

Dansk Rumfart

Nr. 79
2022

DanSTAR
verdensrekord

Apollo 17 - 50 År

DISCO Projektet



ESAs Pangaea kursus træner astronauter i geologi, for at forberede dem til fremtidige missioner til månen og Mars, hvor et af de vigtigste formål er at forstå planeternes dannelse og udvikling med tiden. Et emne af stor interesse er lavatuber, skabt af lava der flyder under jorden i forbindelse med vulkanudbrud. Tuberne kan være kilometer lange og findes flere steder på jorden. Satellitbilleder viser at lavatuber også findes på månen og Mars. På billedet ses ESA astronaut Andreas Mogensen, NASA astronaut Kate Rubins, og ESA ingeniør Robin Eccleston i en lavatube på Lanzarote.

Kilde: ESA/A. Romeo





Dansk Selskab for Rumfartsforskning

Redaktionelt

Udgiver: Dansk Selskab for
Rumfartsforskning
Dansk Rumfart nr. 79, 2022
ISSN 0905-2410

Redaktionen:

Lykke Pedersen (ansvarshavende
redaktør)
Finn Willadsen
Mette Baungaard

Kontakt redaktionen
info@rumfart.dk

Tryk: Jannerup
Oplag: 1.000
Layout: Cristina Benescu

Forsidebillede: Valkyrie Isolation
Billede: Marta Lorente, DanSTAR

Bagsidebillede: DanStar arbejder
med Valkyrie raketten
Biillede: Marta Lorente, DanSTAR

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.

Årskontingenter: Ordinært medlem: 300 kr,
studerende: 175 kr.

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

Firmaer kan også blive medlem af selskabet. Kontakt info@rumfart.dk

Dette særnummer af Dansk Rumfart er udgivet med støtte fra Thomas B. Thriges Fond.
En stor tak til fonden for dette.

Thomas B. Thriges Fond



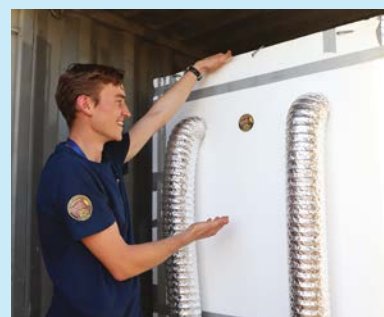
s. 6

50 År Efter Apollo 17
Helle og Henrik Stub



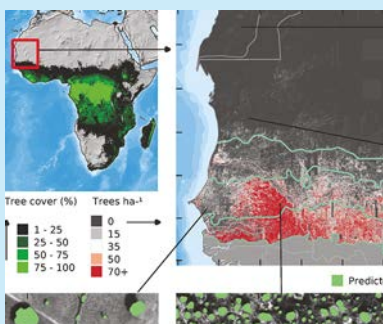
s. 11

Raketten til
Verdensrummet
Finn Willadsen



s. 14

Danske verdens-
rekordholdere!
Amalie Rasmussen



s. 24

Overvågning af
klodens træer
Martin Brandt, Kjeld
Rasmussen og Rasmus
Fensholt



s. 28

Med lov skal det ydre
rum benyttes
Danny Johansen



s. 31

DISCO: Danmarks
studenter CubeSat
program
Christoffer Karoff



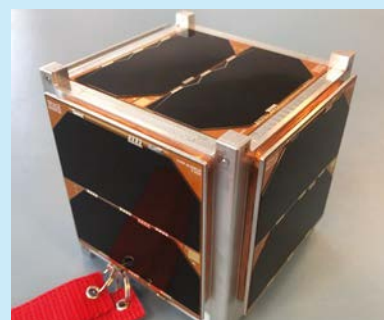
s. 34

Hun vil flyve vægtløs
Sheila Christiansen



s. 38

Havn, lufthavn,
rumhavn
Nicolas Kristoffersen



s. 42

Forskelligt
Første møde i FRIF
SDU Galaxy

Fra Apollo 17 til fremtidens rumhavne

Vi når vidt omkring i dette nummer af Dansk Rumfart. Det er i år 50 år siden Apollo 17 missionen fandt sted. Helle og Henrik Stub tager os med tilbage til missionen i 1972, og kigger på hvad der efterfølgende skete. Derpå fortæller Finn Willadsen (næstformand for Dansk Selskab for Rumfartsforskning gennem 14 år) om raketten til verdensrummet. Vi har en stor reportage fra DanSTARs deltagelse i Euroc i Portugal, hvor DanSTAR satte en verdensrekord for studenter-raketter. Stort tillykke! Artiklen

er skrevet af Amalie Rasmussen fra DanSTAR. Amalie er også fra i år ny næstformand i Dansk Selskab for Rumfartsforskning. Derpå følger en artikel om brug af billeder fra NASA til at observere enkeltstående træer i Sahara, en viden der hidtil har manglet i klimaregnskabet. Danny Johansen har skrevet en artikel om rumjura og problematikker omkring lovgivning af aktiviteter i rummet. DISCO projektet er et nyt studenter-satellit projekt, bestående af tre

delprojekter, der finder sted fra 2022 til 2024 og det præsenteres her af Christoffer Karoff. Sidst i bladet kan man læse om parabolflyvning i det sydlige Frankrig samt om ideer til fremtidens rumhavne.

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

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

*Jordopgang set under Apollo 17 missionen for 50 år siden.
Billede: Apollo Archive, AS17-152-23274*



*Sammensat billede af raketten på rampen og
ildsporet efter dens opsendelse.*

Billede: Apollo Archive, 72-HC-893



50 ÅR EFTER APOLLO 17

TEKST: Helle & Henrik Stub

I december 1972 blev Apollo 17 opsendt midt om natten, og det oplevede den berømte science fiction forfatter Isaac Asimov fra et krydstogtskib ud for Cape Canaveral. Her er hans beretning, som godt kan få os til at længes tilbage 'Apollos gyldne dage':

'Hele horisonten rundt forsvandt natten. Stjernerne på himlen forsvandt og det sorte hav blev orange-gråligt. I den dybeste stilhed steg raketten op som en ny sol på himlen, og først 40 sekunder efter starten hørte vi lyden som en torden, der fik os til at føle, vi sad i et mindre jordskælv...

Lys og lyd ebbede langsomt ud efterhånden som raketten kom højere op, for til sidst at blive et lysende punkt på himlen. Natten og stjernerne kom igen, og så kom der et glimt, da første trin blev kastet af og andet trin tændte. Raketten var nu bare en stjerne blandt mange, men den bevægede sig og blev stadig mere svag...'

Et nedskåret program

Man vidste godt, at det var den sidste Apollo ekspedition til Månen, men ingen drømte dengang om, at vi 50 år senere stadig ikke er vendt tilbage. Men der var også dengang tegn på, at vejen tilbage til Månen måske ikke var så let endda. Oprindeligt var det planlagt, at Apollo skulle fortsætte til Apollo 20, og landingsstederne var allerede udpeget. Blandt dem var det store Copernicus krater, og som slutningen på det hele, en landing i Tycho krateret tæt på det sted, hvor rumsonden Surveyor 7 havde stået siden 1968. Men en for en blev rejserne opgivet, selv om raketter og rumskibe var bygget. Og til sidst endte det med, at Apollo 17 blev den sidste måneflyvning.

Men der var også en anden ting, man måske ikke talte så meget om dengang. Nogle måneder tidligere, i august 1972, var der en meget

voldsom solstorm. Var den indtruffet under selve rejsen, kunne Apollo kabinen delvist have beskyttet astronauterne, men hvis stormen havde ramt, mens de gik rundt på

Månen, ville strålingsdosen mindst have givet svær strålingssyge og måske endda være direkte dødelig. Der har i de sidste 50 år været flere sådanne



Schmitt indsamler sten.

Billede: Apollo Archive, AS17-145-22157

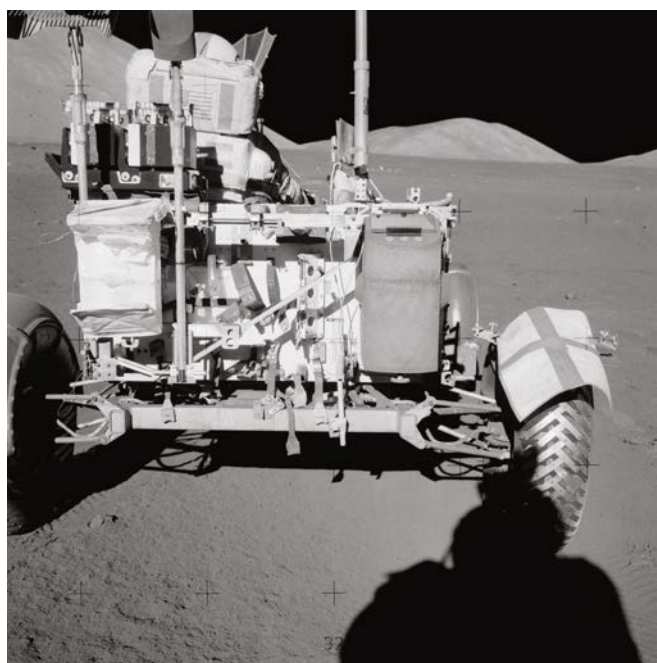
solstorme, blandt dem en i 2005 som var endnu mere voldsom. Risikoen for solstorme er nu noget, man tager ganske alvorligt, både i planerne om at vende tilbage til Månen, og for kommende rejser til Mars.

De sidste mænd på Månen

Den sidste månelanding udmærkede sig ved at have den første geolog med, nemlig Harrison H. Schmitt – noget der ikke var helt simpelt i et astronautkorps helt domineret af testpiloter. Men Schmitt havde naturligvis gennemgået en grundig astronauttræning, og han klarede sig i virkeligheden lige så godt som kaptajnen Eugene Cernan, der var på sin 3. rumflyvning og Apollo piloten Ronald Evans, der forblev i bane om Månen. Rejsen til Månen forløb uden de store problemer, og det var to kåde astronauter, der

steg ud på Månen. Landingsstedet var Taurus-Littrow bjergene, der ligger øst for Stilhedens hav, hvor Apollo 11 var landet mindre end tre år tidligere. Opholdet på Månen varede tre dage, og hver dag var Cernan og Schmitt ude at køre i den elektriske bil, de medførte. I alt kom de til at køre 36 km, og på køreturene indsamlede de ikke mindre end 115 kg prøver. Det var Cernan der kørte, mens Schmitt tog sig af navigation. Han valgte også nogle steder, der ikke stod på planen, men dog virkede så interessante, at man standsede kortvarigt op og indsamlede prøver. Der var de sædvanlige problemer. Allerede fire timer efter landingen skulle bilen gøres klar til den første køretur, og her kom Cernan med sin geologhammer til at give hjulskærmen et stød, så den faldt af. Måske ikke det helt store problem, men

skærmen var nu god til at beskytte dem mod alt det støv, som blev hvirvlet op, når de kørte. Det hjalp ikke meget at forsøge at bruge et månekort klæbet fast med tape som ny skærm. Men de fik da placeret den plutonium-drevne målestation ALSEP på overfladen, ligesom de fik anbragt et par sprængladninger til brug for seismiske undersøgelser, som ALSEPS seismometer så kunne foretage senere. På anden køretur blev stemningen for alvor sat ved, at jordkontrollen pludselig afspillede 'Valkyrieridtet' fra Wagners opera Valkyrien. Og så havde astronauten John Young i mellemtiden på Jorden udtænkt en bedre løsning som erstatning for den tabte hjulskærm. Den gik ud på at sammenklæbe hele fire månekort, og så direkte at spænde kortene fast på bilen. Det viste sig at fungere fint, da Cernan og Schmitt tog ud



Til venstre: Måne bilen hvor bagerste højre hjulskærm er erstattet af månekort.

Billede: Apollo Archive, AS17-135-20542



Til højre: Månesten med Jorden i baggrunden. Billede: Apollo Archive, AS17-137-20960

på deres anden køretur. Her satte de en dristig rekord, da de på et tidspunkt var 7,6 km fra landingsfartøjet – selv om reglerne siger, at de skal kunne gå tilbage, hvis bilen skulle bryde sammen.

På denne tur fik Schmitt øje på noget orange materiale, der blev tolket som resultat af vulkansk virksomhed – noget man netop havde håbet at finde tegn på. Kemisk set minder det orange materiale om noget, som blev fundet af Apollo 11, bortset fra, at det orange stof rummer en uforklarlig stor mængde af zink.

På den tredje og sidste tur besøgte astronauterne en sten på størrelse med et hus, og her indsamlede de ikke mindre end 66 kg prøver. Ved hjælp af kameraet på måne bilen var det muligt at filme starten fra Månen, og på vejen hjem fra Månen var tredjemanden

Ron Evans på en rumvandring ikke mindre end 296.000 km fra Jorden. Her indsamlede han filmkassetter, der var brugt til at optage billeder af Månen i de dage, Apollo havde kredset om Månen. Denne fotografering var Ron Evans ansvar, så han havde skam også en videnskabelig opgave at udføre, mens kollegerne gik rundt på Månen.

