure, ESA, https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Huginn)

Rumrejsen - kom og vær med!



Følg med på rumrejsen.dk

Rumrejsen er landsdækkende formidlings- og samarbejdsprojekt, der i anledning af Andreas Mogensen rummission, Huginn missionen, har til formål at begejstre og skabe interesse for rummet, naturvidenskab og teknisk videnskab for især børn og unge. Rumrejsen består af en lang række udstillinger, værksteder og aktiviteter, hvor man bl.a. kan træne som en astronaut, finde på gode ideer til fremtidens rumfart og blive skrap til satellitkommunikation. Rumrejsen består af 4 signaturprojekter, som alle omfatter en række aktiviteter, der henvender sig til forskellige brugere og offentligheden. De er kort beskrevet her.

Rummission LIVE

Signaturprojekt 1
"Rummission LIVE" vil via events skabe fascination for rejsen ud i rummet samt synliggøre de mange forskellige uddannelser og job, der er en forudsætning for, at astronauten er klædt på til turen. De forskellige events består af et væld af aktiviteter med udgangspunkt i rummet og Andreas Mogensens mission og foregår over hele landet på en række science centre, museer og lignende institutioner. Målgruppen er både skoler og den almindelige offentlighed.

Rumfart i Virksomheder

Signaturprojekt 2 fokuserer på spørgsmål som: Hvad skal der til for at blive astronaut, og hvordan kan

man komme til at udvikle udstyr til rummissioner og klimaforskning? Danske virksomheder er med i front inden for rumteknologi, og projektet "Rumfart i virksomheder" skal øge interessen for de STEM-erhverv, der er forbundet med rumindustrien. Målgruppen for aktiviteterne er primært elever i grundskoler og på ungdomsuddannelser. Den sekundære målgruppe er lærere, der er med til at inspirere og guide.

Fremtidens Rumstation

I signaturprojekt 3 kan elever fra både grundskoler og ungdomsuddannelser være med til at udvikle fremtidens rumstation. Der udvikles undervisningsmateriale til alle alderstrin fra naturfag i indskolingen til naturvidenskabelige fag i ungdomsuddannelserne.

Der vil være engineering-udfordringer til seks forskellige moduler til fremtidens rumstation.

På Mission Med Andreas Mogensen

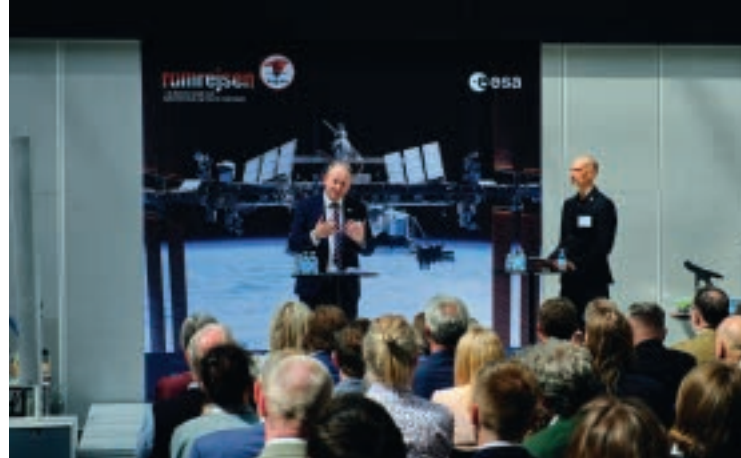
I signaturprojekt 4 skabes en udstilling, der inviterer dig med på Andreas Mogensens Huginn mission til Den Internationale Rumstation. Udstillingen består af en markant geometrisk og sanserig rumstationstruktur, som i sit design, æstetik og materialevalg sender gæsten på en begivenhedsrig og jordnær "rummission". En mission hvor forskning, teknologi og rumeventyret formidles gennem astronauten Andreas Mogensens arbejde og hverdag.

Læs mere om:

Udstillingen "Rumstationen - På Mission med Andreas", s. 36

Undervisningsmaterialet "Fremtidens Rumstation", s. 40

Coding Pirates aktiviteter, s. 44



(Ovenfor til venstre) Den danske ESA-astronaut Andreas Mogensen og H.K.H. Kronprinsen åbnede projektet Rumrejsen ved et kick-off arrangement i Industrien Hus den 22. maj 2023.
 (Øverst til højre) David Parker fra esa talte bl.a. om lunar gateway, som Andreas måske en dag skal op til.
 (Ovenfor til højre) Elev præsenterer projekt for uddannelses- og forskningsminister, Christina Egelund, direktør for DI Lars Sandahl Sørensen, Andreas Mogensen, David Parker fra esa og H.K.H. Kronprinsen.

Nedenfor ses ambassadørkorpsset for Rumrejsen.

Foto: Magnus Møller



Astronauten, Månen og Klimaet

TEKST: Peter Thejll OG Hans Glesner, Danmarks Meteorologiske Institut

Astronaut Andreas Mogensen, som er på rumstationen ISS i et halvt år fra august 2023, vil udføre et eksperiment der kan være med til at forbedre vores klimaviden. Eksperimentet kan bane vej for rumobservationer af Månen, så at jordskinnet der falder på Månen kan opmåles og anvendes i klimaforskning. Alle kan bidrage til eksperimentet ved at tage billeder af Månen.

Klima, Sol og Skyer

Klimaet på Jorden styres af balancen mellem kortbølget lys fra Solen der strømmer ind, og varmeenergien der strømmer ud igen. Solen er en ganske konstant kilde til energi, men de relativt lyse og variable skyer, iskapper og ørkener reflekterer lyset ud i rummet igen, så at det ikke spiller med i klimasystemet. For at forstå klimavariationer, må Jordens evne til at reflektere sollys studeres nøje.

Jordomkredsende satellitter tager masser af fine billeder af Jorden. Dog har satellitter svært ved at tilbyde langtidsstabil viden om Jordens refleksivitet. Kameraerne på satellitter er ikke uforanderlige.

Følsomheden opmåles grundigt før satellitterne sendes op, men når først rumfartøjet er i kredsløb, er det svært at følge med i hvordan følsomhed svinder ind med tiden i det barske rummiljø. Blandt andet kosmisk stråling rammer konstant instrumenterne og forringer stille og roligt følsomheden.

Ikke alle satellitter tager billeder af hele Jorden - satellitterne i lave kredsløb kan se bedre detaljer på overfladen men giver os

billeder der er små udsnit af overfladen - disse skal samles, som i et kludetæppe, for at give et helhedsbillede, og det er ikke uden besværligheder.

Månen som filmværk

Månen i kredsløb om Jorden udgør en slags film-lærred. Jordskinnet fra Jorden oplyser Månen ganske

svagt. Det kan ikke ses på den del af Månen der er oplyst af Solen, det er det for svagt til, men på den 'mørke side' kan man se jordskinnet - nemmest ved Nymåne.

Intensiteten af det jordlys der falder på Månen kan måles ret nemt i billeder taget af Måneskiven. Forholdet mellem styrken af lyset på den mørke og den lyse side



Jorden set fra Apollo 17, i 1972. Is og skyer reflekterer synligt sol-lys ud i rummet. Det mørke hav og skovene absorberer lyset, så det bliver del af klimasystemet. Det hvide 'slør' man ser ud mod kanten skyldes partikler i den klare luft, såsom aerosoler. Billede: NASA

af Månens skive er faktisk direkte proportionalt med Jordens refleksivitet.

Gammeldags fotografi med film skulle fremkaldes med kemikalier, og denne process gav ikke et 'lineært respons' proportional med lysets intensitet. Det gør det svært at benytte jordskinsmetoden på gamle historiske filmfotos af Månen. Moderne digitale billedsensorer er derimod lineære, hvilket er lige det vi har brug for: dobbelt så stærkt lys giver dobbelt så stærkt et signal, osv.

Spredt lys er et problem

Men, der er et problem med at tage billeder af Månen, som skal løses først, og her kommer Andreas Mogensen ind i billedet. Lyset fra den Solbelyste side på Månen er så stærkt, at det generer resten af billedet gennem spredning. Det spredes både af optikken og af atmosfæren. Det spredte lys må elimineres for at metoden ikke skal have systematiske fejl.

Spredning i atmosfæren skyldes molekyler, aerosoler og støv. Molekylerne spreder lys i alle retninger og udgør faktisk ikke et stort problem, idet der ingen eller næsten ingen 'gradient' er i det spredte lys - det ses i billederne som et konstant bidrag henover billedfladen og fjernes nemt. Aerosoler derimod, har det med at sprede lys fremadrettet. Aerosoler er f.eks. meget små dråber. Svovldioxid fra vulkaner producerer aerosoler, der i en årrække hænger i luften. Igen gjorde det ikke så meget, hvis bare



Månen med jordskin på den mørke side, og den meget overeksponerede Solbelyste side. Det stærke lys spredes ud på himlen og ind på den mørke side hvor det forstyrrer jordskinsteknikken. Lysspredningen skyldes både aerosoler i atmosfæren og diffraktion i optikken. Billedet er manipuleret for at kunne vise den mørke side, og er summen af 100 16-bit billeder taget med DMIs automatiske måneteleskop på Mauna Loa, Hawaii.

Billede: Peter Thejll, DMI

det spredte lys blev fordelt jævnt - men det gør det ikke: lyset spredes mest langs synsretningen.

Det er det problem vi skal have løst, fordi det stærke lys fra Månens lyse side spredes måske kun indenfor en grad eller to og da Måneskiven er en halv grad set fra Jorden kan der opstå gradienter i det spredte lys, der forstyrrer opmålingerne. Det hjælper at ikke observere Månen når der er mange aerosoler - men hvor og hvornår er det tilfældet? Fra toppen af bjerge er man

over meget af atmosfæren - men ikke det hele. Selv fra de særdeles gode observatorier på Hawaii og Kanarieøerne er effekten af spredt lys fra aerosoler til stede.

Andre kilder til spredt lys skyldes kameraoptikken selv. Linserne må naturligvis ikke være snavsede eller ridsede, men det grundlæggende diffraktionsfænomen giver også et bidrag til spredt lys. Diffraktionen er et uundgåeligt fænomen, men bidrager heldigvis kun lidt sammenlignet med

aerosolerne.

Nu kan man ane, hvorfor vi beder Andreas Mogensen om at tage billeder af Månen fra rumstationen - ingen atmosfæriske forstyrrelser!

Hvad skal Mogensen gøre?

Når Andreas Mogensen kommer til rumstationen, vil han hen over efteråret og vinteren 2023-2024 op til 4 gange forsøge at tage billeder af Månen fra det der hedder Cupola - et udsigtsrum på rumstationen.

Hvert eksperiment består i at indstille kameraet (et Nikon D5 med en 400mm telelinse) efter forholdene og så tage 100 billeder af Månen - uden at Solen samtidig er oppe! Billederne behøves for

Nymåne - og der er Solen jo altid tæt på - men der er et par minutter efter Måneopgang, hvor Solen endnu ikke er oppe og da skal billederne tages.

Hvorfor skal der være Nymåne?

Vi vil have Nymånebilleder, og det gør det ekstra svært. Det er sådan at når Månen er ny så er Jorden fuld - og omvendt. Derfor opnås det kraftigste Jordskin ved Nymåne. Vi har bedt om 4 forsøg, fordi det er svært at få kameraet indstillet rigtigt første gang, svævende i Cupola.

Den lyse side må ikke overeksponeres, fordi da tabes metodens linearitet.

Overeksponering undgås ved at forkorte eksponeringstiden, vælge et større blændetal eller formindske kameraets følsomhed - ISO tallet. Men, ændrer man på blænden, ændrer man også bidraget til spredt lys fra diffraktion. Ændrer man ISO-tallet, kommer der mere støj. Forkortelse af eksponeringstiden har færrest bivirkninger.

Hvorfor 100 billeder? Jo, den digitale kamera-sensor kan inddele lysintensiteten i 2^{14} trin (= 16384) og det er kun lige nok til at på samme tid fange Månens lyse og mørke side i et og samme billede. Ved at kombinere 100 billeder forbedres signalet i slutresultatet. Ved Halvmåne kan man næppe fange



Udsigt om 'dagen' fra Cupola på ISS. Herfra skal Andreas Mogensen tage billeder af Månen lige når den er stået op over horisonten eller lige før den går ned. I begge tilfælde må Solen ikke være på himlen samtidig. Billede: NASA/ESA

jordskinnet med et 14-bit kamera. Går alt godt står vi tilbage med billeder af Månen fra 2 eller 4 dage. Vi forventer at kunne se forskelle i jordskinnets styrke, som kan spores til hvor mange skyer, der var på Jorden dagen billederne blev taget. Men det er faktisk ikke hovedopgaven!

Hovedopgaven

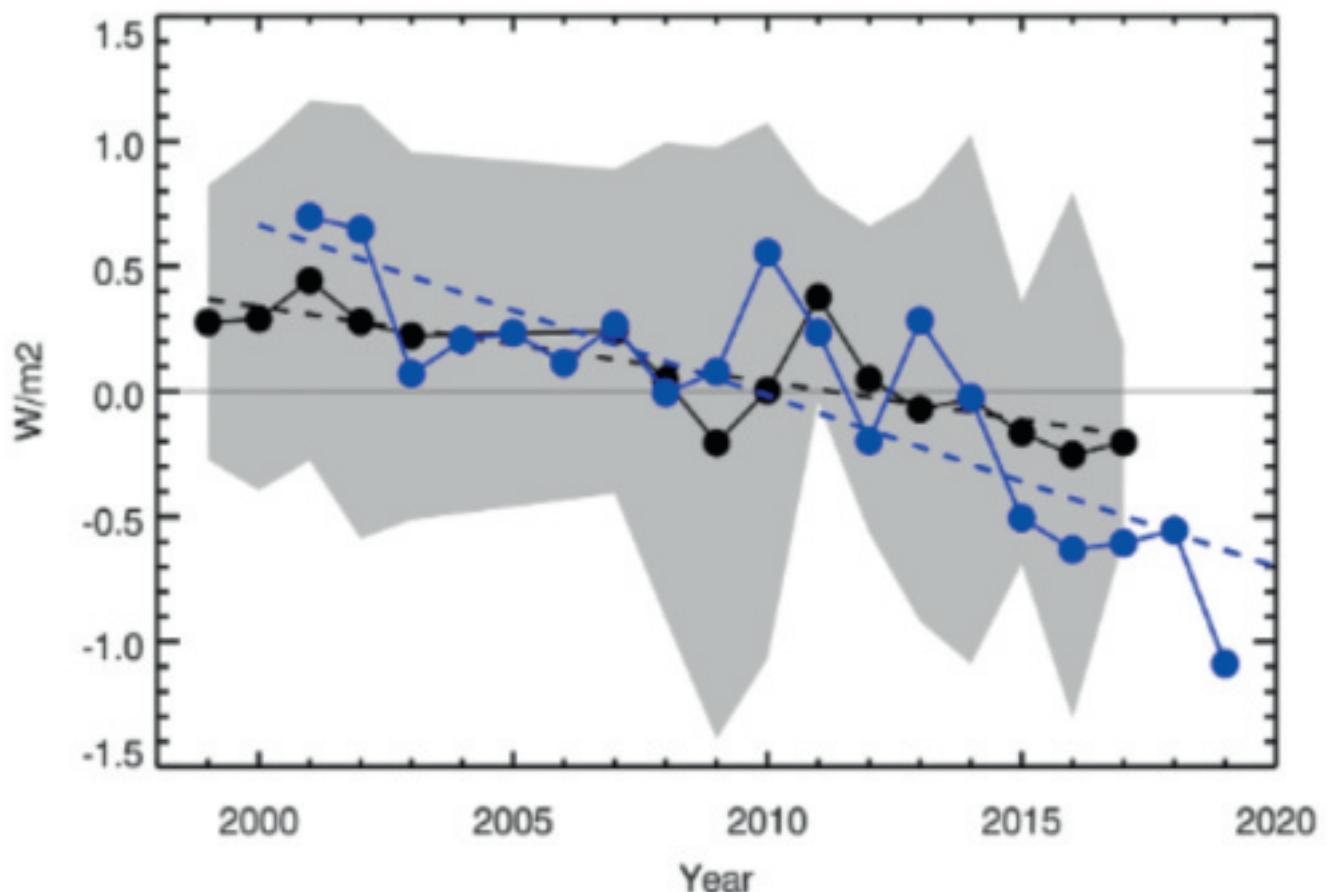
Det vi egentlig vil, er at se hvor meget spredt lys der er udenom Månen i billederne fra rumstationen, sammenlignet med billeder fra Jorden. Mængden af

spredt lys i billedet ses ved at måle intensiteten og profilen af 'haloen af spredt lys' udenfor måneskiven på den ellers helt sorte himmel. Billeder af Månen taget fra Jorden vil ligeledes opmåles, og sammenligningen kan afgøre hvor stor fordelen ved at tage til rummet er. Indsigterne fra dette er med til at designe et nyt instrument til små-satellitter, som vi er ved at udvikle med DTU Space.

Hvordan forbedrer billeder af Månen klimaviden?

Endelig kommer spørgsmålet, hvordan

billeder af Månen hjælper os med klimaforskning. Oplysninger om Jordens refleksivitet kan bruges i sig selv til at se hvad der sker med vores Jord, men oplysningerne kan også bruges til at støtte klimamodeller. Forskellen i klimamodellers temperatur sommer og vinter testes, og modellerne justeres så at tallene stemmer med observationer. Det samme gælder dag og nat, og desuden kræver man, at model-skydække og model-nedbør er rimelige. Vi mener, at hvis man også indstillede modellerne efter hvor meget jordskin



20 års målinger af Jordens refleksivitet - både fra satellitter og med jordskinsmetoden. Der er god overensstemmelse mellem de to helt forskellige målemetoder. Resultatet viser, at Jorden er blevet mørkere i denne periode og absorberer mere sollys nu end for 20 år siden. Nedgangen på 1W/m^2 svarer omtrent til 1% af det gennemsnitlige lys fra Solen.

Fra doi://10.1029/2021GL094888.

modellerne reflekterer, så kunne de forbedres yderligere.

Jorden er blevet mørkere

Igennem de sidste 20 år er Jordens refleksivitet blevet studeret med satellitter og med jordskinsmetoden. Som man kan se af figuren er Jorden blevet lidt mørkere de seneste 20 år. Idet de to

observationsmetoder er fundamentalt forskellige - satellitter vs. Månen - er der grund til at tro på det vi ser her.

Det er uklart hvorfor Jorden er blevet mørkere - og om det er en delårsag til, eller en følge af klimaforandringerne.

Det at Jorden bliver mørkere behøver ikke betyde, at der

er kommet færre skyer med tiden, men kan skyldes at vi i de sidste 20 år har formindsket udslippet af svovl under forbrænding af olie og kul, således at der dannes færre svovlsyre-aerosoler i atmosfæren. Jorden kan simpelthen sprede og reflektere mindre lys nu end for 20 år siden.

Alle kan være med til Mogensens forsøg. Tag billeder af Nymånen!

Alle med et kamera kan være med og hjælpe. Tag nogle gode billeder af Nymånen og lad os få dem! Billederne skal optages med en telelinse, der viser Måneskiven og et stykke himmel udenom. Gem billederne i NEF eller RAW format. Billeder gemmes normalt i 8-bit formater (JPEG), men disse har ikke 'dynamisk dybde' nok. Brug en lille blænde.

Billeder af Nymånen uploades til medier som Twitter, Facebook, Instagram osv med 'hashtags' #NewMoonSnap og #Huginn - brug gerne begge - for så kan vi bagefter finde billederne og kontakte fotograferne. Man behøver ikke tage 100 billeder for at være med, idet vi forventer at haloen med spredt lys kan ses selv på individuelle 14-bit billeder. Da disse sociale medier fjerner information i billederne af pladshensyn, kan netbilleder ikke bruges direkte direkte, og vi må gå denne omvej. Der kommer oplysninger om kameraindstillinger i DMI-nyheder på dmi.dk.

Datoer (hvor der er Nymåne), +/- 2 eller 3 dage omkring:

2023: 15. september; 14. oktober; 13. november; 13. december
2024: 11. januar; 9/10. februar.

Læs mere på DMIs hjemmeside:

<https://www.dmi.dk/nyheder/2023/tager-du-bedre-billeder-end-andreas-mogensen/>



Andreas på Pangaea 147 træningskurset, hvor astronauter får en grundlægende viden og praktisk erfaring med feltarbejde som forberedelse til fremtidig udforskning af Månen og Mars. Billede: ESA

Naturens egen vandrensning på rumrejse

TEKST: Jörg Vogel, Vice President for Open Innovation hos Aquaporin

Andreas Mogensen skal på Huginn-missionen teste den danske virksomhed Aquaporins vandfiltreringsteknologi baseret på naturlige proteiner. Teknologien skal på sigt være med til at give astronauter nemmere og bedre adgang til rent vand.

Rummet er et af de mest interessante steder, men også et sted påvirket af store udfordringer for mennesket. At transportere ting ud i rummet er ekstremt dyrt, og derfor er rumrejser også påvirket af, at alt der kan genbruges – skal genbruges.