Apollo 17 landede i Stillehavet 19 december efter en flyvning på lidt over 12 døgn. Alt i alt en særdeles vellykket flyvning, som satte et fint punktum for Apollo flyvningerne.

Det globale overblik

I årene efter Apollo blev der sendt rumsonder i bane om Månen, men først i 2008 kom den indiske rumsonde Chandrayaan 1 med den meget vigtige opdagelse af, at der er vand på Månen. Det skete med et amerikansk

bygget instrument, der målte hvordan Månens overflade absorberede infrarødt lys. Målingerne viste, at der var vandmolekyler i kratere nær Månes poler, og disse målinger blev fulgt op af to amerikanske rumsonder, Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) og nedslagssonden LCROSS (Lunar Crater Observation and Sensing Satellite), som blev opsendt med samme raket i 2009.

Det øverste trin fra raketten blev med vilje smadret ind i et mørkt krater på Månens sydpol. LCROSS fløj nu gennem den sky af støv, som blev hvirvlet op, og her påviste man 155 kilo vand, før LCROSS også styrtede ind i Månen.

At man kunne komme på sporet af vand, krævede netop det globale overblik over Månen, som Apollo ikke kunne levere, men som er helt afgørende for alle planer om at bygge baser på Månen. Det er nu ikke så mærkeligt, at Apollo ikke fandt vand, for alle seks landinger fandt sted tæt på Månens ækvator, og her kan dagtemperaturen jo stige til over 100 grader.

Det vand, man har fundet, befinder sig på bunden af kratere, hvor sollyset aldrig når ned, og hvor temperaturen ikke er så meget forskellig fra den, man kan finde på Pluto. Der er mange sådanne kratere Månen, især i polar-områderne.



*Cernan (tv) og Schmitt på vej hjem fra Månen taget af Ronald Evans.
Billede: Apollo Archive, AS17-163-24149*

50 år senere

Apollo flyvningernes store bidrag til videnskaben er en detaljeret undersøgelse af de seks landingssteder – det kunne med datidens teknik ikke gøres bedre. Men som vi nu har set, så er en ting

lokale undersøgelser, noget helt andet det globale overblik, som kun rumsonder kan levere.

Derfor er der overhovedet ikke tvivl om, at fremtidens udforskning både af Månen og Mars kommer til at foregå i

et meget tæt samarbejde mellem rumsonder og astronauter. Før man vil landsætte mennesker et sted, vil sonder udstyret med kunstig intelligens udvælge landingsområdet, og derefter køre eller gå hele området igennem for at sikre, at astronauterne kommer til at bruge deres tid på de allermest lovende steder. Astronauterne kan naturligvis finde ting, som robotterne trods deres instrumenter og intelligens ikke helt kan vurdere værdien af. På den anden side kan robotter bevæge sig ind på steder som huler og kløfter, hvor astronauterne af sikkerhedsgrunde ikke kan komme. Sonder og mennesker kan hjælpe hinanden, og det bliver nok vejen frem.



*Cernan prøvekører Måne bilen.
Billede: Apollo Archive, AS17-147-22526*



*Månelandingsfartøjet.
Billede: Apollo Archive, AS17-140-21370*

Til slut et lille tip: Den ikke eksisterende Apollo 18 er ofte blevet brugt i fiktionen, normalt uden det store held. Men vi kan anbefale bogen 'The Apollo Murders' skrevet af den canadiske astronaut Chris Hadfield, der har to lange ophold på ISS bag sig. Den bringer os tilbage til de gyldne Apollo dage i 1973 på en meget spændende - og en smule alternativ måde.

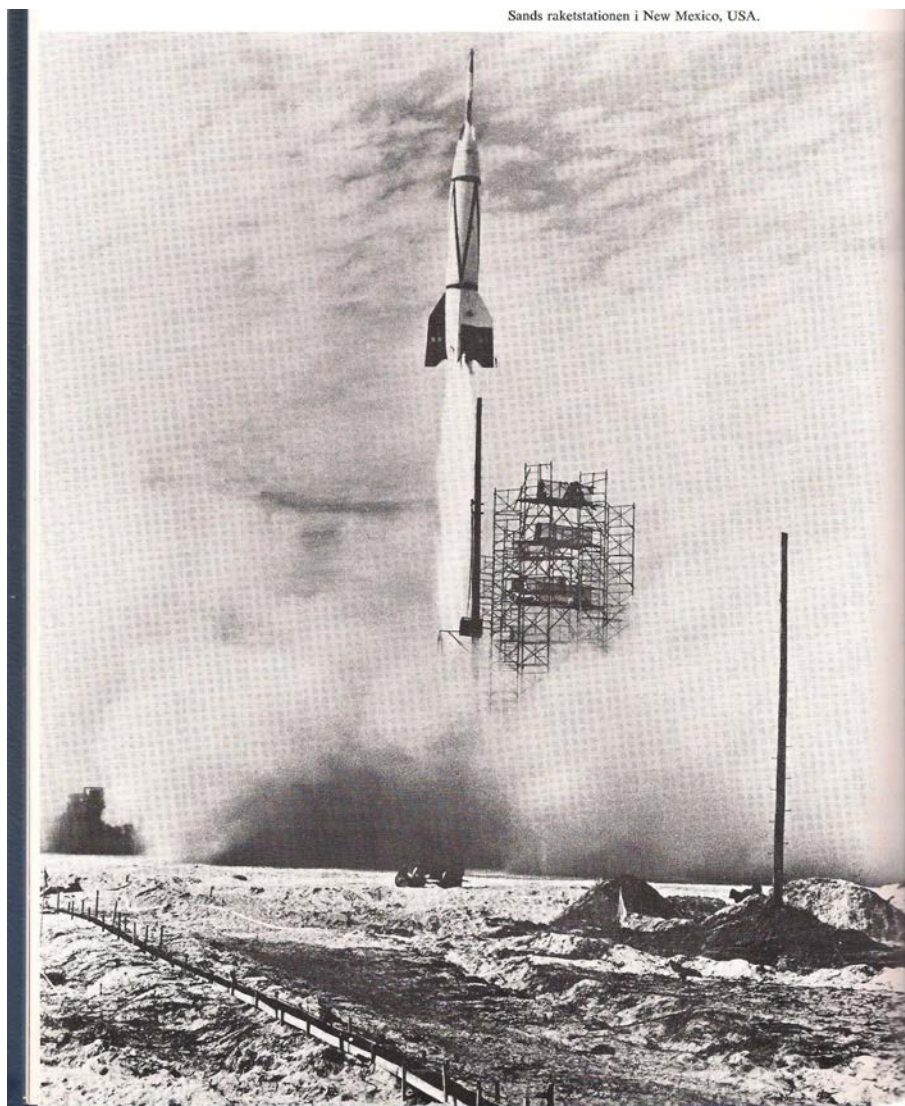
Raketten til Verdensrummet

TEKST: Finn Willadsen, næstformand gennem 14 år i Dansk Selskab for Rumfartsforskning

Umiddelbart kunne man tænke, at en artikel om raketten til verdensrummet kunne være skrevet for 50 år siden; men inden for det seneste årti er der sket en dramatisk drejning, som sætter raketteknologien i nyt perspektiv. For at forstå dette nye perspektiv må man dog starte med raketten historie - i ultra kort form.

Rakettens historie

Raketter drevet af krudt har været kendt og brugt siden middelalderen. Det var kineserne der opfandt krudtet og senere også raketten. De brugte den som våben og til underholdning. Denne teknologi kom også til Europa i middelalderen; men raketter kunne ikke konkurrere med kanoner og geværer. Der var en kort periode omkring år 1807, hvor Storbritannien brugte raketter som våben imod blandt andet København; men de blev igen udkonkurreret af mere traditionelle skydevåben indtil efter år 1900. En excentrisk matematiklærer ved navn Konstantin Eduardovitj Tsiolkovskij (1847-1935) ønskede imidlertid at bruge dem til at rejse ud i rummet. Udrustet med fysikkens og kemiens love lagde han det teoretiske grundlag for vore dages rumfart. Ifølge ham var raketter drevet af flydende brændstof nøglen til rummet. En russisk skolelærers indtægt rakte ikke til udvikling af raketmotoren. Det blev i stedet en amerikansk fysiker Robert H. Goddard (1882-1945), der som den første konstruerede en væskedrevet raket, der



*V2-raketten var et teknisk vindunder, der revolutionerede højdeforskning. Den. 24. juli 1950 nåede Bumber 8, der var en tottrinsraket en højde på 400 kilometer.
Billede: Rumfartsorientering I, side 22.*

fløj i 1926. Det store gennembrud for rumfart skete dog i Tyskland. Det startede med den tyske rumfartsforening VfR - Verein für Raumschiffahrt (forening til rumskibsejls) i 1927. Rumfartspionerne

Hermann Oberth (1894-1989) og Wernher von Braun (1912-1977) var medlemmer og senere blev von Braun involveret i et hemmeligt militært projekt med at konstruere kæmperaketter. Den 3. oktober 1942 fløj en



Raketpioneren Robert Goddard med en af hans tidlige raketter i 1932. Billede: The Story of Aviation, Greenhill Books, side 124.

V2-raket op i en højde over 80 kilometer og nåede næsten ud i rummet. I 1926 lykkedes det derudover at lave en raket drevet af flydende brændstof. Ved hjælp af Newtons tre love for bevægelse og sammen med hans (og Leibnitz) differentialregning, så kan man udlede den såkaldte raketligning vist i boksen nedenfor.

Udstødningshastigheden er den hastighed hvormed raketmotoren udsender sin gas. Den ideale

Ideal sluthastighed = udstødningshastighed gange logaritmen af masseforholdet.

sluthastighed er den hastighed, som raketten ville opnå i tyngdefrit vakuum, hvis den startede med hastigheden 0. Den ideale sluthastighed er ikke det eneste, men nok det vigtigste mål for en rakets ydeevne. Et - måske endda det afgørende kriterium for

om man var kommet ud i rummet var opsendelsen af en satellit - eller kunstig måne, som det blev kaldt. For en raket der starter fra jordoverfladen kræves der en ideal sluthastighed på cirka 8 kilometer i sekundet - næsten 29.000 kilometer i timen. Derudover skal raketten have en trykkraft, der overstiger dens startvægt. Sådan en raket er meget vanskelig at konstruere; men allerede Tsiolkovskij havde det gode forslag at lade en raket have en anden raket som nyttelast. Den ideale sluthastighed for sådan en dobbeltraket er summen af de ideale sluthastigheder for de to raketter. Den første kaldes trin et og den anden trin to. Man kan naturligvis lave raketter med flere trin; men det betyder, at de første trin skal være ganske store for at løfte de efterfølgende trin. Det store gennembrud for raketterne var V2-raketten. V2-raketten var et

våben, der som civil retskab til højdeforskning blev et teknologisk gennembrud med vidtrækkende konsekvenser for vores dagligdag i dag. Men udviklingen og produktionen af V2-raketterne var en forbrydelse imod menneskeheden. Raketterne blev produceret af slavearbejdere, der blev mishandlet og døde i stort tal. Senere store kostbare teknologiprojekter er heldigvis udført på en meget mere acceptabel måde.