Aquaporin er med til at teste vandrensningssystemet Aquamembrane 3, når Andreas Mogensen i seks måneder skal være på den internationale rumstation under Huginn-missionen. ISS har i dag et vandrensningssystem, der kan omdanne 93,5 procent af besætningens spildevand til drikkevand, men i fremtidens rumrejser til Mars eller lignende skal tallet

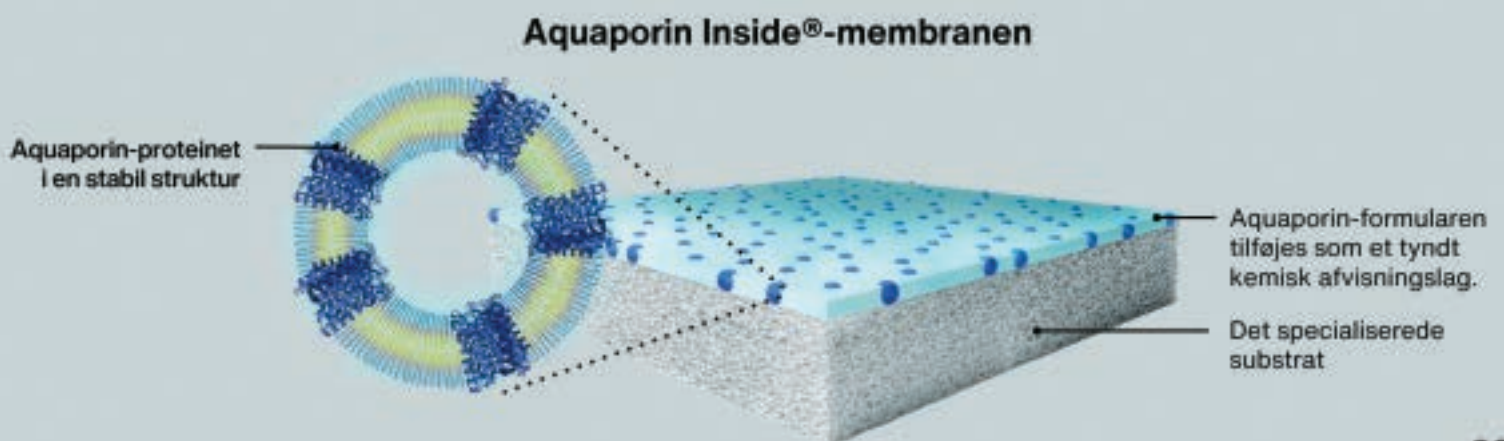
være over 98% ifølge NASA. Lyngby-virksomheden Aquaporin har i samarbejde med Danish Aerospace Company påbegyndt udviklingen af et "water recovery unit", der er baseret på Forward Osmosis og membrandestillation. Teknologien i Aquamembrane 3-maskinen er en del af dette system og bygger ovenpå den teknologi, som Aquaporin allerede har færdigudviklet og taget i brug på Jorden.

Inspiration fra naturen

Osmose er det naturlige fænomen, som Aquaporin gør brug af i deres Aquaporin Inside® Hollow Fiber Forward Osmosis-membran.

Forward Osmose er en proces, der får separeret vand gennem en semipermeabel membran, og her får det osmotiske tryk vand til at adskille sig fra opløste stoffer. De danskudviklede membraner fra Aquaporin er beklædt med celleproteiner af selv samme navn, og disse findes i naturen.

Aquaporiner er det mest effektive vandfilter, der findes på Jorden. De findes i alle levende celler, og de regulerer vandtransporten ind og ud ad cellen. Aquaporin-proteinet er så specialiseret, at det er vandmolekyler og kun dem, der kommer gennem kanalen. Naturen har udviklet proteinet gennem millioner af år, og



Figur 1: Aquaporin Inside®-teknologien. Aquaporin proteinet sidder i skallen af vesiklerne og bliver indbygget i et separationslag ovenpå en støttemembran. Foto: Aquaporin

Figur 2: Aquamembrane 1 var første trin til at undersøge Aquaporin Inside®-teknologien i rummet tilbage i 2015 under Andreas' første tur til ISS. Aquamembrane 1 beviste, at FO processen kan lade sig gøre i vægtløs tilstand og nu skal der undersøges, hvor god filtreringsprocessen egentlig er. Foto: ESA



ingen teknologi kan slå naturens evne til at filtrere vand. Lyngby-virksomheden Aquaporin har evnet at producere de naturlige proteiner og fået dem indbygget i en støttestruktur kaldet en vesikel, som man kan sammenligne med en vandballon, hvor aquaporin proteinerne danner en kanal igennem skallen. Vesiklerne bliver bygget ind i et separationslag ovenpå en støttemembran. Teknologien er gennemtestet på Jorden og fungerer i mange produkter, men på Andreas Mogensens mission vil teknologien blive testet i et vægtløst og isoleret miljø på rumstationen.

Omfattende test i rummet

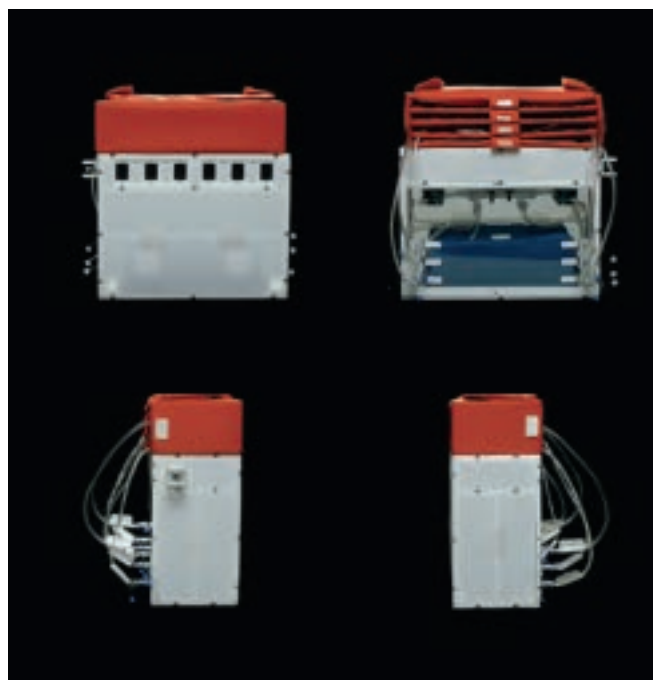
Andreas Mogensen får en enhed med Aquamembrane-3 ved en forsyningsopsendelse til ISS, der er planlagt til efteråret 2023. Herefter skal han foretage en test i løbet af december. Den dansk

udviklede maskine er et pumpedrevet væskesystem, som vil koncentrere spildevand fra rumstationen med en saltvandsopløsning, der vil skabe det osmotiske tryk det skal bruge for at separere vand fra forureningerne. Med til forsøget modtager Andreas Mogensen tre poser, hvor der er plads til 300 milliliter spildevand i hver pose, der vil blive tappet direkte fra ISS' spildevandssystem og indholdet vil herefter blive filtreret i maskinen med den unikke Aquaporin-teknologi. Rent vand bliver separeret fra spildevandsposerne og overført til poserne med saltvandet, der så skal sendes tilbage til Jorden for at blive undersøgt i et laboratorium. De tre parallelle eksperimenter skal være med til at sikre, at der et vist grundlag i de data, som man opsamler – og herigennem skabes der en datasikkerhed, men også et mere statistisk underlag at bygge videre på.

Det er forventet, at prøverne med det filtrerede spildevand vil blive sendt tilbage til Jorden i løbet af januar 2024, men allerede når Andreas Mogensen har foretaget testen, så vil poserne køles ned for at mindske risikoen for forurening af indholdet.

Forskningsprojektet er støttet af Den Europæiske Rumorganisation, ESA, der samtidig har en række standarder, som Aquaporin-teknologien skal overholde. Det er et ønske fra ESAs side, at Aquaporin skal kunne filtrere op til seks liter dagligt per astronaut på rumstationen, da dette ville dække en astronauts daglige forbrug.

Dette filtreringssystem er Aquaporin og Danish Aerospace Company i gang med at udvikle, så rumrejsende i fremtiden kan få adgang til rent drikkevand.



Figur 3: Fronten af groundmodel af Aquamembrane 3-testopstillingen. Spildevandsposer bliver sat ind i den orange holder og tilsluttet systemet. Den osmotiske trækopløsning sidder i poserne i den blå holder. Aquaporin membraner sidder i loftet på indersiden af kassen. Foto: Aquaporin



The Aquaporin Space Alliance Team

Karolina Jastremska
Application Specialist, Ph.D.
& Aquanaut

Peter Holme Jensen
Chief Innovation Officer
& Aquanaut

Jörg Vogel
VP Open Innovation, Ph.D.
& Aquanaut

Ingrid Helgeland
Process Engineer
& Aquanaut



Figur 4: Aquaporins del af ASA-teamet, der er med til at udvikle vandrensningssystemet.

Foto: Aquaporin

Om Aquaporin



Aquaporin er en innovativ vandteknologivirksomhed dedikeret til en mere bæredygtig verden, hvor vand bruges ansvarligt.

Vi har hovedkvarter i Danmark og aktiviteter i Singapore, Tyrkiet, Kina og USA, hvor vi kombinerer avanceret bioteknologi og åben innovation med naturlige aquaporiner, naturens egen vandrensning, som vi integrerer i vores membranteknologi.

Vores patenterede teknologi, Aquaporin Inside®, er baseret på Nobelprisvindende forskning og bruges til at rense og genanvende vand i industrier, i vores hjem og endda af NASA i rummet.

Vi arbejder med kunder og partnere over hele kloden for bæredygtigt at behandle industrielt spildevand, koncentrere mad og drikkevareprodukter samt forbedre drikkevandskvaliteten og -tilgængeligheden.

Thor-Davis: Studie af Tordenvejrs og Elektrisk Aktivitet med ny Kamerateknologi

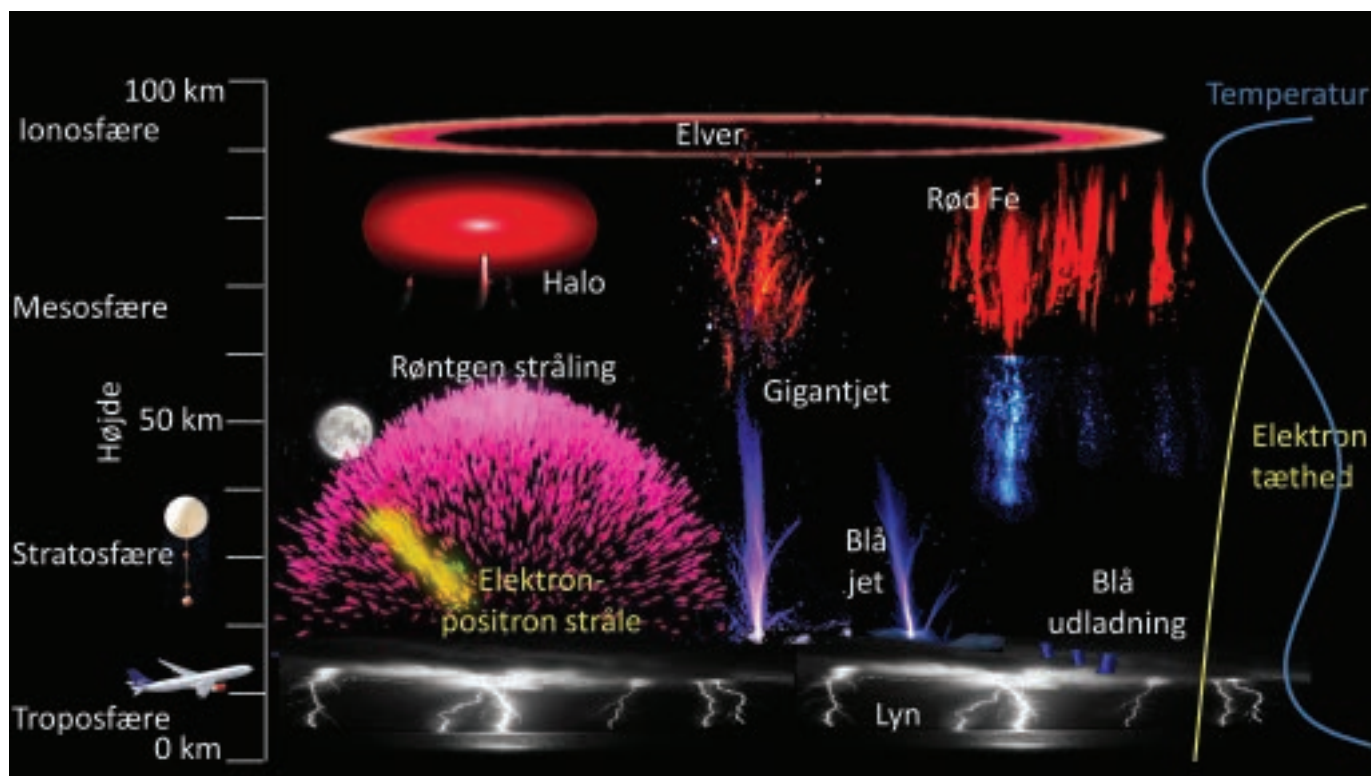
TEKST: Olivier Chanrion, Nicolas Pedersen og Torsten Neubert. Danmarks Tekniske Universitet, Institut for Rumforskning og Rumteknologi (DTU Space), Afdeling for Astrofysik og Atmosfærefysik.

Huginn-missionen begynder, og vi er heldige at være blandt de 10 danske forsøg, som ESA's danske astronaut, Andreas Mogensen, skal gennemføre om bord på den internationale rumstation (ISS) i det næste halve år. Vores eksperiment hedder Thor-Davis. For at give en forståelse af dette navn forklarer vi, hvad vi studerer og hvordan.

Atmosfærisk elektricitet har altid fascineret menneskeheden. Dette skyldes primært den enorme mængde energi, der er involveret i opladning og udladning af tordenskyer, hvilket for eksempel kan udtrykke sig i lyn, der kan rejse sig flere kilometer i en sky før, i et splitsekund, at slå ned på jorden med et blændende lys og en øredøvende lyd kaldet

torden. Nogle elektriske fænomener i atmosfæren har givet inspiration til adskillige befolkningers mytologi for at nævne fænomener de ikke kan forstå. For eksempel har den nordiske befolkning brugt Thor som tordengud. Videnskabsfolk, foretrak at undersøge det gennem eksperimenter og målinger. Benjamin Franklin og Jacques de Romas udførte de første modige

eksperimenter i det 18. århundrede. Med drager i tordenskyer gav de en naturvidenskabelig forståelse af atmosfærens elektricitet. Men selvom lyn er studeret gennem århundreder, er der stadig meget vi ikke ved. For eksempel, hvordan lyn starter og udbreder sig, hvad der sker der på toppen af en tordensky, og til hvilken grad det er vigtigt for os.



Figur 1. Tordenvejrs forskellige type elektrisk aktivitet. Illustration: T. Neubert / O.Chanrion, DTUSpace

Observation af Tordenvejr fra Rummet

I de sidste 30 år har vi opdaget, at tordenskyer også skaber elektriske udladninger i atmosfæren over skyerne. For eksempel de røde feer (red sprites) i 40-80 km højde og de blå lyn (blue jets) fra skytoppe og ind i stratosfæren til 50 km højde. Toppen af tordenskyerne kan også producere bemærkelsesværdige blå koronaudladninger. Figur 1 viser de mange forskellige elektriske fænomener vi foreløbigt kender til. De nye opdagelser vakte nysgerrigheden i vore videnskabssjæle, fordi de kan hjælpe med at besvare vores spørgsmål. Mange af fænomenerne er svære at se fra jorden, og kan med fordel observeres fra oven, for eksempel fra satellitter i lav bane, da de tillader os at se den nye elektriske aktivitet fra en relativt nær afstand.

Det er gjort tidligere med automatiserede instrumenter som ISUAL (Imager af Sprites and Upper Atmospheric Lightning) på den taiwanesiske FORMOSAT-2-satellit (2004-2016), det japanske JEM-GLIMS (Japanese Experiment Module - Global Lightning and Sprite Measurements) på ISS (2012-2015) og det dansk-ledet europeisk ASIM (Atmosphere Space Interaction Monitor), som blev sent til ISS i april 2018, og er stadig i drift. Målinger er også gjort af astronauter, som i det franske LSO eksperiment (Lightning and Sprite Observation) på ISS i 2001, i det israelske MEIDEX eksperimentet

(Mediterranean Israeli Dust Experiment) fra rumfærgen i 2003, af Andreas Mogensen under Thor-mission på ISS i 2015 og i det israelske ILAN-ES-eksperiment (Imaging of Lightning And Nocturnal Emissions from Space) i 2022.

Thor-Davis eksperimentet og den nye kamerateknologi

De tidligere eksperimenter filmede med lav billedrate (12 til ~240 billeder i sekundet), som i virkeligheden er utilstrækkeligt til at fange de hurtige processer i lyn. Vores nye eksperiment hedder Thor-Davis og følger i fodsporene på Thor-missionen udført af Andreas Mogensen. Thor-Davis er et dansk forsøg på Andreas Mogensens Huginn mission, der udføres af European Space Agency (ESA), hvor Dr. Olivier Chanrion fungerer som Principal Investigator (PI) i samarbejde med Nicolas Pedersen og Torsten Neubert. Formålet er at observere fra rummet med en ny kamerateknologi som kan måle elektrisk aktivitet i atmosfæren med en hastighed, der svarer til 100.000 billeder i sekundet. Det vil gøre det muligt at fange hidtil usete detaljer i lyn og andre elektriske fænomener over skyerne. Under Thor-missionen i 2015 filmede Andreas en bemærkelsesværdig blå lynaktivitet, som efter omfattende analyser blev offentliggjort i en anerkendt videnskabelig journal. Med Thor-Davis projektet har vi til hensigt at gentage eksperimentet med et højhastighedskamera, som

bygger på en DAVIS (Dynamic and Active-pixel Vision Sensor) chip, også kendt som et "neuromorfic" kamera eller "event" kamera. Princippet er, at information kun sendes fra chippen når lysintensiteten til en pixel ændrer sig mere end en specificeret værdi (op eller ned). Dette kan gøres med mikro-sekunders hastigheder.

Ved DTU Space (Institut for Rumforskning og Rumteknologi, Danmarks Tekniske Universitet) er der samlet et kamerasystem, der er let at bruge fra rumstationen. Det består af et konventionelt kamera med et neuromorfisk kamera monteret på toppen, begge synkroniserede og forbundne til en computer, som kører kameraerne og opsamler data. Da det er første gang, vi anvender denne teknologi, forventer vi værdifuld indsigt og viden om dets kapacitet og begrænsninger.

Andreas Mogensens Rolle

Andreas Mogensen, en erfaren astronaut der har begge ben på Jorden, vil spille en afgørende rolle i vores Thor-Davis-projekt. Hans opgave er at filme tordenvejr fra en glaskuppel på ISS kaldet Cupola, hvor han skal rette kameraerne mod tordenvejret, starte videooptagelsen og præcist og stabilt fastholde tordenvejret, mens ISS flyver over. Vi sender information til ham om hvor på kloden der er størst chance for at fange tordenvejr og at han kan gribe muligheden og filme det.



*Tordenvejr filmet af Andreas Mogensen fra ISS i 2015.
Billede: Chanrion et al., Geophysical Research
Letters, 44(1), 496-503.*

Klimaforskningens Rolle

Thor-Davis fokuserer på den øvre del af troposfæren (12-16 km), hvor skyerne topper. Projektet sigter mod at udvikle en måleteknik, der kan give bedre observationer af elektrisk aktivitet, og dermed vil bidrage til en bedre forståelse af sammenhængen mellem atmosfærisk konvektion og elektrisk aktivitet. Tordenvejr er kendt for at påvirke atmosfærens sammensætning, da udladning i tordenvejr kan producere nitrogenoxider, der har en betydelig indvirkning på atmosfærens kemi og

ozonlaget, især på torden-skystoppen.

Konvektion i tordenvejr er også kendt for at bringe aerosoler og gasser fra troposfæren til stratosfæren hvor det kan spredes over store afstande. Det påvirker også strålingsbalancen.

Vi er særligt interesserede i skytoppene, fordi Andreas' målinger i det tidligere Thor eksperiment og ASIM's målinger har vist en hidtil ukendt aktivitet i toppen af skyerne, og fordi ændringer i atmosfærens sammensætning har større effekt på strålingsbalancen, når de

sker i toppen af troposfæren.

Vores langsigtede mål er at medvirke til en forbedret integration af tordenvejr i klimamodeller og en bedre forståelse af, hvordan stormskytoppe påvirker os i et skiftende klima.

Vi håber Thor-Davis vil bringe os et skridt nærmere disse mål.



Andreas Mogensen og Olivier Chanrion holder Thor-Davis-kameraerne. Billede: ESA

Vedligeholdelse af astronauters psykiske helbred under rummissioner med VR

TEKST: Per Lundahl Thomsen, Chefkonsulent hos DTU Space og Partner hos Nord Space ApS

Vores projekt til Huginn-missionen, kendt som VR Mental Care eller VAMB (Virtual Assistance Mental Balance), fokuserer på anvendelsen af Virtual Reality (VR) til bevarelse af astronauters mentale helbred under lange rummissioner. Denne artikel beskriver kort de udfordringer, astronauter står over for, projektets udfordringer og hvordan VAMB kan hjælpe med at opretholde astronauternes psykiske balance.