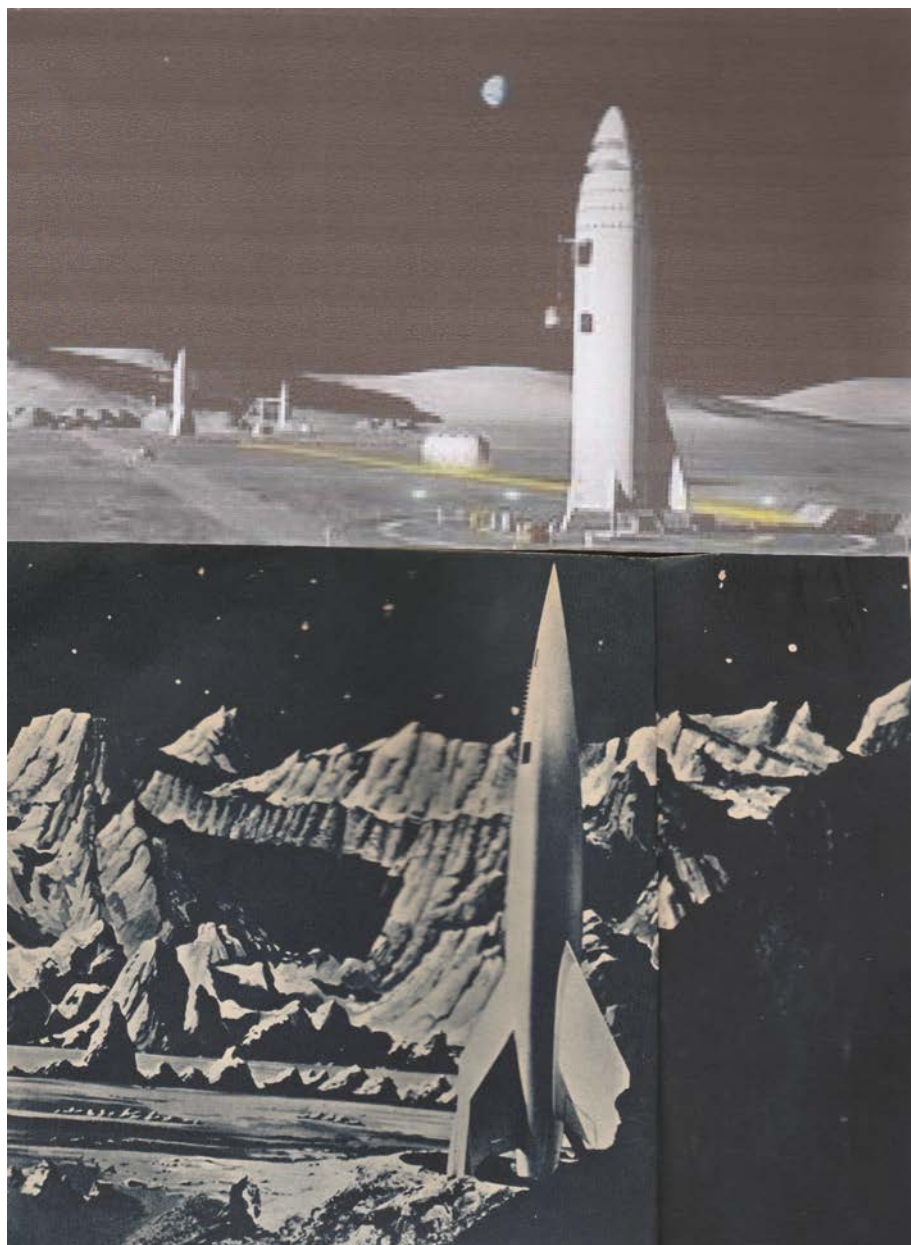
Rejsen til Månen

Apollo-projektet kulminerede i den første bemandede rejse til Månens overflade i juli 1969 med Apollo 11. Den blev fulgt op med en række andre månemissioner. I 1972 var der så den sidste bemandede månelanding med Apollo 17. Siden Apollo 17 forlod Månens overflade den 14. december 1972 har

der været mange forsøg på at genoptage de bemandede månemissioner; men først her i 2020-erne synes det at blive til virkelighed. Den vigtigste årsag til at tidligere måneprojekter er mislykkedes er fraværet af en tilstrækkelig stor raket. Men det er der ved at blive rodet bod på nu: NASA udvikler SLS, SpaceX udvikler Starship og flere er i gang med at udvikle kæmperaketter og landingsfartøjer. Starship er særlig interessant, idet den både vil være en genbrugs-

raket og stor nok til at sende astronauter til Månen. Landingsfartøjet fra SpaceX er en version af SpaceXs Starship. Starship er ikke den første genbrugsraket, det er heller ikke den første raket, der kan sende mennesker til Månen. Det mest konkrete projekt til igen at landsætte mennesker på Månens overflade er Artemis-projektet. Det er ideen at landsatte to astronauter på Månens overflade i løbet af 2020-erne. Den ene skal være en kvinde, der således vil blive

det trettende menneske, der sætter sine støvler på Månens overflade. Projektet er opkaldt efter gudinden Artemis fra den græske mytologi. Artemis var tvillingesøster til guden Apollon, der gav navn til Apollo-projektet. Artemis-missionen kommer til at bestå af flere dele: en SLS-raket skal bringe en bemanded Orionkapsel til en rumstation i bane om Månen. Hertil vil der blive sendt et landingsfartøj fra Jorden og ved hjælp af dette landingsfartøj kan astronauterne så lande på Månen.



SpaceXs månelandings fartøj bygget over et udgave af Starship ligner en science fiction raket som den fremstod i filmen Destination Moon fra 1950. Det er vanskeligt at lande en sådan raket; men det betyder at det støv, der blæses op ved landingen ikke bliver lige så generende for andre landinger tæt på.

Billeder: SpaceX (øverst). The Mystery of Other Worlds Revealed, Fawcett Book 166 (nederst).

*Valkyrie flyver mod himlen.
Foto: Steven Macias.*



Danske verdensrekordholdere! Fra lockdown til launch

TEKST: Amalie Pernille Rasmussen, Næstformand og Launch Crew i DanSTAR

Danish Student Association for Rocketry (DanSTAR) er p.t. Danmarks eneste studenterforening der aktivt designer og launcher raketter. Her følger fortællingen om, hvordan vi på få år gik fra helt ny forening til at være verdensrekordindehavere.

Valkyrie projektstart

I efteråret 2020 launchede vi Dragonfly raketten, og blev dermed de første studerende i Europa til at designe, bygge og opsende en bipropellant raket. Det var en ret stor bedrift, som vi naturligvis satte os for at slå bare ét år senere.

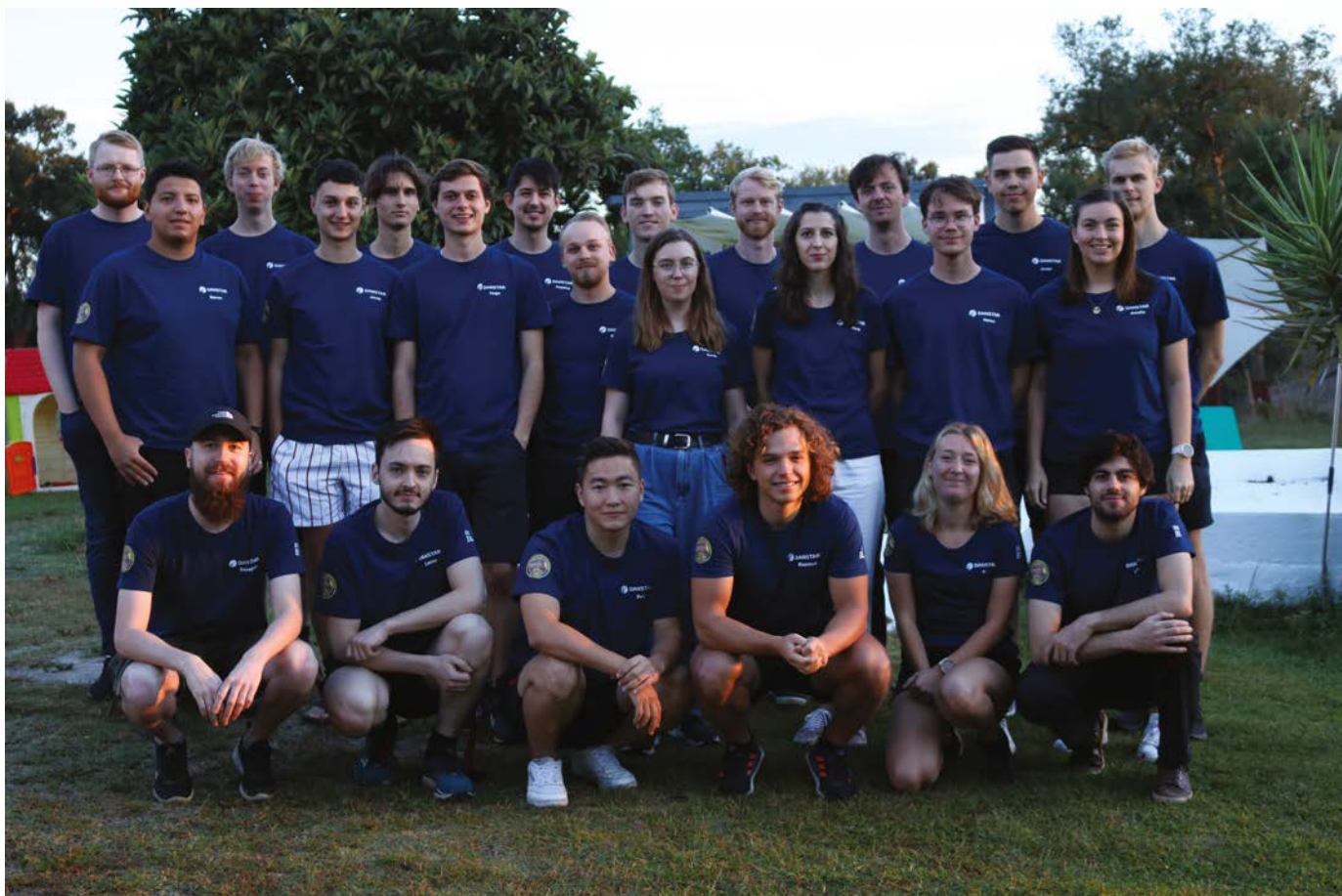
Med raketten Valkyrie blev det besluttet at vi ville gå efter verdensrekorden for højde opnået for denne type

af raket. Det er svært at sammenligne højde (også kaldet apogee) for raketter med forskellige typer af motorer og brændstof, derfor valget om at slå de andre bi-liquid raketter derude. Det vil altså sige at vi midt i en pandemi og lockdown skulle på bare ét år bygge den mest avancerede studenterbyggede raket nogensinde (til sammenligning brugte vi ca. tre år på

Dragonfly), og være sikre på at komme højere op end nogen andre tidligere havde formået.

Samtidig forløb der en konkurrence i 2021 kaldet Base 11 Space Challenge, som gik ud på at nå Kármán-linjen på 100 km med en liquid-propelled raket. Og nå ja, præmien var 1 million US dollars, så der var også lige dét incitament. Nuvel, vi er langt fra i nærheden af den

DanSTAR ved ankomst til Portugal, oktober 2021. Foto: Amalie Rasmussen.



apogee, men hvis andre hold, eventuelt motiveret af den høje præmiesum, så deres snit til at sætte fart på byggeriet, ville vores launch-vindue i oktober måned måske være vores sidste chance for at slå verdensrekorden inden den pludselig var på 100 km. Der var (til vores held) ikke nogle hold, der nåede højere op end 3,8 km, men det var ikke til at vide da projektet startede i januar.

Raketbyggeri under lockdown

Hvordan bygger man en raket, mens hele landet er lukket ned, og vi ikke kan få adgang til vores garage? Et af vores trofaste medlemmer meldte sig frivilligt til at ofre sit

kollegieværelse i DanSTARs tjeneste. Her foregik størstedelen af arbejdet med elektronikken i de første måneder af året, og det er ikke en overdrivelse at sige, at vi ikke havde klaret det uden denne indsats. Vores garage i DTU Skylab åbnede igen i marts/april, og her kunne mekanik-teamet komme i gang med det fysiske arbejde på raketten. Det betyder, at vi i virkeligheden kun havde syv måneder til at nå alt arbejdet på selve raketten – deriblandt f.eks. rails (skelettet), carbonfiber paneler, 3D-printede beslag til al elektronik og samle hele fluidsyste-met. Og nå ja, så selvfølgelig teste motoren både med vand (kaldet cold flow test) og med brændstof

(kaldet hotfires) og dernæst teste hele raketten systemer samlet, først med vand og dernæst brændstof (kaldet static fires). Pyyhhhhh. Som man nok kan regne ud, var det 10 måneders semi-kaotisk arbejde, hvor alt var liige lidt for sent, og hvoraf fire af månederne krævede flere medlemmers arbejde på fuldtid. Forår og sommer går rigtig stærkt med forberedelse og udførelse af cold flow, hotfires, vandtests og static fires, alt imens vi forsøger at holde en tidsplan – med tryk på forsøger. Flere gange undervejs måtte vi stoppe op, se hinanden i øjnene og stille os selv og hinanden spørgsmålet "kan vi rent faktisk nå det her?". Og hver gang var svaret det samme; "vi er nødt til at prøve". Så det gjorde vi.

Valkyrie mission patch, designet af Youssouf Traore.



Test og launch-forberedelser

Hele juni måned gik med hotfires (raketmotortests). Vi er så privilegerede, at vi har et godt samarbejde med Campus Service på Danmarks Tekniske Universitet, og har i årevis haft jævnlige samtaler med campusdirektør Anders B. Møller. På grund af Anders, har vi fået en shipping container i et fjernt hjørne af campus, hvor vi kan teste vores motor. Vi har selv udarbejdet risikovurderinger og sikkerhedsmæssige overvejelser, og på vores opfordringer fået sat betonklodser og høje

Rakettyper

Der er overordnet set tre typer af raketter:

Solid/faststof: brændstof og oxidationsmiddel er begge på fast form og støbt til at forme motoren. Man kan ikke styre så meget på raketten efter den er tændt.

Hybrid: der er en fast form af brændstof, og flydende oxidationsmiddel. Muligt at styre hvor meget oxidationsmiddel der bruges af gangen, men når først det faste brændstof er tændt, kan man ikke slukke det igen.