Rumrejsens mentale udfordringer

Inden vi dykker ned i VAMB-projektet, som er et af de 10 danske eksperimenter Andreas Mogensen skal have med på Huginn-missionen, er det vigtigt at beskrive nogle af de mentale udfordringer, som astronauter står over for på deres rumeventyr. Forestil dig at arbejde og bo i et larmende, vinduesløst klinisk serverrum uden naturligt lys. Her er du spærret inde med en lille håndfuld kollegaer i flere måneder eller endda år, omgivet af den konstante larm fra servere, skærme og elektroniske apparater. Arbejdet er fra 7 morgen til 7 aften efter et nøje planlagt skema, der følges minut for minut. Du er overvåget døgnet rundt og de samme historier bliver fortalt igen og igen. Du kan ikke komme i bad og må udholde dine kollegaers "duft" i månedsvis. Måltiderne består af frysetørret mad og genbrugt vand. Sovepladserne er trange, med begrænset privatliv og komfort, og kommunikationen med ens kære er korte øjeblikke via en



Figur 1. Andreas Mogensen og Huginn Logo. Billede: ESA

iPad fortrinsvist om søndagen. Døgnet rundt skal man være på vagt og klar til at reagere hurtigt, hvis en alarm pludselig lyder. Det er derfor ikke overraskende, at astronauter på ISS elsker at trække sig tilbage til Cupola, der er en udsigtskuppel på rumstationen, hvor de kan finde ro ved at nyde udsigten til Jorden. Med fremtidige missioner til Månen, er Cupola ikke tilgængelig, og Jorden bliver en lille farverig bold i det fjerne. Når Mars bliver det ultimative mål, vil Jorden være reduceret til en lille prik, og kommunikationsforsinkelser vil hindre regelmæssig kontakt med

familie og venner, hvilket forstærker følelsen af isolation i rummet. Dette er virkeligheden for astronauter på langvarige rummissioner. Ud over de mange fysiske udfordringer, som vægtløshed og afstanden fra Jorden, er ensomhed og psykologisk stress en helt særlig del af livet som astronaut. Flere astronauter kæmper, på trods af deres stærke psyke efter en langvarig mission, med nærvær, angst og i enkelte tilfælde misbrug, skilsmisser og andre psykiske påvirkninger. Historisk set har prioriteringen altid været at sikre, at astronauterne



Figur 2. ISS Columbus modulet. Billede: ESA

overlever fysisk. Derfor er fysisk træning meget højt prioriteret i deres dagligdag, men desværre er det mentale helbred totalt overset. Hvis mennesker skal overleve og trives i rummet i årevis, er det afgørende med en aktiv indsats for at sikre, at astronauterne og ikke mindst mere almindelige rumrejsende forbliver hele mennesker. I februar besøgte en dansk delegation Texas. Her var det klart, at både ESA, NASA og de store rumvirksomheder er klar over problematikken. De erkender, at fremtidige bemandede private og offentlige rumstationer har brug for værktøjer, så de kan forebygge de psykiske konsekvenser af lange missioner i rummet.

VAMB's rolle i at styrke astronauters psykiske helbred

Her kommer VAMB ind i billedet. VAMB vil give astronauter mulighed for at undslippe det kliniske miljø på rumstationen og bevæge sig ind i en verden af glæde og velvære gennem selvvalgte høj kvalitet 360 graders film med god lyd. I forbindelse med Huginn-missionen vil der være mulighed for at dykke med delfiner, se en solnedgang over en bjergryg med fuglesang i baggrunden, eller sidde ved Vesterhavet og betragte havet og marsken, mens bølgerne bruser og vinden suser. Film, der er blevet udvalgt af astronauten selv fra en bred vifte af

muligheder. Målet er at give astronauterne et frikvarter, hvor alt omkring dem udskiftes med en anden og meget nærværende verden, så forbindelsen til Jorden bevares, og det psykiske helbred vedligeholdes og styrkes. VAMB har på Huginn-missionen fået tildelt 15 sessioner, hver med en varighed på 20 minutter. Her skal Andreas pakke udstyret ud, opsætte det, svare på et spørgeskema om hans psykiske velvære før en session, se filmen, pakke udstyret sammen igen og besvare endnu et spørgeskema efter sessionen. Data bliver efterfølgende analyseret af Psykiatrien hos Aarhus Universitets Hospital.



Figur 3. Transformation fra Lunar Gateway (Credit: NASA) til den virtuelle verden. Billede: Amelia Virtual Care

Udviklingen af VAMB's VR-løsning

Projektet lyder i virkeligheden meget simpelt og det var også vores forventning, inden vi gik i gang. Både Danish Aerospace Company (DAC), Nordspace ApS og os på DTU troede, at vi blot kunne anvende de VR-briller, der allerede er på ISS. Det er trods alt ikke nyt, at de har arbejdet med VR og AR i årevis på ISS. Men mens VAMB's mål var klart, stod vi over for udfordringer med at tilpasse den traditionelle VR-teknologi til rumstationens miljø.

Når en person bærer VR-brillerne og bevæger hovedet, styres billedet i brillerne af accelerometre og gyroer. Dette gælder for samtlige VR-briller i dag. Sensorerne driver ganske langsomt, men her på Jorden nulstiller man nemt denne drift i forhold til tyngdefeltet. I vægtløs tilstand mangler man tyngdefeltsreferencen, hvilket betyder, at billedet i brillerne drejer og ryster efter blot et par minutter, så VR kun i yderst begrænset omfang

kan anvendes i rummet.

ESA og NASA har arbejdet på en løsning siden 2016, men er ikke nået i mål og det kom som en stor overraskelse for teamet. Efter omhyggelig research, valgte VAMB-teamet dog at arbejde videre med HTC VIVE Focus 3. Disse briller har mange fordele. Herunder høj kvalitet og muligheden for at lave specialdesignede applikationer med adgang til sensorer, kameraer og aktuatorer. Batteripakken er placeret i nakken og er aftagelig, hvilket gør kvalifikationsprocessen meget lettere. For at spare omkostninger ved kvalifikationen valgte Danish Aerospace Company dog at ændre brillerne, så de kan bruge strøm fra en almindelig powerbank, der er kvalificeret og tilgængelig på rumstationen.

VAMB-teamet etablerede et solidt samarbejde med HTC, der udvikler en applikation til store forlystelsesparker. Denne applikation anvender en bevægelig reference i form af IR-kilder indbygget i

venstre controller.

Controlleren fungerer som ankerpunkt for det, man ser i VR-brillerne, og fastholder horisonten. Dermed erstatter man den manglende tyngdefeltsreference. I vores tilfælde er ISS "forlystelsen". Controlleren fastgøres via en arm til væggen af ISS og så længe referencen er i brillernes synsfelt vil billedet forblive stabilt. ESA var meget skeptiske til at begynde med, men nu har vi gennemført to vellykkede parabolflyvninger med ideen. Det kan desværre ikke lade sig gøre at teste brillerne i microgravity i længere tid end ca. 20 sekunder ad gangen på jorden og vi vil



Figur 4. HTV VIVE Focus 3. Billede: HTC



Figur 5. VR Set-up. Billede: HTC

derfor ikke finde ud af om den endelige løsning fungerer 100%, før brillerne kommer op på ISS. Denne succes har vagt stor begejstring hos ESA, der nu ønsker at bruge VR løsningen, også efter Huginn-missionen er afsluttet.

VR i rummet nu og i fremtiden.

VAMB bliver forhåbentlig et banebrydende skridt i retning af at styrke astronauternes mentale helbred. Gennem

samarbejde, innovation og hårdt arbejde har vi overvundet udfordringerne med at tilpasse VR til rumstationens miljø, og vores løsning er nu klar til ISS.

Målet med VAMB er at hjælpe astronauterne med at trives i rummet og bevare deres integritet som hele mennesker, mens de udforsker fjerne verdener. Med VAMB kan vi bidrage til at forme fremtidens rummissioner, hvor psykisk helbred er en prioritet, og

hvor vi sikrer, at vores astronauter ikke kun overlever, men også trives under ekstreme forhold. VR kan, ud over fysiske og mentale øvelser, anvendes til underholdning, samt til at installere, vedligeholde og operere instrumenter, værktøjer, og systemer på rumstationer og i fremtiden på missioner til Månen og til Mars. Teamet bestående af DTU Space, Danish Aerospace Company, Nord Space, HTC, Primeview, Amelia Virtual Care, Aarhus Universitets Hospital mfl. er fulde af forhåbninger om at vores indsats kan åbne op for mange nye muligheder for VR i rummet til glæde for alle fremtidens rumrejsende.

Håbet er også at VAMB-missionen vil medvirke til, at psykiatrien her i Danmark får øjnene yderligere op for de mange muligheder med VR som et godt og veludviklet værktøj til behandling af mange psykiske lidelser og som et forebyggende værktøj imod stress.

Om Nord Space

Baseret på et omfattende netværk tilbyder Nord Space projekt-udviklingsteams, tigerteams og individuelle eksperter til kortsigtede og langsigtede opgaver inden for satellitplatforme, sub-systemer til satellitter eller udvikling af jordsegmenter.



<http://www.nord-space.com/>

Søvn i rummet

TEKST: Simon Lind Kappel, Kaare Mikkelsen, Preben Kidmose, Center for ear-EEG, Institut for Elektro- og Computerteknologi, Aarhus Universitet

Huginn er navnet på ESA astronaut Andreas Mogensens anden mission til den internationale rumstation (ISS). Fordi Andreas Mogensens er dansker, kan en lille del af hans tid på ISS bruges på nationale eksperimenter. Et af disse eksperimenter hedder "Sleep in Orbit" og har til formål at undersøge forskelle mellem søvn på jorden og i rummet.

Søvn er vigtigt

På trods af at vi bruger omkring en tredjedel af vores liv på at sove, så ved vi overraskende lidt om de fysiologiske mekanismer under søvn. Men, selvom vi ikke ved så meget om de fysiologiske mekanismer, så er det klart at søvn er vigtigt for vores sundhed, velbefindende og kognitive funktion. Vi kender formentlig alle de umiddelbare konsekvenser for vores velbefindende når vi i en periode har fået for lidt søvn, og det er også meget veldokumenteret at praktisk talt alle vores kognitive funktioner bliver dårligere, hvis vi ikke får tilstrækkeligt med søvn. Vi får dårligere reaktionstid, bliver dårligere til at huske og lære nyt, vores arbejdshukommelse reduceres, vi bliver dårligere til at planlægge og overskue komplekse problemstillinger, vores evner til at kontrollere vores følelser bliver dårligere, og så videre. Der er også en stærk kobling mellem vores søvn og sundhed. Hvis vi ikke får tilstrækkeligt med søvn, eller hvis vores søvn af en eller anden grund er forstyrret, stiger risikoen eksempelvis for hjertekarsygdomme, overvægt, diabetes, og vi bliver også mere sårbare

overfor en række neurodegenerative og psykiatriske sygdomme. Selvom årsags-sammenhængen mellem utilstrækkelig eller dårlig søvn og sygdommene ikke er velforstået, så er det uomtvisteligt, at der er en kobling.