Bi-liquid: betyder to væsker, dvs. både brændstof og oxidationsmiddel er flydende. Det øget kompleksiteten med to væsker, der skal spille sammen, til gengæld øges også muligheden for at kontrollere f.eks. flows for begge væsker.

træplader op foran containeren til at skærme af for raketmotorflammen på ca. 2800 °C samt fange igniterne, der næsten skydes ud af dysen. De består af partyfontæner og laserskårede træstykker specielt tilpasset dysens form. Noget af en upgrade fra toiletpapirruller og stjernekastere, som vi brugte ved DanSTARs knap-så-spæde start med vores demonstrationsmotor for ca. 4 år siden.

Efter hotfires blev selve raketten samlet og bygget

færdigt og klargjort til static fires.

Efter hvad der både føltes som uendelig lange måneder og samtidig kun et par dage i alt, var vi fremme ved september, den traditionelt set travleste måned i DanSTAR grundet semesterstart efter sommerferien kombineret med de førnævnte static fires; tests af alle systemers samspil undtagen selve launch og landing. Dette er også den eneste test, vi ikke kan udføre "hjemme" på DTU. I stedet tager vi til Refshaleøen, tæt på vores

partnere i Copenhagen Suborbitals.

Vi havde sat to weekender af til tests i september, men til stor lettelse, var kun en enkelt nødvendig. Det er usikkert om det skyldtes den betydelige indsats i forberedelsen, det fokuserede og hårde arbejde på dagene eller måske den drømmekage et par forældre kom forbi med – eller måske en kombination af alle tre. Der var ikke meget hvilen på laurbærrene efterfølgende, for selv om der var hele tre uger til afgang mod launch... så var der kun tre uger til afgang mod launch. Meget sidste-



Succesfuld hotfire i juni 2021.

Foto: Jonas Attrup.

øjeblikks-logistik skulle på plads, og ikke mindst skulle designet på selve Valkyrie raketten færdiggøres og holduniformer bestilles. Derefter var der en lille smule ro på for de fleste medlemmer, som kunne nå at se familien efter mange måneders travlhed. Det var en slags stilhed før stormen.

European Rocketry Challenge

Den 9. oktober ankom, hvilket betød afgang til Ponte de Sor i Portugal, hvor den årlige raketkonkurrence for universitetshold foregår. Konkurrencen European Rocketry Challenge (EuRoC) tog DanSTAR i øvrigt selv initiativ til at stable på benene i 2020, da konkurrencen Spaceport

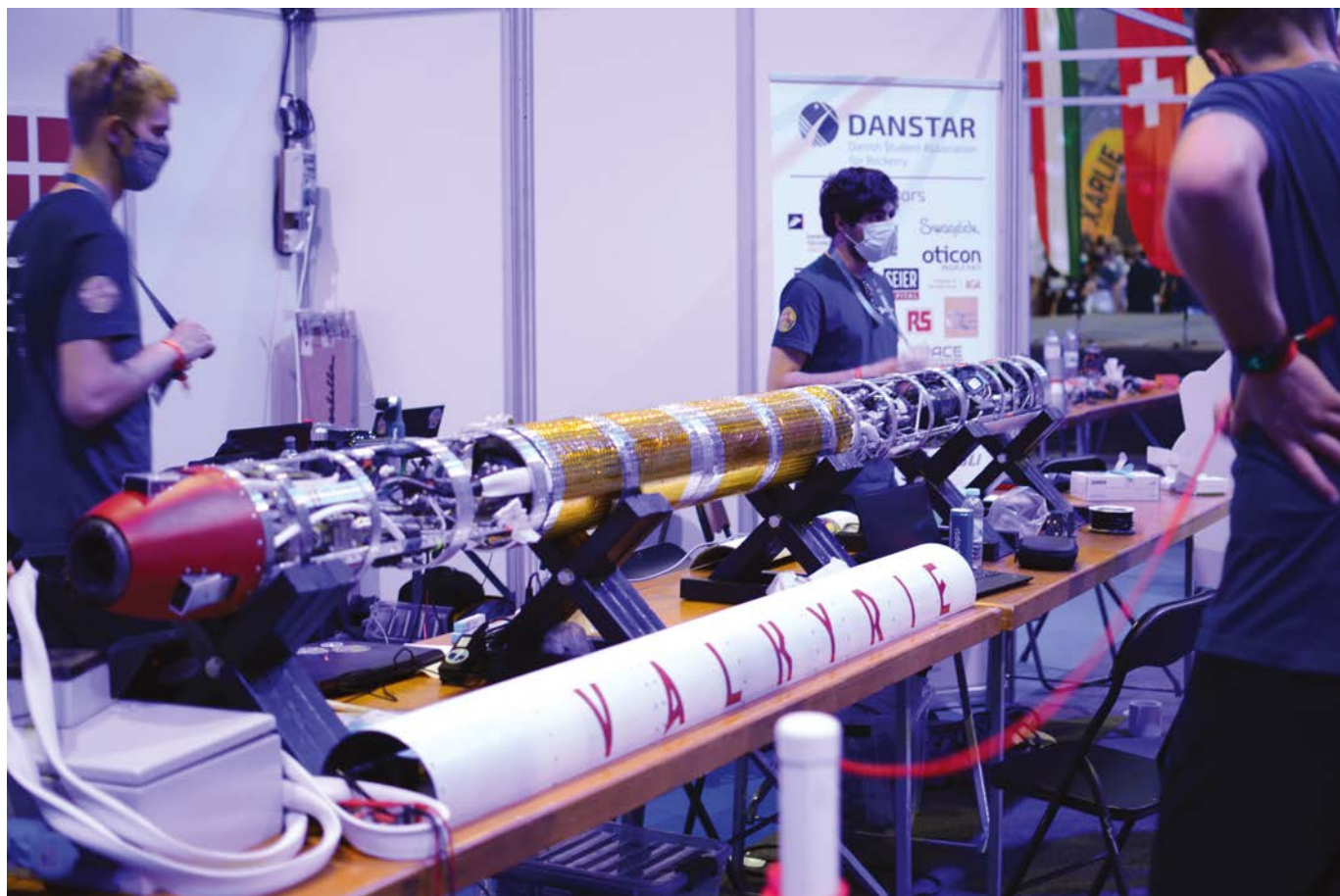
America Cup blev aflyst grundet covid-19. Launch dag er først onsdag den 13. oktober, altså hele fire dage efter ankomst, men det betyder ikke, at der er dømt badeferie indtil da. Vi skal have testet alle elektroniske systemer igennem, spændt alle fittings efter de 3.000 km varevognskørsel gennem Europa, silikonetætnet huller i recoverysystemet (faldskærm), sætte affyringsrampen op, og en masse andre småting. Flere af disse småting var egentlig konkurrencens ansvar, men endte med at blive DanSTAR-medlemmers opgave, f.eks. at bygge et improviseret køleskab af flamingo og air condition-enheder til lattergas, som ikke

kun skulle bruges af DanSTAR, men også andre hold med hybrid raketter. Der var en del opgaver som denne, og på den bekostning var vi først selv klar til launch day, da klokken var 01.30 natten før – og vækkeurene ringede kl. 05.30, så vi kunne stå klar kl. 07.00 på launch site. Godt at vi igennem mange måneder efterhånden havde opbygget et søvnunderskud så stort, at fire timers søvn føltes som den rene luksus.

Launch day!

Endelig er vi nået til onsdag den 13. oktober 2021. Det er launch day! Vi skal affyre Valkyrie og forhåbentlig slå en verdensrekord i processen! Vi har en syv timer lang

Valkyrie klargøres til launch i dagene mellem 9. og 13. oktober. Foto: Marta Lorente.



launch procedure, som skal følges til punkt og prikke, og de eneste problemer, der opstår, er ikke grundet vores egne forberedelser, men i stedet eksterne faktorer – f.eks. den manglende strøm fra dagen før; der var sørget for en generator, men ikke benzin til den. Og sådan var der en hel del "hiccups" vi skulle igennem samtidig med vi skulle blive klar til et launch-vindue på kun 15 minutter uden nogen form for mulighed for forlængelse. De fleste kan nok sætte sig ind i, hvor stressende det er. På trods af en hel del eksterne udfordringer, er vi faktisk forud for vores egen tidsplan: vores køleskabs-løsning til lattergas samt vores isolerende indpakning af både raket og lattergasflaske viser sig langt mere effektive end først forventet.

Eneste problem er nu, at de andre hold, der er i gang med at klargøre deres launch på affyringsramperne ved siden af vores, ikke er blevet informeret om, at vores vindue kun er åbent fra 14.00 til 14.15, så da klokken er 13.55 står de stadig og tager selfies med deres raketter og nægter at forlade området, før vi decideret råber af dem. Det er lige spændende nok. Vi springer alle (inkl. de andre hold som vi får samlet sammen) på en militærvogn, der skal køre os de 700 meter fra launch site til mission control og tilskuerområdet, og de er

Det improviserede køleskab, stoltheden vil ingen ende tage. Foto: Marta Lorente.



heldigvis blevet informeret om tidspresset. Der tælles endelig ned fra 10, og efter hvad der føles som de længste sekunder i vores liv, løfter Valkyrie sig fra affyringsrampen og flyver mod himlen med en rungen, der kan mærkes helt ned i maven – og resten mærkes i hjertet, som hopper et par slag hurtigere i flere minutter

endnu. Vi har en succesfuld launch og fejring bryder ud – ikke kun blandt DanSTAR, men også de andre hold, som kommer hen og siger "tillykke", "godt gået" og "imponerende arbejde". Fejringen fortsætter blandt tilskuerne, men mission control er hurtigt tilbage i focus mode, og holder øje

med hvor højt raketten når – 6.545,2 m er den sidst målte apogee.

Det viser sig faktisk at vi både har slået verdensrekorden og den danske rekord for højde opnået med bi-liquid raketter (førstnævnte selvfølgelig kun for studerende), idet vi nåede bare 45 meter højere op end Copenhagen Suborbitals gjorde med Nexø II i 2018.

Vi tager med det samme ud og finder raketten baseret på GPS koordinater fra vores egen elektronik. Dette er overraskende nøjagtigt, og vi finder raketten inden for 20 meter af det sidste GPS-ping. Desværre er tilstanden... let brugt. For at sige det



Fejring af launch. Det er en solid blanding af glæde og lettelse. Foto: Marta Lorente.



Konkurrencen sluttet af med awards – de tætteste på deres target apogee hædres. Det er ikke svært at vinde, hvis man er den eneste i kategorien. Foto: Tiago Frazao.

mildt. Lang historie kort, så har hovedfaldskærmen ikke foldet sig ud, og vi får regnet ud at Valkyrie har tumlet mod jorden fra 6,5 km højde med 138 km/timen. Raketten, der før havde "Valkyrie" stående på siden, er nu blevet til "Valk". En kommentar, da vi delte nyheden om tilstanden var "Poor Valkyrie – she did her job very well", og det kan vi ikke benægte; vi trøster os selv med, at vi kom for at slå en verdensrekord, ikke at få raketten med hjem i komplet tilstand.

Verdensrekord – hvad så nu?

Vi skal naturligvis slå vores egen verdensrekord. Samtidig er der noget fint

ved trilogier, så en version 3.0 af Dragonfly raketten er på sin plads. Vi ser mest konkurrencen som en rigtig god launch-mulighed, og det har vi været enormt glade for. Der er desværre ikke nogen kategori for "mest avanceret" eller "verdensrekordpotentiale", så vi bliver lidt overset ved konkurrencen. Uanset hvad håber vi på at få lov at launch endnu engang i 2022. Og så må vi på forhånd afsætte folk til at hjælpe til i tide og utide med at bygge køleskabe med mere.

Vi er så småt begyndt at sætte nye projekter i søen, og håber I vil læse med lidt

mere løbende på vores sociale medier – og så selvfølgelig se med, når vi slår vores egen verdensrekord til oktober.

DanSTAR SoMe links:

<https://www.danstar.dk/>

<https://www.facebook.com/DanSTAR.DTU>

<https://ing.dk/blogs/raketbyggerne-dtu>



Valkyrie efter launch og landing –
resten af raketten ligger spredt i 10
m radius.
Foto: Amalie Rasmussen.

Valkyrie få timer inden afgang til Portugal. Foto: Jonas Attrup.





Amalie Rasmussen
Billede: Marta Lorente.

Brug af satellit billeder til overvågning af klodens træressourcer – kortlægning af træer der ikke indgår i jordens skove

TEKST: Rasmus Fensholt, Martin Brandt og Kjeld Rasmussen.