Når vi sover veksler vi imellem forskellige søvnstadier. Vi har 4 forskellige søvnstadier: transitionen fra vågen til søvn kaldes N1, let søvn kaldes N2, dyb søvn kaldes N3, og endelig har vi REM-søvnen som vi også nogle gange kalder for drømmesøvnen. I løbet af en nat veksler vi imellem de forskellige søvnstadier i et karakteristisk mønster: fra vågen går vi kortvarigt igennem N1 til N2, dernæst kommer en periode med N3, og til sidst kommer vi i REM-søvn. Sådan en sekvens kaldes en søvncyklus. I løbet af en nat kommer vi typisk igennem 4 til 6 af disse søvncyklusser. En grafisk fremstilling af hvordan vi veksler mellem søvnstadiene i løbet af en nat kaldes et hypnogram. Figur 1 viser et typisk eksempel på et hypnogram. Som det fremgår, så er vores søvn i praksis ikke helt så systematisk som beskrevet ovenfor – eksempelvis er det helt normalt med adskillige

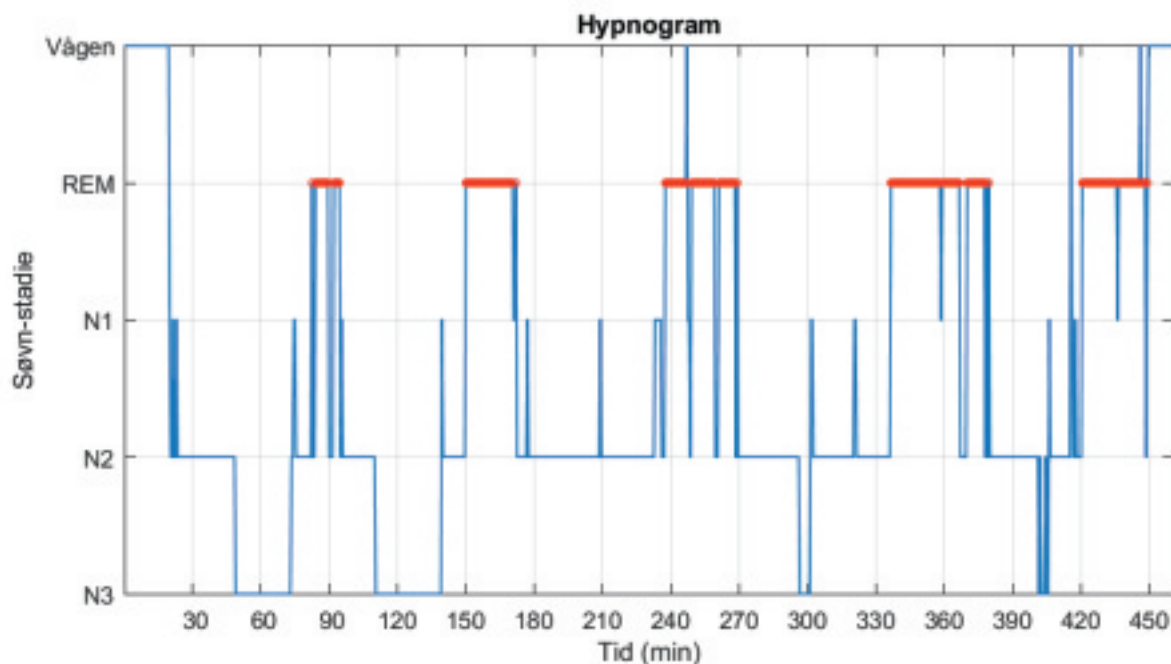


*Huginn mission patch.
Billede: ESA*

korte opvågninger i løbet af en nat. Når vi taler om at karakterisere søvn, så handler det bl.a. om at beskrive hvordan vi veksler imellem søvnstadiene og hvor stabile de forskellige søvnstadier er.

Astronauters søvn

Næsten alle astronauter oplever at de sover dårligt under deres ophold i rummet. Men faktisk ved vi ret lidt om hvordan de sover rent fysiologisk. For der er næsten ingen sammenhæng imellem hvordan vi oplever at vi sover og hvordan vi rent fysiologisk sover. Men fordi søvn er grundlæggende vigtig for vores sundhed og kognitive funktioner, er det vigtigt at finde ud af om der er systematiske forandringer i astronauternes fysiologiske søvn, når de opholder sig i rummet. Hvis de ikke får



Figur 1. Et hypnogram viser hvordan vi veksler imellem søvnstadierne igennem natten. Figuren viser et typisk eksempel på et hypnogram for en normal nats søvn. Kilde: Center for Ear-EEG, Aarhus Universitet

tilstrækkelig søvn, eller hvis deres søvn er forstyrret, så kan det have umiddelbare konsekvenser for deres kognitive funktionsniveau, og dermed både for deres sikkerhed og kvaliteten af det arbejde de laver under deres ophold i rummet. Derudover kan det give anledning til at vurdere hvilke langsigtede konsekvenser det kan have for deres sundhed – et aspekt der bliver endnu vigtigere, hvis vi i fremtiden sender astronauter ud på endnu længere missioner i rummet.

Sleep-in-Orbit eksperimentet

Formålet med Sleep-in-Orbit eksperimentet er at undersøge om der er fysiologiske forskelle mellem den måde mennesker sover på i rummet og på Jorden. For at undersøge det, måles astronautens søvn inden missionen til rumstationen,

under opholdet på rumstationen, og igen når astronauten er tilbage på Jorden. Fordi der er relativt store variationer i vores søvn fra nat til nat er det nødvendigt at måle et antal nætter både før, under og efter opholdet på rumstationen. Dermed håber vi at få et godt billede af deres søvn på Jorden og i rummet, og dermed undersøge om der er systematiske forskelle. Baseret på tidligere studier af astronauters søvn har vi nogle konkrete forventninger til hvilke forandringer der vil være. Men Sleep-in-Orbit eksperimentet er i udgangspunktet et eksplorativt studie, hvor forskningsspørgsmålet er om der er systematiske fysiologiske forskelle, og dernæst karakterisere disse forskelle. For at kunne karakterisere forskellene bedst muligt, er det målet at måle 10 nætter forud, 20

nætter under, og 10 nætter efter opholdet på rumstationen. Der er både en nat til nat variation indenfor den enkelte forsøgsperson, men også en variation i hvordan vi sover på tværs af forsøgspersoner. Derfor er det vores mål at måle på et større antal astronauter, for at finde ud af om de forskelle vi finder indenfor en enkelt astronaut, generaliserer på tværs af astronauter. Forsøget startede med et være et nationalt projekt kun med Andreas Mogensen, men allerede nu er det planen, at eksperimentet skal udføres af tre andre astronauter.

Søvn-monitorering i rummet

Baggrunden for Sleep-in-Orbit eksperimentet er, at vi i en lang årrække har arbejdet med at måle og karakterisere søvn baseret på en teknik vi kalder øre-EEG. Øre-EEG er



Figur 2. (til venstre) Måleelektronikken med ørepropper og elektroder.

Figur 3. Øre-EEG proppen i Andreas Mogensens øre.

Kilde: Center for Ear-EEG, Aarhus Universitet

en teknik hvor der måles elektriske signaler fra hjernen via elektroder placeret på en øreprop. Øreproppen er i de fleste tilfælde tilpasset det individuelle øre. Øreproppen laves ved først at tage et aftryk af øret, derefter 3D-skannes øreafttrykket, i et CAD-program modelleres en øreprop der passer præcist til øret, og der 3D-printes en form som øreproppen kan støbes i. Øreproppen er lavet af et blødt silikonemateriale og man mærker næsten ikke, at øreproppen sidder i øret. Normalt når der måles elektrofysiologiske signaler bruges der en gel mellem elektroden og huden. Gelen sikrer at der skabes en god elektrisk forbindelse mellem måleelektronikken og kroppen. Men ved øre-EEG måler vi næsten altid med

tørre elektroder – det vil sige uden gel. Derfor har vi specialudviklet vores egen måleelektronik, som er bedre end konventionelle biopotential-forstærkere til at måle med tørre elektroder. Selvom vi har arbejdet i mange år med at udvikle elektroder og måleelektronik til øre-EEG, så viste det sig at vi var nødt til at redesigne praktisk talt alle vores ting for at kunne opfylde de forskellige krav der er til udstyr på rumstationen. Det er særligt de mange sikkerhedskrav, der har været en udfordring. Måleelektronikken med ørepropper og elektroder er vist i figur 2, og i figur 3 kan man se øreproppen i Andreas Mogensens øre. I normal klinisk praksis karakteriseres søvn manuelt ved at søvnklinikere visuelt inspicere de fysiologiske

målinger i 30 sekunders intervaller. Men det har vist sig at man kan træne algoritmer til at karakterisere søvnen, og at algoritmerne er lige så gode som erfarne søvnklinikere.

Vi har også vist, at man baseret på øre-EEG kan karakterisere søvn praktisk talt lige så godt som med almindelige EEG-målinger. Fordelen ved øre-EEG er at det er let at bruge, er let at tage af og på uden hjælp fra andre, og at det er meget lidt indgribende i de aktiviteter som man almindeligvis har gang i. Det er derfor øre-EEG egner sig godt til søvnstudier i rummet.

Fremtiden

Hvad kan vi bruge resultaterne af Sleep-in-Orbit eksperimentet til? For det første er det vigtigt at få klarhed over om der er fysiologiske forandringer i astronauternes søvn – eller om de bare oplever at de sover dårligt. Hvis der ikke er nævneværdige forandringer i astronauternes søvn, så er der ingen grund til at være bekymret over for deres sundhed, kognitive funktionsniveau og generelle velbefindende. Men hvis der er forandringer i søvnen, så har vi et grundlag til at vurdere hvor alvorlige disse forandringer er, og hvor store anstrengelser vi skal gøre os for at forbedre astronauternes søvn. Med øre-EEG målingerne kan vi være med til at vurdere hvordan astronauternes søvn forandres, hvis der laves interventioner eller forandringer på rumstationen til forbedring af deres søvn. Det vil kunne bidrage til at forbedre vilkårene for astronauterne på rumstationen og i fremtidige rummissioner.



Figur 4. På billedet ses de 3 primære forskere i projektet sammen med Andreas Mogensen (fra venstre mod højre: Preben Kidmose, Simon Kappel, Andreas Mogensen, Kaare Mikkelsen).

Billedet er taget i forbindelse med de referencemålinger, der blev lavet forud for selve eksperimentet, hvor der måltes 2 nætters søvn med både øre-EEG og et konventionelt søvn-monitoreringssetup (såkaldt polysomnografi). Kilde: Center for Ear-EEG, Aarhus Universitet

På mission med Andreas Mogensen

TEKST: Tina Ibsen, astrofysiker

Hvordan er hverdagen for Andreas Mogensen, når han er på mission i rummet? Hvordan spiser og sover han, hvilke forsøg skal han arbejde med og hvordan bruger han sin naturvidenskabelige og tekniske viden i sit arbejde? Det kan man blive meget klogere på i udstillingen På mission med Andreas Mogensen, som kan opleves på en række science centre og museer imens Andreas Mogensen opholder sig i rummet. Udstillingen er udviklet af Experimentarium i samarbejde med astrofysiker Tina Ibsen.