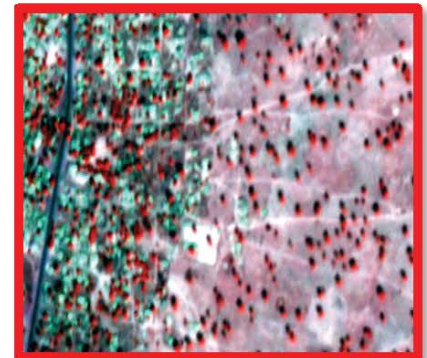
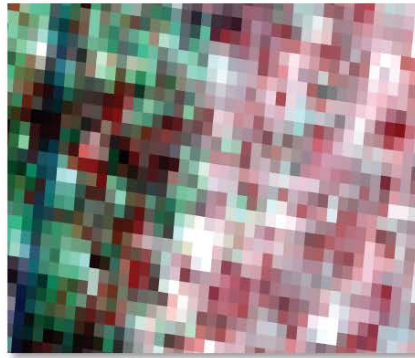
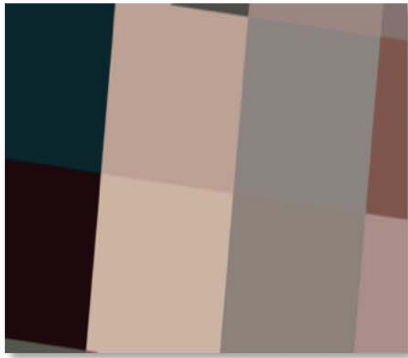
Københavns Universitet, Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Sektion for Geografi.

Ved brug af NASA satellitbilleder og kunstig intelligens har forskere på Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning samt Datalogisk Institut, Københavns Universitet identificeret alle træer og buske i Vestafrika på individniveau. Selvom træressourcer der ikke udgør en del af klodens eksisterende skovarealer er en vigtig brik i den fælles indsats mod klima-ændringer, ved man i dag meget lidt om udbredelsen af enkeltstående træer på global skala, herunder mængden af kulstof bundet i de enkelte træer.

Jordens terrestriske økosystemer er i vid udstrækning defineret ved mængden af træ og buske. Græsarealer, områder med krat og buskadser, savanner og skove repræsenterer en række forskellige økosystemer med en gradueret i tæthed af træer og buske, fra økosystemer med lav tæthed og lave træagtige planter til økosystemer med højere træer og overlappende trækroner. Nøjagtige oplysninger om den træagtige vegetations-udbredelse i vores økosystemer er derfor grundlæggende for vores forståelse af global økologi, biogeografi samt de biogeokemiske cyklusser af kulstof, vand og andre næringsstoffer. Træressourcer udgør endvidere vigtige værdikæder for en række træ-baserede produkter og talrige indirekte fordele for milliarder af mennesker på kloden,

herunder vandophobning, øget jord-fertilitet og produktivitet, fødevarer-sikkerhed, husdyr-foder, energi fra brænde/trækul og ikke mindst bevaring af biodiversitet. I øjeblikket er basal viden om udbredelsen af træer der ikke udgør en del af klodens eksisterende skovarealer (kaldet trees outside forests; TOF), såsom tæthed, dækning, størrelse, masse og kulstofindhold ikke kendte. Denne viden er en forudsætning for at forstå træers funktionelle egenskaber i forhold til vandressourcer og ændringer heri fra klimaændringer, for eksempel den forventede stigning i tørke og antallet og varigheden af fremtidige tørkehændelser. For jordens tørre områder (kaldet drylands), der dækker omkring 40% af jordens samlede landarealer, er træer uden for skove den altovervejende type af

trævegetation og mangel på information om denne ressource udgør således en "blind plet på verdenskortet" i forhold til vores forståelse af økosystemer, biodiversitet samt klima ændringer. Eksisterende skovområder med høj biomasse er i dag et vigtigt omdrejningspunkt for en fælles indsats mod klimaændringer og er i fokus for store offentlige og private investeringer, især i udviklingslande i tropen. Med udviklingen af nye satellit-baserede teknologier og metoder for at måle og kortlægge træer uden for skove, vil det dog være en forpasset mulighed, hvis tiltag for at reducere vores globale kulstofudledninger ikke også omfatter en række træbaserede økosystemer som ikke tilhører den gængse definition af skov. Den rumlige opløsning af de fleste typer af satellitdata til brug for monitorering af vores naturressourcer er relativt grovkornet med



Figur 1. Kortlægning af trædække i Senegal ved brug af satellitsystemer i forskellig rumlig opløsning. Venstre: MODIS 500 meter. Center: Landsat 30 meter. Højre: Quickbird 0.5 meter.

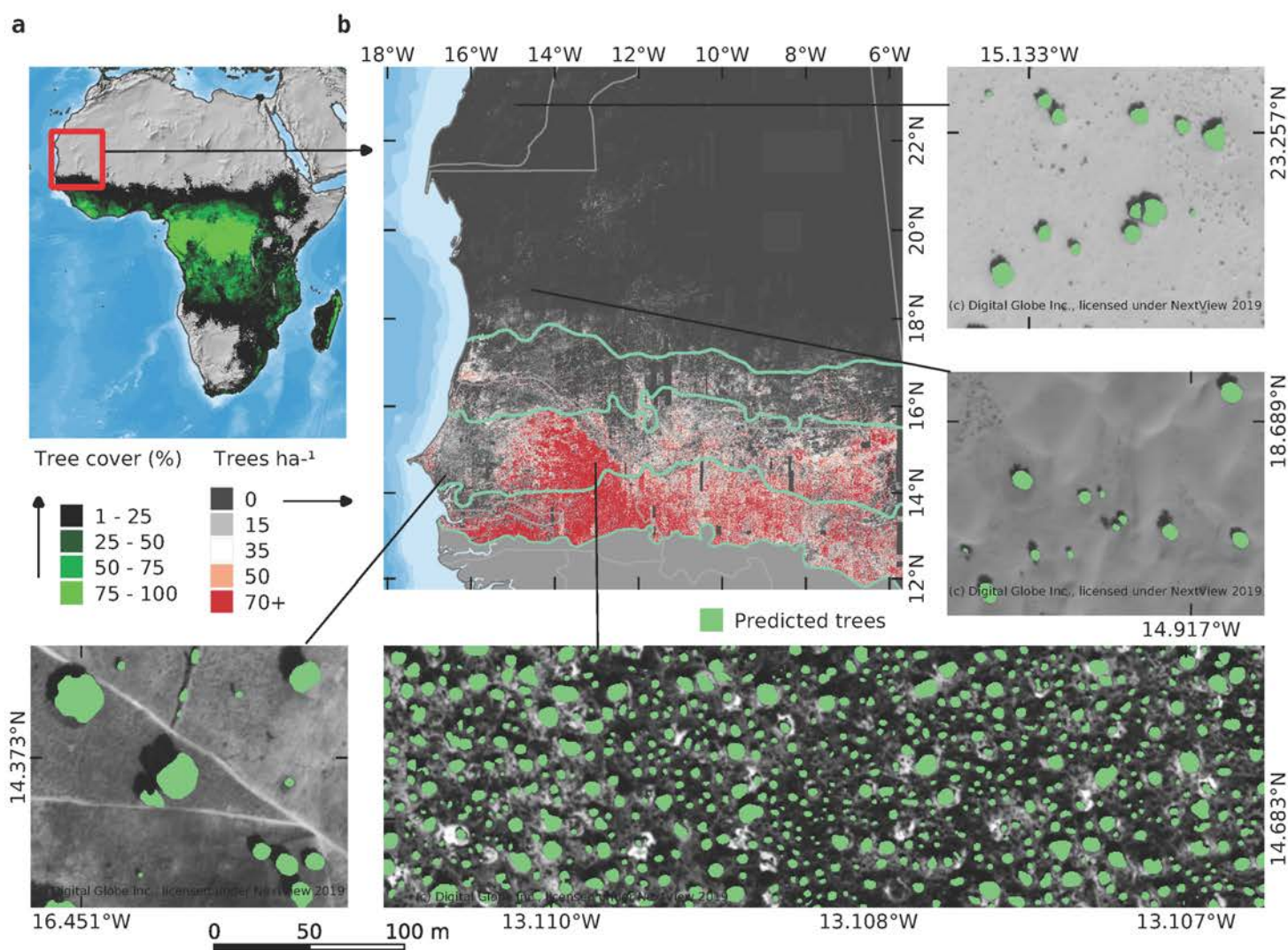
individuelle billedelementer (pixels), der generelt svarer til et område på jordoverfladen større end 100 kvadratmeter. Hvis vi skal benytte os af vores globalt dækkende satellitbillede arkiver der strækker sig 30-40 år tilbage i tiden for at kortlægge ændringer over tid, så må vi desuden ofte ty til satellitbilleder hvor pixels er i størrelsesordenen af hundrede af kvadratmeter til kvadratkilometer skala (Figur 1). Denne begrænsning har tvunget forskere inden for satellit-baseret kortlægning af trædække til at fokusere på bestemmelse af generelle egenskaber, såsom den procentuelle andel af et landskab dækket af trækroner. Denne type af satellit-baseret kortlægning fungerer tilfredsstillende for klodens skovdækkede arealer, men så snart der er tale om økosystemer med trækroner der udgør størstedelen af en given pixel, så kommer disse metoder til kort. Det er således alment kendt inden for forskningsverdenen at den eksisterende kortlægning af træer uden for skove

skyder helt forbi skiven.

I løbet af de sidste to årtier er en række kommercielle satellit udbydere begyndt at indsamle en stadigt større mængde af data med en langt højere rumlig opløsning (pixels med en kvadratmeter eller mindre), hvorudfra man kan identificere enkelte objekter såsom trækroner. Denne type billeder er velkendte for de fleste, da de indgår som grundlag for de fleste danskeres feriedestinationsbeslutninger ved brug af det satellit-baserede redskab GoogleEarth.

Tilgængeligheden i GoogleEarth tillader dog stadig ikke forskere at lave egentlige analyser på disse data, men forskere på Københavns Universitet har i samarbejde med NASA (NASA Goddard Space Flight Center) fået gratis adgang til dele af de data der ligger til grund for GoogleEarth - og kan forventes at være en forsmag på, hvad der venter forude i forhold til brug af satellit teknologi for global

kortlægning af klodens træer. Denne chance repræsenterer et fundamentalt spring fremad for forskningsfeltet omkring brugen af satellitbilleder til naturressourceforvaltning: fra fokus på aggregerede landskabsskala kortlægning til at kunne kortlægge placering og størrelsen af hvert enkelt træ på regional eller endda global skala. Denne revolution i observations detaljegrad vil uden tvivl afstedkomme fundamentale ændringer i, hvordan vi karakteriserer, overvåger, modellerer og administrerer vores globale terrestriske økosystemer. Forskere på Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning samt Datalogisk Institut, Københavns Universitet har i samarbejde med NASA foretaget en demonstration af denne transformation i satellit-baseret vegetations kortlægning i en videnskabelig publikation offentliggjort i tidsskriftet Nature. Forfatterne analyserede mere end 11.000 satellitbilleder med



Figur 2. Kortlægning af alle træer for et område i Vestafrika (den røde firkant) ved hjælp af en segmenteringsmodel baseret på kunstig intelligens (deep learning) anvendt på satellitbilleder i 50 cm rumlig opløsning (1.837.565.501 detekterede træer). De små illustrationer viser trækroner kortlagt af modellen. Billede: Imagery 2019 © DigitalGlobe, Inc. under NextView-licens.

en rumlig opløsning på 0,5 meter, for at identificere hvert enkelt træ og busk med en trækrone-diameter på 2 meter eller mere for et område i Vest Afrika svarende til 30 gange Danmarks størrelse (Figur 2). Forskerne fuldførte denne gigantiske kortlægnings-opgave ved hjælp af kunstig intelligens udnyttelse af en computer-

baseret tilgang, der involverer et neuralt netværk (kaldet convolutional neural networks; CNNs). Den anvendte metode, kaldet deep-learning, er designet til at genkende genstande (i dette tilfælde trækroner) baseret på deres karakteristiske former og spektrale farver i et større billede. Det neurale netværks evne til at

genkende objekter er baseret på brugen af træningsdata, som i dette tilfælde bestod af manuel kortlægning af de synlige konturer af træer og buske ud fra selvsamme billeder. Visuelt er det relativt nemt at identificere trækroner i satellitbillederne, og forskerne afgrænsede manuelt 89.899 individuelle træer langs en nord-syd

gradient, for at fange hele spektret af landskabsvariationer fra ren ørken til skovlignende savanne økosystemer. Computeren lærte, gennem træning ved at bruge disse udpegede trækroner, hvordan man identificerer individuelle trækroner med høj præcision i alle andre billeder. Resultatet blev en meget præcis kortlægning af alle træer og buske over hele det sydlige Mauretanien, Senegal og det sydvestlige Mali.