Udstillingen bliver præsenteret af Andreas Mogensen selv, der gennem en række film præsenterer de mange forskellige temaer som man kan blive klogere på. Videomaterialet er filmet hos ESA og NASA i løbet af foråret, og her kan de besøgende høre Andreas Mogensens egne tanker om hverdagen og arbejdet som

astronaut. Udstillingen er opdelt i forskellige temaer, hvor der er fokus på forskellige aspekter af Andreas Mogensens Huginn-mission. I temaet om hans hverdag i rummet, kan man lære mere om, hvordan dagene er tilrettelagt i rummet, hvordan astronauterne sover, går i bad og på toilettet, og hvad de

spiser. Her kan man se rigtig astronautmad fra både missionen i 2015 og noget af den mad Andreas Mogensen har med i rummet denne gang. Det er den danske kok Thorsten Schmidt der har lavet maden, og man kan også lære mere om, hvordan det er at spise mad, der svæver rundt.



Udstillingen på Experimentarium åbnede den 17. august, og samme dag var der liftoff dag, hvor op mod 700 børn var samlet til aktiviteter. Foto: Experimentarium

Vægtløshed gør astronauterne slappe

Når astronauter befinder sig længere tid i rummet, bliver deres muskler slappe. Derfor skal de træne mindst to timer dagligt, og meget af træningen sker på den dansk-byggede rumcykel fra Danish Aerospace Company, DAC. Andreas Mogensen skal i løbet af sin mission også teste et nyt trænings-overvågningssystem, kaldet en wearable, som kan måle hans temperatur, blodtryk og meget mere.

I udstillingen kan man se hvordan denne wearable ser ud, og lære mere om, hvad der sker med kroppen, når man befinder sig i rummet i længere tid.

Humør og søvn påvirkes i rummet

Første gang Andreas Mogensen var i rummet, varede missionen blot 10 dage. Men denne gang skal han afsted i seks måneder, og det betyder at han denne gang skal have en hverdag til at fungere på rumstationen. Derfor er der også stort fokus på hans mentale helbred, såvel som det fysiske, og han har flere danske forsøg med, som har fokus på dette.

Mange astronauter fortæller, at deres søvn påvirkes af at være i rummet, og de sover meget dårligere.

I samarbejde med forskere på Aarhus Universitet, skal Andreas Mogensen i løbet af sin mission overvåge sin søvn. Ved at bruge et måleudstyr, som han kan sætte i ørerne, når han skal



Hvordan sover man, når man er på den internationale rumstation? Foto: Experimentarium

sove, kan forskerne se, hvordan kvaliteten af hans søvn er, og hvordan den påvirkes af at være i vægtløs tilstand. I udstillingen kan man lære meget mere om søvn i rummet og også se en version af den EEG-måler som Andreas Mogensen skal bruge under sin mission. På rumstationen er lyset altid det samme, og astronauterne bor og arbejder på begrænset plads. Det kan

påvirke døgnrytmen negativt, og for at give Andreas Mogensen noget variation på hans mission, skal han teste en særlig lampe udviklet af SAGA Space Architects. Lampen efterligner det lys vi oplever på Jorden i løbet af en dag, og den installeres i Andreas Mogensens sovekabine. Ved at sørge for, at han får variation i lys – mere blåt lys om morgenen og rødt om aftenen, håber



Det kunne være sjovt at lege med maden, når man er i rummet. Foto: Experimentarium



I udstillingen kan du prøve virtual reality briller. Foto: Experimentarium



Der er lyttestationer, hvor du kan høre Andreas fortælle om hvordan det er at være i rummet. Foto: Experimentarium

rumarkitekterne på, at det vil hjælpe Andreas Mogensen til at få en bedre døgnrytme og noget bedre søvn i løbet af hans seks måneder lange tur i rummet.

Vil du arbejde med rummet?

Andreas Mogensen er uddannet ingeniør og i udstillingen fortæller han om, hvordan han bruger sin viden i arbejdet som astronaut. Men astronauter er bare en af mange måder, hvor man

kan komme til at arbejde med rummet. Med en uddannelse indenfor naturvidenskab eller teknologi, kan man være med til at designe nye rum-missioner eller lave udstyr til fremtidens rumrejser. Bag enhver astronaut er der et hold af mange tusinde mennesker, der alle har forskellige færdigheder, men som alle arbejder med rumfart.

Udstillingen er udviklet til familiepublikummet, hvor alle kan blive klogere på både

livet som astronaut, men også hvordan astronauternes arbejde giver os viden, der kan hjælpe os med en række problemstillinger på Jorden.

Det gælder mere viden om vores klima og hvordan vi kan bekæmpe forskellige sygdomme. Samtidig undersøger astronauterne, hvordan menneskekroppen kan overleve og trives på længere rumrejser til Månen og til Mars i fremtiden.

Besøg udstillingen

Rumstationen - På mission med Andreas Mogensen

Udstillingen er lavet i tre eksemplarer og kan opleves følgende steder:

August 2023 - december 2023:

Danmarks Tekniske Museum, Helsingør

August 2023 - januar 2024:

Science Museerne, Aarhus

August 2023 - april 2024:

Experimentarium, Hellerup

December 2023 - april 2024:

Observatoriet i Brorfelde, Holbæk

Januar 2024 - april 2024:

Kroppedal Museum, Taastrup

Fremtidens Rumstation

TEKST: Sophie Aabjerg Rand og Ella Paldam, Science Museerne, Aarhus Universitet

Hvordan kan mennesker leve på en rumstation langt ude i rummet? Projektet 'Fremtidens Rumstation' inviterer sammen med den danske astronaut Andreas Mogensen elever i grundskolen og på ungdomsuddannelserne til at hjælpe med at svare på netop dét spørgsmål.

Byg fremtidens rumstation

I mere end 9000 dage har Den Internationale Rumstation (ISS) kredset om Jorden i 400 kilometers højde. Planen er, at den skal tages ud af drift i 2030, og dén fortælling er afsættet for 'Fremtidens Rumstation'. Vi skal udvikle en ny rumstation, og den skal ligge endnu længere ude i rummet end ISS. Derfor skal den være 100% bæredygtig og uafhængig af friske forsyninger fra Jorden. ESA og NASA er allerede i gang med udviklingen af rumstationen Lunar

Gateway, som skal i kredsløb om Månen. Med afsæt i forholdene på ISS og udviklingen af den nye rumstation har projektet udarbejdet undervisningsmaterialer, der giver lærere og elever mulighed for at generere idéer og konstruere prototyper til fremtidens rumstation. Undervisningsmaterialet fokuserer på seks vigtige moduler, som eleverne kan udvikle til fremtidens rumstation:

- Drivhus: Hvordan man kan dyrke planter på en rumstation? Planterne skal både bruges til at producere

ilt og mad til astronauterne.

- Træningsmodul:

Hvordan kan man træne i vægtløs tilstand? Træningen skal modvirke, at astronauternes muskler og knogler bliver svage under længere ophold.

- Bad- og toiletfaciliteter:

Hvordan holder man hygiejnen god i et lukket system? Spildevand skal filtreres og genbruges til fx mad, drikke, bad og planter.

- Sovemodul: Hvordan sover man godt, når solen står op 15-16 gange på et døgn? Lyspaneler og særlige soveposer skal udvikles for at forbedre



Den Internationale Rumstation (ISS) kredser om Jorden med en hastighed på omkring 28.000 km/t. Kilde: NASA



NASA er på nuværende tidspunkt ved at bygge Lunar Gateway – en lille rumstation, der skal huse astronauter og kredse om Månen. Kilde: NASA

astronauters søvn, så de kan arbejde dagen lang på stationen.

- Socialt modul: Hvordan styrker man det sociale fællesskab mellem syv astronauter? Fællesskabet mellem astronauterne og relationen til deres familier skal understøttes, så astronauterne kan trives under deres ophold.

- Teknikmodul: Hvordan sikrer man de essentielle funktioner teknisk? Vitale tekniske løsninger som luftrensning og energiforsyning skal altid fungere i rumstationens lukkede system.

Hvert modul indeholder et eller flere undervisningsforløb, som tager udgangspunkt i en faglig udfordring. Udfordringerne er aktuelle og komplekse og inviterer til et utal af kreative og innovative løsninger.

Engineering-forløb

Eleverne starter ikke fra bunden – de får hjælp af den danske astronaut Andreas Mogensen, som i korte videoer fortæller om, hvordan livet er på en rumstation. Hvert modul har sin egen video, som kan inspirere eleverne til at arbejde innovativt med naturvidenskabelige løsninger. Med målgruppen for øje fortæller Andreas Mogensen bl.a. om de fysiske og mentale udfordringer, der er ved at bo og arbejde i vægtløs tilstand, når man er i kredsløb om Jorden. Dertil får eleverne til hvert modul inspiration fra en dansk virksomhed eller forsker, der med teknologier eller forskning kommer med indspark til mulige løsninger. Forløbene er bygget op om engineering-metoden, hvor eleverne arbejder med en realistisk problemstilling og

kommer med forslag til en løsning i form af en prototype (fx en fysisk model, en skitse eller en poster). Hvert engineering-forløb indeholder syv faser, som tilsammen udgør en iterativ designproces, hvor eleverne får mulighed for at arbejde både systematisk, undersøgelsesbaseret, kreativt og skabende:

- Forstå: Eleverne sikrer, at de forstår udfordringen (hvem, hvor, hvorfor).

- Undersøge: Eleverne undersøger og afdækker udfordringen samt eksisterende løsninger.

- Få idéer: Eleverne brainstormer og udvælger idéer.

- Konkretisere: Eleverne konkretiserer deres idé og planlægger deres arbejde.

- Konstruere: Eleverne konstruerer deres løsning i en prototype.

- Forbedre: Eleverne



Elever fra Trørød Skole viser Andreas Mogensen en prototype fra deres arbejde med Fremtidens Rumstation. Kilde: Astra

tester og forbedrer deres prototype.

- **Præsentere:** Eleverne præsenterer både deres løsning og deres arbejde med at nå frem til denne løsning. Formålet med engineering-forløbene er altså, at eleverne lærer om såvel de naturvidenskabelige fag som engineering-processen i sig selv, fordi den er et eksempel på en videnskabelig tilgang til problemløsning. På den måde opnår eleverne generelle kompetencer inden for problemløsning, samarbejde, undersøgelse, modellering, perspektivering og formidling, som også understøtter OECDs læringskompas for 2030. Projektet vil gerne give eleverne en konkret erfaring med, at der er mange måder at bygge en rumstation på, og at vi skal have mange forskellige fagligheder og kompetencer i spil, for at det kan lade sig gøre.