Den nuværende manglende information om træer på individniveau står i vejen for en forbedret forvaltning af træ-ressourcer i jordens tørre egne, der ofte er i fare for rydning til fordel for anvendelse, afgrøder, minedrift, infrastruktur og byudvikling. Derudover er nøjagtig overvågning af træressourcen på niveau af enkelte træer et vigtigt redskab i forbindelse med træplantningsinitiativer, for rapportering af det korrekte antal træer og kulstoflagre til nationale rapporteringsordninger såsom Paris-aftalen. For nuværende eksisterer der intet operationelt og frit tilgængeligt satellit-baseret overvågningssystem for træer uden for skove og deres kulstofpuljer. Dette står i skærende kontrast til det faktum, at der i øjeblikket bevilges store puljer penge til genopretningsaktiviteter for jordens tørre områder; aktiviteter hvor overvågningen af succes/fiasco er

baseret på lokale opgørelser, der ikke er i stand til at levere fyldestgørende vurderinger af overlevelsesserater for plantede træer. Et eksempel er den såkaldte "Store Grønne Mur for Sahara" der for nylig har været genstand for fornyet interesse og øgede investeringer fra blandt andet verdensbanken. Dette initiativ blev udtænkt for at imødegå de stigende udfordringer med ørkendannelse og tørke, fødevareusikkerhed og fattigdom i kølvandet på klimaændringer. Alligevel er evaluering af projektet og deres eventuelle succes stadig en stor udfordring, da der ikke er et overvågnings- og evalueringssystem på plads. Desuden, vil en effektiv overvågning af enkelttræer i stor skala også skabe grundlag for at etablere en forbedret viden om de funktionelle egenskaber af træer, såsom overlevelse, vækst og dødelighed, styret af det komplekse samspil mellem jordbundsforhold, klima, savanne-brande og kvægdrift. Træplantningsinitiativer bør derfor være forankret i en solid økologisk forståelse af de lokale miljøforhold, så man undgår f.eks. at forårsage vandmangel ved at plante træer de forkerte steder, hvilket potentielt ellers kan reducere høstudbyttet for små landbrugssystemer i udviklingslande.

Nye udfordringer venter i form af identifikation af

træarter samt bestemmelsen af mængden af kulstof bundet i de enkelte træer. Selvom dette i princippet er muligt, på grundlag af trækronernes farve, form og tekstur, er det en udfordring at kunne gøre dette på tværs af biodiverse økosystemer på regional eller endda global skala. Satellit-baseret højopløselige data til bestemmelse af trækronens størrelse og tæthed kommer dog snart til at kunne bidrage til opgørelsen og forvaltning af træ-ressourcer både i og uden for skove, ved hjælp af overvågning og vurdering af skovrydning af kulstofbindingen i biomasse, træ, brændselstræ og træafgrøder. Vores muligheder for at kortlægge størrelsen og placeringen af den enkelte trækrone, som beskrevet her, vil kunne komplementeres med information fra andre satellitsystemer, der f.eks. kan levere information om træhøjde, der vil give mulighed præcist at bestemme kulstof indholdet af træer på individ-niveau.

Med lov skal det ydre rum benyttes

TEKST: Danny Johansen, PhD Stipendiat, Juridisk Institut, Syddansk universitet.

Det juridiske grundlag for det ydre rum har været diskuteret med jævne mellemrum her i bladet (Dansk Rumfart nr. 75, 76, 78). For at give en hurtig gennemgang er der i alt fem internationale traktater, som danner grundlag for rumretten. I virkeligheden er det mere præcist at sige at der er fire traktater. Den femte traktat - den såkaldte "Månetraktat" [1] fra 1979 - er nemlig ikke blevet tiltrådt af mere end 18 stater [2], og er derfor ikke rigtigt med til at regulere ret meget. Af de fire andre traktater, er Traktaten om det Ydre Rum fra 1967 [3], den primære, og nedsætter de generelle spilleregler for brugen af det ydre rum. De tre næste traktater underbygger og uddyber i virkeligheden mest Traktaten om det Ydre Rum. Men verden udvikler sig hurtigt, og lovgivningen skal følge med.

Hurtig Udvikling

En ting, som er vigtig, når man snakker om den juridiske situation i det ydre rum, er tidsaspektet.

Brødrene Wright satte det første fly i luften i 1903, og det er kun 58 år efter det første menneske trænger ud i det ydre rum.

Menneskeheden går altså fra at hjulet er den største opfindelse, til at tage et smut uden for planeten på under en menneskealder. Nu, 60 år efter den første person i rummet, er verden igen forandret. Rummets mørke plejede at være et sted, hvor det næsten udelukkende var statsaktører som agerede, til at en større og større del af rumaktiviteterne overtages af private aktører. Verden er ved at være et sted, hvor rumturisme går fra at være enkelte milliardærs ekstravagante eventyr, til en drøm der faktisk kan blive realistisk for alle.

Milliardærerne drømmer om at redde menneskeheden ved at skabe kolonier på Mars eller flytte forurenende

virksomhed ud på andre planeter. Det er snart en realitet med rumminedrift, rumhoteller og måske rumnationer. Der er fart på alt, der starter med rum.

Juraens Liv

Hvor rum nu om dage betyder fart på, har jura alle dage godt kunne rime lidt på bremse. Juraen skabes normalt af en historisk

Den internationale rumstation er et velreguleret statsligt initiativ. Men man kan begynde at se slutningen af dens levetid, og der er adskillige planer om erstatninger inklusiv private løsninger.
Billede: NASA



Traktater

[1] Månetraktaten:

Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies

[2] https://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2021/aac_105c_22021crp/aac_105c_22021crp_10_0_html/AC105_C2_2021_CRP10E.pdf

[3] Traktaten om det Ydre Rum:

Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies

tilstand. En situation opstår og bliver så reguleret. Den metode viser sig at være et problem på flere områder i den moderne verden, og her er rumjura ikke en undtagelse. Det er ikke sådan, at der er tale om det vilde vesten, da der er som nævnt er traktater, samt den almindelige internationale ret også gælder i rummet. Det har fungeret indtil nu, og reglerne vil også i fremtiden kunne løse meget. Et problem ved bagudrettet lovgivning er dog, at den oftest bygger på situationer vi kender, og den almindelige internationale ret er designet til at løse problemer på Jorden, hvor problemer og løsninger som oftest udspringer af Jordens og staternes særlige historiske forhold. Hvordan så, når vi er i en sfære, der ikke opfører sig helt som vi kender det fra Jorden? Kan den internationale lovgivning så stadig overføres én til én? Den internationale lovgivning har også historisk set altid været rettet mod staterne, hvor staterne skal indrette deres interne forhold, så de er i overensstemmelse med

den internationale lovgivning. Men hvad så, når de private aktører så overhaler de statslige i både hastighed, finansiering, dristighed og effektivitet?

Sædvaner

På grund af hastigheden af udviklingen omkring det ydre rum, ville det give mening at skabe mere fremadrettet jura. Det er selvsagt ikke nemt, da der ville skulle findes en balance imellem at forudse, hvad der vil ske, og formulere regler, som er fleksible nok til at kunne gribe alt det, man ikke kan forudse. Sådan en løsning risikerer meget hurtigt enten at bremse udviklingen, eller ramme helt ved siden af. Det er en af grundene til at, for eksempel, USA nærer en modstand imod at skabe nye rumretslige traktater, men hellere vil skabe sædvaner. Internationale sædvaner, skal det siges, er en lidt underfundig juridisk kilde. Sædvaner er lidt mere besværlige at bevise end en traktat, da man både skal bevise at staterne følger en bestemt praksis, og at de følger denne praksis, fordi

de føler sig retsligt forpligtede til det. Men når en sædvane først er bevist, så gælder den til gengæld for alle stater, og ikke som en traktat, der kun gælder de stater, som har skrevet under på den. Sædvaner tager længere tid om at opstå, men vil til gengæld kunne opstå løbende og regulere de situationer, der opstår i rumfarten. Faren ved sædvaner er at det ofte vil være de stater, som faktisk har muligheden for at gøre ting i rummet, som kunne risikere at dominere retsområdet fuldstændigt, modsat traktater som forhandles af de parter, som ønsker at blive bundet af traktaten. Forhandlinger er omvendt bøvlede - alle skal være enige, kompromisser skal indgås og det kan tage lang tid.

Det ydre rums magt

Man kan godt grine af at det har taget FN's Komité for den Fredelige Brug af Det Ydre Rum mere end 50 år at forsøge at blive enige om en grænse for, hvor det ydre rum begynder og luftrummet



Opsendelse af en SpaceX Falcon 9 Raket. Et skridt imod at rumaktiviteter overtages mere og mere af private aktører.

Billede: NASA

slutter. Sandheden er dog at det er et større spørgsmål, end bare at afgøre, hvornår man kan sige, at en turist er blevet en rumturist. Spørgsmålet handler om, at en stat ejer sit luftrum, men ingen kan eje det ydre rum. Det er et spørgsmål om sikkerhed, magt, jurisdiktion og penge. Man kan standse

et spionfly, men ikke en spionsatellit, og man kan bestemme, hvem der kan tjene penge på ens territorie, men ikke i rummet. Der er en grund til at Ækvator staterne har forsøgt, uden succes, at få gjort det geostationære kredsløb til en del af deres luftrum, inden mere teknologisk udviklede lande

nåede at fylde kredsløbet med satellitter (Den såkaldte "Bogotá Declaration").

Alles interesse

Derfor er de juridiske spørgsmål ikke helt ligegyldige. Det samme gør sig gældende for privates adgang til det ydre rum. Private aktører har, ifølge traktaterne, kun adgang til det ydre rum efter tilladelse fra sin stat, og under supervision fra denne stat. Staten har ansvaret for den privates handlinger, og er ansvarlig for, at den private aktør overholder rumtraktaterne. Men der er politik i at få sine private aktører ud i rummet, og der er et marked at erobre. Der er måske nok en stor risiko forbundet dermed, men gevinsten kan være endnu større - så det kan sikkert være fristende at fortolke reglerne givtigt for private, lukke dem ud i universet, og så lade deres adfærd udgøre praksis.

Så der skal bruges tid og energi på at diskutere juraen, og alle stater skal med. På den måde kan det bedst muligt sikres, at aktiviteter i rummet er, som der står i Traktaten for Det Ydre Rum, "til gavn for og i alle landes interesse uden hensyn til graden af deres økonomiske eller videnskabelige udvikling og skal være hele menneskehedens virkefelt."

DISCO: Danmarks studenter CubeSat program

TEKST: Christoffer Karoff, lektor, Institut for Geoscience, Aarhus Universitet og leder af DISCO

Med en bevilling fra Industriens Fond har Danmark fået et rumprogram, hvis mål det er, at danske studerende kontinuerligt skal sende en satellit op om året. Den første satellit vil blive sendt op i sommeren 2022.

Rummets legoklodser

CubeSats er små mikro-satellitter, der er bygget op af enheder på 10x10x10 cm. Konceptet blev udviklet i 1999 på Stanford og i 2003 var danske studerende med til at sende nogle af de første CubeSats i rummet. Dette har været direkte medvirkende til, at vi i dag har en blomstrede rumindustri i Danmark, med mange unge ambitiøse rumvirksomheder som, GomSpace, Space Inventor og Satlab.

Arbejdet med at bygge og opsende CubeSats har dog foregået ret defragmenteret på de forskellige universiteter i Danmark, hvilket har betydet, at man ofte har skulle starte forfra, når man gik i gang med en ny satellit. Med DISCO-projektet vil vi skabe et kontinuerligt program, hvor viden bliver overført fra en mission til den næste.

Et nationalt rumprogram

Studerende fra Aalborg, Aarhus, Odense og København har siden slutningen af 2020 arbejdet på at designe de første satellitter i DISCO. Den

første satellit, DISCO-1, vil blive sendt op i sommeren 2022 af firmaet Momentus med en Falcon 9 raket fra SpaceX. Momentus er et nyt firma indenfor satellit-opsendelse og opsendelsen af DISCO-1 bliver således firmaets første. Momentus har bygget et nyt opsendelsesfartøj, Vigoride, der skal sikre at satellitterne kommer i de rigtige baner. En af de bemærkesværdige ting ved Vigoride er, at den bruger vand som fremdriftsmiddel.

Radioeksperimenter med DISCO-1

DISCO-1 bliver en så kaldt 1U CubeSat med en størrelse på 10x10x10 cm og en vægt på 1.5 kg. Formålet med satellitten er dels at lave en række eksperimenter med højhastighedskommunikation mellem satellitten og Jorden. Specifikt skal de studerende prøve at sende data fra satellitten med en så kaldt S-bånds antenne, der benytter en frekvens på 2.4 GHz, hvilket er noget højere end frekvenserne på de VHF og UHF-antennener man normalt bruger. Fordelen ved en S-bånds antenne er, at man kan transmittere langt større datamængder, hvilket bliver



Mission Patch – Enhver satellit mission skal have et missionspatch, således også DISCO og her har vi faktisk fået lavet et mission patch for selve programmet og for DISCO-1 og DISCO-2. Billede: DISCO

vigtigt for nogle af de efterfølgende DISCO-missioner. Endelig kommer DISCO-1 også til at indeholde en så kaldt 'sandbox' computer, hvor bl.a. gymnasieelever vil få mulighed for at køre små Python programmer som man

kender det fra AstroPi projektet på den Internationale Rumstation. DISCO-1 vil blive bygget af Space Inventor i samarbejde med studerende fra de fire universiteter.

DISCO-1 skal sendes op sammen med bl.a. en norsk CubeSat der hedder SelfieSat, der som navnet antyder, skal give folk mulighed for at tage selfies i rummet, ved at et billede af dem vises på siden af satellitten, mens satellitten med et kamera placeret på en arm, tager et billede af sig selv.

Klimaforandringer med DISCO-2

Efterfølgeren til DISCO-1 bliver DISCO-2, der skal sendes op i sommeren 2023. Her har de studerende udvalgt en meget ambitiøs mission, der skal studere klimaforandringer i og

omkring Grønland. For at kunne gøre dette, skal DISCO-2 indeholde alt det som DISCO-1 indeholder plus 3 kameraer og 4 momenthjul til at styre satellitten med. De 3 kameraer bliver to visuelle og et termisk infrarød. Det ene optiske kamera skal være et vidvinkelkamera, der skal sikre, at vi hele tiden ved, hvor satellitten peger hen på Jorden, mens det andet skal have en så høj opløsning som muligt, hvilket vil sige en 20-30 meter. Det høj-opløselige kamera skal bruges til at studere udvikling af f.eks. en gletsjer. Endelig skal det termiske infrarøde kamera bruges til at måle temperaturen af overfladen, dette kan være både overflade af jorden, isen eller vandet.

Når man har sin helt egen satellit, åbner der sig et væld af muligheder for ting man kan lave, som ellers ikke er

muligt, når man benytter sig af observationer fra nogle af de store satellitter fra f.eks. Copernicus programmet. Vi vil således fokusere observationerne på nogle få lokationer i Grønland. Dette vil ikke bare give mulighed for at monitorere disse lokationer flere gange om dagen, det vil også give mulighed for, at man affotograferer f.eks. en gletsjer fra forskellige vinkler, mens satellitten flyver over den. Sådanne billeder taget med forskellige vinkler kan bl.a. bruges til at lave en 3D model af gletsjeren, der igen kan bruges til nøjagtigt at måle, hvor meget vand der smelter ud fra gletsjeren.

Da DISCO-2 er blevet noget mere ambitiøs end først planlagt har der også været brug for flere penge end vi havde fået bevilliget fra Industriens Fond i første omgang og her har vi

Konstruktionen af DISCO-1 foregår i samarbejde med virksomheden Space Inventor og i efterårsferien 2021 deltog nogle af de studerende i DISCO i en workshop som Space Inventor havde arrangeret om satellit kommunikation. Billede: DISCO



modtaget ekstra bevillinger fra Thomas B. Triges Fond og fra Carlsberg Fonden.

Måske astrofysik med DISCO-3?

DISCO-3 er planlagt til opsendelse i 2024 og er således den af satellitterne, hvor vi er kortest med forberedelse og det er derfor endnu ikke besluttet, hvad denne satellit skal kunne. Et af forslagene går på at undersøge mulighederne for at flyve en højfrekvent sub-millimeter antenne. Sub-millimeter er det bølglængdeområde som The Event Horizon Telescope brugte til at tage det første billede af et sort hul ved hjælp af en teknik der hedder radio interferometri. Her brugte man en håndfuld radio teleskoper fordelt over

Jordens overflade, men faktisk ville det have været endnu smartere at have brugt et netværk af satellitter, da man så slipper for at skulle lave målinger gennem Jordens forstyrrende atmosfære og små CubeSats giver en mulighed for at gøre dette på en økonomisk rentabel måde.

Rumfysik i gymnasierne

Udover satellitterne er vi i DISCO også i gang med at bygge en række mobile jordstationer, der er de antenner som man bruger til at kommunikere med satellitterne med. Når de står færdige til sommer, vil vi tunere rundt til danske gymnasier og vise de elever, der har fysik på højt niveau, hvordan man kommunikerer med en satellit. Dette vil

foregå som en del af det der hedder Fysik i det 21. århundrede, hvor temaet for tiden er rumfysik. Dette arbejde foregår sammen med Naturvidenskabernes Hus, der vil udvikle undervisningsmaterialet, mens det vil være universiteterne, der står for udviklingen af de mobile jordstationer og som leverer studerende, der kan tage ud på gymnasierne og fortælle.

Du kan følge med i DISCO på Instagram under discosat.



DISCO-2 skal studere effekterne af klimaforandringer i og omkring Grønland. Dette skal den gøre med et termisk infrarød og to visuelle kameraer.

Billede: DISCO

Hun vil flyve vægtløs igennem nåleøjet og nå det ydre rum

TEKST: Sheila Christiansen

Dette er en personlig fortælling fra Sheila Christiansen, der som ildsjæl og iværksætter i rumfartsindustrien fik tætte kontakter til European Space Agency og Undervisnings- og Forskningsministeriet og blev blandet ind i de øverste lag af den internationale rumfartsbranche. Sheila Christiansen kan nu blive den første danske kvindelige astronaut.

Da jeg fik beskeden om, at jeg havde blevet foræret en vægtløs træningsflyvning, kom det på et ret kaotisk tidspunkt i mit arbejdsliv. Min virksomhed, SpaceTech denMACH, var stadig i den kritiske opstartsfase, og presset er jo altid stort på ens person i enhver begyndelse. Når man vil brænde igennem og ofrer en masse ting for at lykkes med det, man brænder for. Alex, min forretningspartner i SpaceTech denMACH, var stadig beskæftiget med sit job i en anden virksomhed, så vi udviklede vores fælles virksomhed sammen i eftermiddagstimerne og ofte sent om aftenen.

På en ellers almindelig sen eftermiddag den 12. april 2021 sad Alex og jeg i bilen ved Tuborg Havn og arbejdede. Min søn var til fægtning, og vi udnyttede tiden til at komme i mål med nogle centrale opgaver. Vi havde dengang vores fulde fokus på at få styr på investorkorpset til vores nye fælles hjertebarn, SpaceTech denMACH. Men mens vi stirrende på telefonen ventede på et afgørende opkald fra en seriøs, potentiel investor,



Jeg fik også muligheden for at undersøge vandmasser i vægtløshed. Vandet ramte mig lige i ansigtet og var overraskende besværligt at fjerne fra mine øjne, da vandet jo ikke rendte ned til bunden af øjenlågene, som man er vant til på jorden. Billede: NoveSpace.

popped der pludselig en mail ind på firmaets hovedmail tiltænkt mig personligt. Mailen var fra NoveSpace. Det gav et gip i min grundvold, og jeg havde det nok ligesom hvis en dybt kristen person fik en personlig mail fra Vatikanet. NoveSpace laver videnskabelige research-flyvninger, eller på normalt dansk, vægtløse træningsflyvninger, der direkte er designet til at uddanne astronauter samt til forskning i vægtløs tilstand. Invitationen bød på, at jeg kunne få en hel serie

træningsflyvning med i alt 16 perioder i vægtløs tilstand. Første flyvning ville være en simulation af Mars gravitation; anden periode Månens, der blot er 1/6 del af jordens gravitation, og sidst, men ikke mindst 13 styks perioder i fuldstændig vægtløs tilstand. Mailen sendte mig direkte op på en lyserød sky af glæde – jeg mistede jordforbindelsen og følte mig allerede vægtløs! Alle de små dagligdags problemer glemte jeg helt for en tid, og den stund på den ellers stille parkeringsplads i Tuborg Havn vil jeg altid



*Ready for takeoff med det specialbyggede Air Zero G fly i baggrunden.
Billede: SpaceTech denMACH ApS.*

tænke tilbage på med stor glæde.

Jeg har nemlig så længe jeg kan huske tilbage drømt om at blive astronaut. Helt siden jeg var en lille pige, kunne jeg ikke slippe astronaut-drømmen, og jeg har - ofte i stilhed - håbet på, at jeg en dag kunne prøve at være helt vægtløs. Jeg kunne derfor knap styre mig af ren glæde. Papirer og papkrus fløj rundt i vores lille bil og jeg tror min makker blev en smule skræmt. Men det var en milepæl i mit liv.

Træningsflyvningerne kunne ikke passe bedre med resten af mine planer som iværksætter. Disse flyvninger er en åben dør ind til rumforskningens A-team og ville give Alex og jeg en unik mulighed for at promovere SpaceTech denMACH for de helt store spillere.

Den virkelige verden bankede dog på igen, da vi i bilen jo ventede på et opkald fra vores potentielle investor.

Jeg var mindre formel, end jeg plejer, men investoren kunne heldigvis godt forstå glæden og den lidt løsslupne samtale. Jeg er grundlæggende et meget begejstret menneske, og det er altså en del af "pakken". I dagene efter tumlede tankerne rundt inden i mig, og jeg fik travlt. For den officielle astronautansøgning skulle være færdigskrevet og afleveret den 18. juni. Hvis jeg kunne skrive, at jeg allerede havde en vægtløs træning i bagagen, ville det forbedre ansøgningen væsentligt.

På samme tid følte jeg mig for første gang rigtig som en accepteret del af rumbranchen. Det hele passede sammen. Mit iværksætteri med gode kontakter til ESA og en separat ansøgning til ESA som astronaut gik helt i hak med den vægtløse træning. Blandt andet er det en fordel, at de lægecheck, der skal foretages i

forbindelse med træningsflyvningerne, delvis dækker dem, man skal igennem til astronaut-ansøgningen. Lægetjekket var en del af gaven. Jeg fløj straks til Bordeaux. Ved samme lejlighed blev der foretaget et pilot-check, der også kræves til ansøgningen (JRA FCL Class 2). Jeg bestod til min store glæde alle lægecheck og var derfor klar til den vægtløse træning. Da det blev helt slået fast, at træningsflyvningen kunne gennemføres, blev mine tanker ledt tilbage til muligheden for at populært sagt "give tilbage" til samfundet og branchen. SpaceTech denMACH er en del af partnerskabet Space Exploration Danmark, og den drivende kraft bag er Undervisnings- og Forskningsministeriet (UFM). UFM udviste stor interesse, da de hørte om mine træningsflyvninger og min



Billede: SpaceTech denMACH ApS.

Jeg bestod lægetjekket med bravour, og fik alt det officielle papirværk ordnet. Så var det "blot" den mentale forberedelse, jeg skulle koncentrere mig om.

ansøgning som astronaut. Der er desværre ikke mange kvinder, der ansøger om at blive astronaut, og UFM var derfor meget interesseret i at bruge det til at skabe interesse for rumfart blandt unge piger og kvinder generelt.

UFM har en mission om at promovere rumfart og -forskning blandt studerende i Danmark. Blandt andet er der allerede planlagt en del i forbindelse med Andreas Mogensens næste rumrejse, der forventes at være i 2023 eller 2024. Her er min virksomhed, SpaceTech denMACH, også involveret. Vi leverer SATCOM

hardware og software, der forhåbentligt skal bruges af danske elever til at kommunikere med rumstationen når Andreas Mogensen skal afsted.

UFM var især interesseret i at bruge mig som kommunikatør i mainstream-medierne, specielt DR og TV2 og på den måde få en solid dækning af emnet i befolkningen.

Ingeniørforeningen, IDA, kom også med på vognen og spurgte mig, om jeg ville deltage i deres rumfarts-konference i Ingeniørhuset, hvor jeg skulle tale om vægtløse flyvninger og drømmen om at blive astronaut.

Også her så jeg en mulighed for at promovere de ting, der lå mit hjerte nær. SpaceTech denMACH's første opgave var et undervisningsforløb sammen med Kornmark-skolen i Skævinge. De



IDA Space Talks i juni, hvor der kom fine forslag til forsøg i vægtløshed fra deltagerne i salen.

Billede: SpaceTech denMACH ApS.

brugte SpaceTech denMACH's SATCOM-enhed som er blevet integreret ind i en LEGO Education-robot, og den blev sendt til et eksperimentelt Måne-habitat placeret på Grønland (SAGA Space: LUNARK missionen). Her tøffede robotten rundt, samlede data og sendte det tilbage til Danmark over SATCOM til eleverne. Det var en fantastisk oplevelse for eleverne at se, at deres arbejde kunne bruges i et sådant rigtigt forsøg. Jeg fik derfor den ide at give eleverne muligheden for at også bygge en robot med tilhørende payload mission til mine vægtløsflyvninger. Mit mål var nemlig ikke, at vægtløsflyvningerne kun kom mig og min drøm til gode. Jo længere jeg kunne udbrede fortællingen om perspektiverne for rumfart, udvikling af nødvendig SATCOM-teknologi og

måske inspirere unge med astronautdrømme, desto bedre. En af mine kæpheste er at vise, at alle uanset køn og udgangspunkt kan blive en del af rumfartsbranchen. Resultatet blev, at en SATCOM-enhed, som eleverne havde integreret i en robot, kom med på træningsflyvningerne. Robotten målte forskellige parametre i min vægtløse tilstand. Der var også en ekstra denMACH ONE testenhed med, der målte på data, som vi selv i min virksomhed kunne bruge til at videreudvikle på. Forhåbentlig skal teknologien bruges sammen med alle danske skoleelever i forbindelse med Andreas Mogensens tur til den Internationale rumstation. Hele forløbet samlede mine mærkesager i en højere enhed. Min astronaut-ansøgning blev understøttet af de vægtløse flyvninger. Vi

Vægtløs med SPIKE Prime in Space robotten, som børnene fra Kornmarkskolen i Skævinge havde programmeret. Billede: NoveSpace.



fik testet enheder i SpaceTech denMACH. Og eleverne fik igen mulighed for at arbejde med SATCOM-data i undervisningen. Jeg hjalp sideløbende også UFM med at promovere kvinder i rumfartsindustrien. I dag er det kun 15 pct. af alle, der har været vægtløse, som er kvinder. Og de danske kvinder, der har lavet vægtløs træning, har primært lavet det som en del af deres forskning og ikke for at blive astronaut. Kommer jeg igennem nåleøjet, vil jeg dermed blive den første danske kvinde, der kommer i astronauttræning. Det er en stor ære og inspiration for mig. Uanset hvad så vil resten af mit liv med sikkerhed være præget af rumfart.