Samarbejde på tværs

I forløbene arbejder eleverne ligesom ingeniører, astronauter og forskere sammen om at designe fremtidens rumstation. Samarbejde og tværfaglighed er en nødvendig del af at bygge en rumstation, og i forløbene kan samarbejdet foregå på tværs af fag, klasser og uddannelsestrin. I arbejdet med engineering inddrager undervisningsmaterialerne særligt de naturvidenskabelige fag, og samtidig får eleverne mulighed for at arbejde i et bredere perspektiv, hvor fag som dansk, idræt og madkundskab naturligt bliver en del af den videnskabelige proces. Fremtidens Rumstation giver altså mulighed for et bredt tværfagligt samarbejde på skolerne, der inddrager forskellige fag, elevgrupper

og moduler med henblik på at udvikle fremtidens rumstation. Undervisningsmaterialerne opfordrer til, at eleverne afslutter deres forløb med at lave en videopræsentation af deres løsninger og prototyper. Præsentationerne lægges på websitet for Fremtidens Rumstation som inspiration til andre klasser på tværs af moduler og uddannelsestrin. På den måde bliver websitet en idébank, hvor eleverne kan opdage og remixe hinandens løsninger, ligesom forskere og virksomheder arbejder i den virkelige verden. Projektet er således ikke en konkurrence, men en samarbejdsøvelse i at inspirere og dele viden på tværs.

Spørg Andreas Mogensen og oplev ISS

Ud over selve undervisningsmaterialet har 'Fremtidens Rumstation' fået en sjælden mulighed for at tale med Andreas Mogensen under hans ophold på ISS i et såkaldt In-Flight Call. Opkaldet foregår tirsdag d. 26. september som del af Naturvidenskabsfestivalen i et event i Planetarium i København, der livestreames. Elever i hele landet kan altså få et 'live' indblik i livet på rumstationen, og vi udvælger en række spørgsmål fra elever, som Andreas Mogensen svarer på under opkaldet. Hold dig opdateret om eventet ved at tilmelde dig interesselisten 'Vil du holdes opdateret?' på www.esero.dk/rumrejsen/fremtidensrumstation.

Fra august 2023 til april 2024 er der mulighed for at besøge udstillingen 'Rumstationen - På mission med Andreas Mogensen' på museer og science centre rundt om i landet. Den viser livet på ISS og de ti forsøg, som Andreas Mogensen skal udføre under sit ophold som led i Huginn-missionen. Udstillingen drager paralleller til undervisningsmaterialet og er et inspirationsbesøg værd for lærere og elever, der arbejder med at designe fremtidens rumstation. Find udstillingerne på www.rumrejsen.dk/rumstationen.



Model af engineering-processen. Kilde: Astra

Undervisningsmaterialet til Fremtidens Rumstation

Hvis du som lærer vil give dine elever mulighed for at arbejde innovativt og undersøgende med konkrete (natur)videnskabelige problemstillinger relateret til rumfart, kan du finde undervisningsmaterialet på:

www.esero.dk/rumrejsen/fremtidensrumstation.

NOVO
nordisk
fonden

VILLUM FONDEN
✕

NATURVIDEN
SKABERNES
HUS

SCIENCE
MUSEERNE
AARHUS UNIVERSITET

astra*

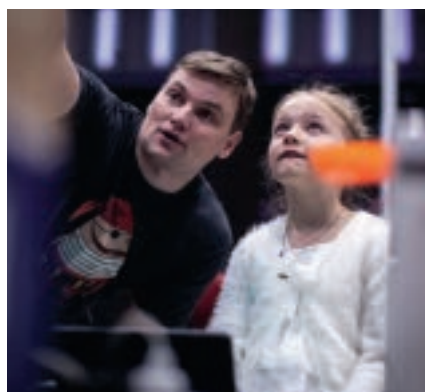
Undervisningsmaterialet i Fremtidens Rumstation er udviklet af Astra (det nationale naturfagscenter), Naturvidenskabernes Hus og Science Museerne på Aarhus Universitet.

Kodepirater på #rumrejse

TEKST: Martin Robert Knudsen,
Rumpirat og Projektleder for Coding Pirates Danmark



Når astronaut Andreas Mogensen rejser afsted til den internationale rumstation ISS er han ikke den eneste dansker i rummet. Med ham – i hvert fald i fantasien – er også børn, unge og voksne fra **Coding Pirates**, en populær fritidsaktivitet for børn og unge mellem 7 og 17 år.



*Intro til nye kodepirater
Dokk1 2015.*

Foto: Benjamin Pomerleau

"Vi vil lege med!"

Til ugentlige klubaftner og enkelt-events tager "kodepirater" fra hele Danmark på opdagelsesrejser i grænselandet mellem den digitale og den fysiske verden.

Som projektpartnere i RUMREJSEN er der begyndt en fascinerende rejse, der kombinerer børns kreativitet og åbne tilgang til verden med astronauters og forskeres drømme om rummet, om at studere liv under ekstreme forhold og om at se på Jorden fra et andet perspektiv.

RUMREJSEN – en ramme for leg og udforskning

Under mottoet leg, kreativitet og teknologi har Coding Pirates skabt en unik platform for at engagere børn og unge i videnskab og teknologi gennem workshops. Det er ikke et mål i sig selv at skabe unge ingeniører og forskere, men det er en samfundsnyttig

følgevirksomhed af at børn, unge og voksne mødes til klubaftner og laver noget, de synes er interessant. Uanset hvad de unge uddanner sig til, er sociale skills og den teknologiforståelse, de tilegner sig, noget der kommer dem - og senere samfundet - til gode.

Til klubaftner og events er hygge og det sociale element altid vigtigt – ofte er det ikke så vigtigt hvad man laver helt præcist, så længe det er engagerede frivillige der står for det, og man er i et godt fællesskab.

Med RUMREJSEN som tema har Coding Pirates fået en ramme at lege og gå på udforskning i. Alle de forskellige trin i Andreas



Raketdesign og opsendelse på Coding Pirates SummerCamp 2023.

Foto: Cathrine Drud

Mogensens HUGINN mission lægger op til lege og udforskning inden for alle grene af undervisningskonceptet STEAM (Science, Tech, Engineering, Arts og Math), hvor man lærer, undersøger og eksperimenterer gennem kreative processer.

Virkelighedsnært eller skørt

Kodning kan bruges i de fleste sammenhænge - f.eks. til at analysere og behandle observationer med, eller til at udtrykke sig kreativt og påvirke verden omkring os. Sammen med børn kan vi

- lave raketopsendelser
- programmere robotter til at fjerne rumskrot eller autonomt koble sig til rumstationer
- 3D designe månebaser
- analysere rigtige satellitdata om Jordens klima
- måle helbredsdata på astronauter
- bygge kommunikationsudstyr med micro:bits
- lave styreenheder med elektronik

og vi kan selvfølgelig lave hjemmelavede spil hvor der bare skal plukkes nogle grønne rumvæsener...Det bliver altid rigtig interessant,



*Pirater fordybet i kodning på SummerCamp 2023.
Foto: Cathrine Drud*

når det, vi leger med, enten er virkelighedsnært eller ligeså fjollet, som fantasien tillader.

Hvorfor går børn til Coding Pirates?

Alle slags børn går til Coding Pirates. Piger og drenge. Ekstroverte og introverte. De kommer til klubaftner for fællesskabet omkring kreativ leg med teknologi.

Nogle pirater laver det samme hele sæsonen, andre skifter - især de yngre pirater kan på én sæson nå at lave meget forskelligt:

klistermærker, 2d grafik til spil, udvikle karakterer til et 3D spil, bygge robotter og styre dem på mission, lave green screen video, programmere lydeffekter og kode spil i Scratch og Roblox.

De større kodepirater laver ofte større projekter sammen med en lille gruppe af venner. På Piratskibet.dk lægger vi



Micro:bit robotter på mission til BørneIT Konferencen 2023. Foto: Nicklas Nørgaard

workshops og inspiration ud til børn og voksne, som er nysgerrige på programmering, design, grafik, spildesign, robotter, lyd og lys, 3D-print, lasercutting og meget mere. Under området RUMREJSEN har vi alt hvad der er udviklet frem til opsendelsen, og tilføjer løbende flere forløb og projekter.

Disse forløb og projekter bruges til fritidsaktiviteter til Coding Pirates klubaftner, men må bruges frit - også som inspiration til skoleundervisning.

Vi håber, at mange vil lade sig inspirere og lege med!

www.Piratskibet.dk
Tag med på RUMREJSEN eller dyk ned i KODEHAVET for inspiration til projekter og workshopforløb.

www.CodingPirates.dk

- Klubaftner i hele landet
- Game Jams og Hackathons
- BørneIT konferencen
- First Lego League - robotturneringen for skoleklasser, efterskoler og fritidsklubber

Coding Pirates

LEG KREATIVITET
TEKNOLOGI

kontakt@codingpirates.dk
Tlf.: 27 83 65 25

Forskelligt



Af Anne Tang Thomsen cand. mag. i historie og engelsk

I **'DANMARK I RUMMET'** giver Tina Ibsen og Anders Høeg Nissen et spændende indblik i, hvad der rører sig indenfor rumforskning og rumteknologi, og hvad Danmark bidrager med i den forbindelse.

Med udgangspunkt i Tycho Brahes og senere Ole Rømers observationer og tanker kommer vi frem til nogle af den moderne rumforsknings emner som: Big Bang, hvornår og hvordan begyndte det hele? Mørkt stof, mørk energi og mørke huller, hvad er det, og hvad betyder det? Er der liv andre steder i rummet, og hvordan påvirker vægtløshed liv gennem generationer?

Det er spændende at følge, hvordan rumteknologiens konstante udvikling (som fx forbedrede teleskoper) øger forskernes muligheder for at få svar på nogle af deres spørgsmål. Det er også spændende at blive klogere på de forretningsmuligheder, som opstår pga.

forskningsmæssige og teknologiske fremskridt, og hvor danske virksomheder markerer sig på det internationale marked.

Bogen bygger på interviews med en række danske forskere, forretningsfolk, ingeniører og en enkelt yderst velkendt astronaut! Det gør den levende og interessant, så selvom enkelte temaer kræver koncentration, når man læser, så lever bogen op til dens formål om at formidle og oplyse om rummet og at bygge en bro mellem eksperterne og den almene befolkning.



MUNINN missionen

Endnu en svensker er på vej til ISS, Marcus Wandt hedder han. Med opbakning fra den svenske regering, fik den svenske Rymdstyrelsen til opgave at sende en svensk astronaut til ISS indenfor et år. En ekstrabevilling fra Sverige til ESA på 400 SVK hen over tre år har ført til, at Marcus Wandt skal til den internationale rumstation i ca. 14 dage tidligst i januar 2024, hvor han er med i Axiom Mission 3 (Ax-3). Marcus Wandt blev i november 2022 udvalgt til ESA's gruppe af reserve astronauter, og er nu ESA's første projekt astronaut, der skal i rummet. Missionen har fået navnet Muninn - den anden af Odins to ravne og der er lavet et mission patch til Muninn missionen (billedet ovenfor).



IAC 2024 i Milano - Den store rumkongres IAC finder i 2024 sted i Milano og har temaet "Responsible Space for Sustainability".

ESA-astronaut Thomas Pesquet
leger med en ankomst af franske
macarons på Den Internationale
Rumstation under sin seks måneder
lange Proxima-mission i 2017.
Kilde: ESA.