Jeg var så heldig at flyve vægtløs sammen med Jean-François Clervoy – en legendarisk fransk NASA-astronaut, som har været på tre NASA Space Shuttle missioner. Han gav mig en træmodel for at kunne undersøge bevægelsen af et stift legeme med tre distinkte hovedinerti-momenter - et forsøg som begyndte som et forslag fra en i publikum ved IDA Space Talks. Billede: SpaceTech denMACH ApS.

Havn, lufthavn, rumhavn

TEKST: Nicolas Kristoffersen, founder og CEO, EuroSpaceport, www.spaceport.eu

Europa forsøger i disse år at skabe mulighed for raketopsendelser til rummet fra europæisk grund. Danmark er et af de lande, hvor det måske er muligt at etablere og drive en eller flere kommercielle rumhavne. Med udgangspunkt i Esbjerg, kan det måske blive muligt at teste og opsende raketter i Nordsøen. Samtidig kunne det skabe arbejdspladser og påvirke rumfart i en mere bæredygtig retning.

Det første fly

Forestil dig, at du levede for ca. 120 år siden. På en sommerdag i 1903 spørger en af dine bekendte, om du ville bidrage til etableringen af en lufthavn til kommerciel flytrafik. Hvad ville du have svaret?

Med stor sandsynlighed ville du have afslået af den simple grund, at ingen nogensinde havde fløjet i en flyvemaskine. Senere samme år i december 1903

lykkedes det Wright-brødrene at lette med verdens første fly i North Carolina i USA. I årene derefter udviklede flyvning sig hurtigt til at blive en kommerciel succes.

Kastrup Lufthavn klar på 22 år

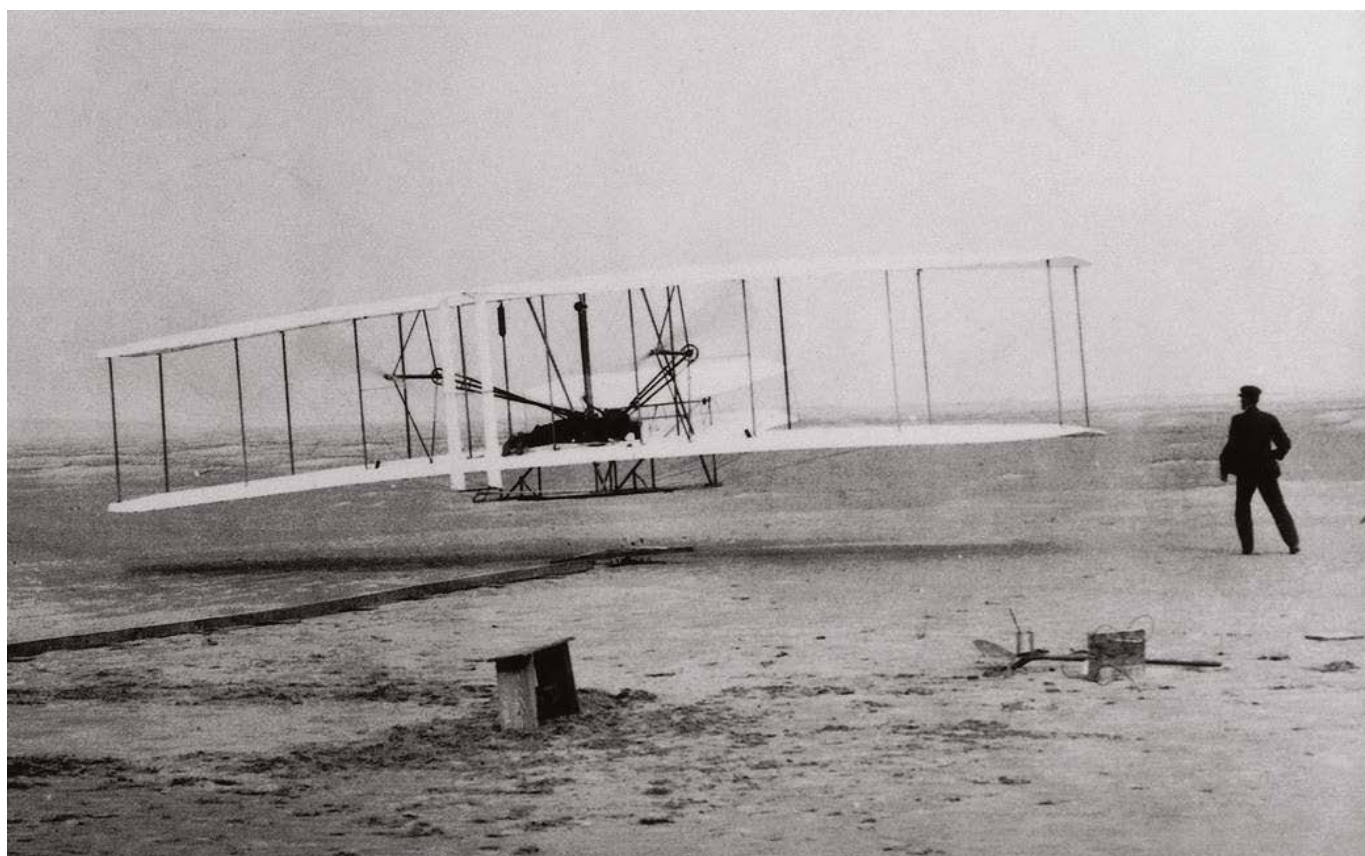
Heldigvis for Danmark blev der truffet beslutninger, der førte til, at Københavns lufthavn blev en af Europas første større lufthavne.

Kastrup Lufthavn åbnede officielt i 1925.

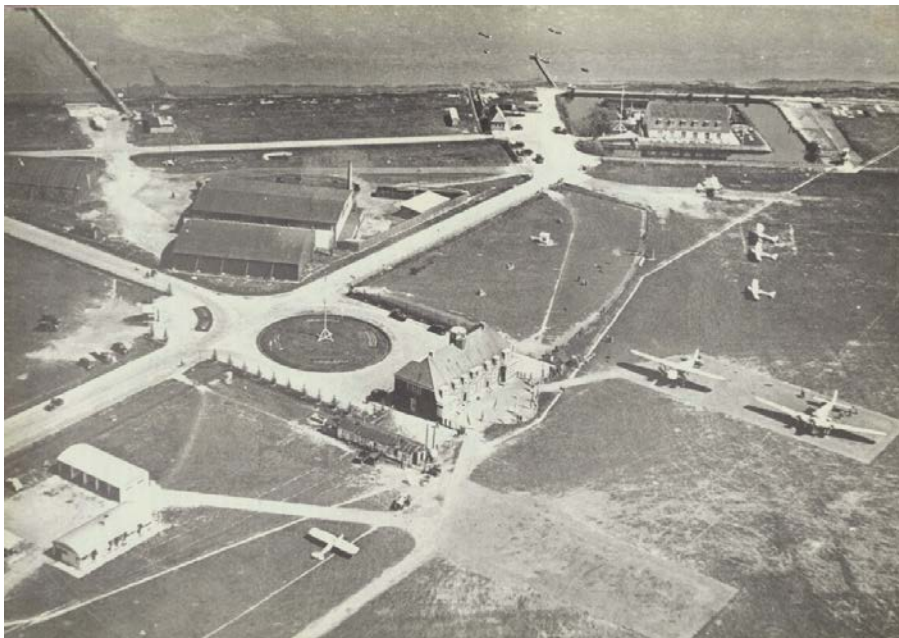
Der gik således mindre end 22 år fra det var umuligt at flyve i en flyvemaskine, til flyvende metalmaskiner fløj over København og landede tæt på mennesker.

Rumfartens udvikling

Udviklingen indenfor rumfart er foregået væsentligt langsommere. Allerede i 60'erne kunne mennesker sendes til rummet, men flere



Verdens første flyvninger med et motoriseret fly i North Carolina i USA.



Kastrup Lufthavn. Fotografi fra omkring 1930.

forhold har været årsag til, at udviklingen indenfor rumfart ikke har haft samme hastighed som den kommercielle luftfart. Rumfartøjer var ikke fra starten bygget til at kunne genanvendes på samme måde som fly. Derudover har rumfart været forbeholdt statslige aktører. Branchens udvikling blev derfor i de første mange år ikke drevet frem af kommerciel konkurrence. Tværtimod gik udviklingen nærmest i stå, da USA og Rusland ophørte med at konkurrere om at være dominerende i rummet.

Genanvendelige raketter

Indenfor de seneste årtier har dette ændret sig. Kommercielle virksomheder med amerikanske SpaceX i spidsen har omdefineret rumfartsindustrien. En af de væsentligste enkeltbegivenheder i denne udvikling fandt sted i 2015, hvor det for første gang lykkedes at lande boosterens fra en raket. I det øjeblik stod det klart, at flyvning med raketter en dag på væsentlige punkter kan sammenlignes med flyvning med konventionelle fly. Rumraketter vil kunne lade,

lande og være klar til brug igen efter teknisk kontrol og brændstoftopfyldning. Flere private virksomheder kan nu lande raketter opretstående. De konkurrerer derfor om at være først til at nå nye mål, hvilket betyder, at udviklingshastigheden er stigende. Da kommercielle virksomheder skal holde omkostningerne nede for at kunne tjene penge, har branchen udviklet billigere designs og produktionsmetoder.

Europæiske rumhavne

Europa har længe stået i skyggen af lande som USA, Rusland og Kina i forhold til udvikling af opsendelsesmuligheder til rummet. Europas eneste reelle rumhavn har været European Space Agencys (ESA) opsendelsesfacilitet i Kourou i Fransk Guiana i Sydamerika. Herfra har ESA opsendt satellitter med franskkudviklede raketter. For EU er det ikke hensigtsmæssigt ikke at have direkte indflydelse på et så væsentligt teknologisk område som rumfart. Unionen har derfor besluttet



Amerikanske SpaceX nåede i 2021 op på 100 succesfulde landinger med Falcon 9-raketter.

Billede: SpaceX

Link: <https://www.flickr.com/photos/spacex/25254688767/in/gallery-188677417@N03-72157715608934603/>

Licens: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>

at støtte udviklingen af europæiske raketter og opsendelsessystemer. Flere virksomheder i f.eks. Tyskland, Spanien og Polen er i disse år ved at udvikle mindre raketter til opsendelse af satellitter med støtte fra EU og ESA. Dette skal indenfor de kommende år give Europa muligheden for opsendelser fra europæisk grund.

Danmarks muligheder

I Danmark bor vi tæt. Det kan derfor være vanskeligt at finde områder på land, hvorfra raketter kan testes og opsendes uden at være til gene eller fare for mennesker. Alligevel kan Danmark måske spille en rolle i opbygningen af den infrastruktur, som rumfarten skal bruge, fordi opsendelserne ikke nødvendigvis sker

fra land. Virksomheder i en by som Esbjerg har stor erfaring med både sikker og effektiv gennemførelse af operationer på havet i forbindelse med opsætning og vedligeholdelse af boreplatforme og vindmøller. I Danmark kan vi derfor måske med fordel undersøge muligheden for at teste og opsende raketter på havet. Udviklingen af dette forretningsområde kan have flere positive afledte effekter. Rumfart kræver højtuddannede personer indenfor mange felter og kan dermed skabe nye arbejdspladser og tiltrække dygtige medarbejdere til spændende jobs. Rumfart kan også inspirere unge til at studere naturvidenskab, hvilket Danmark har brug for.

Rumfart og miljø

Man kan argumentere for, at

vi skal afholde os fra opsendelse af raketter, fordi energiforbruget er højt. At undslippe jordens tyngdefelt kræver megen brændstof, hvilket bidrager til CO₂-udledningen.

Rumfartsindustrien risikerer at bidrage til klimakrisen, men samtidig er satellitter afgørende for vores kendskab til jordens tilstand. Dertil kommer, at netop Danmark kan have gode muligheder for at inspirere rumfartsindustrien til at satse på grønt brændstof ved at udvikle power-to-x-teknologier til dette formål.

Indflydelse til de, der tør, kan og vil skabe forandringer

Historisk set har teknologisk udviklede samfund bedre muligheder for at søge indflydelse og forme





Space Launch Complex 4 ved Vandenberg Air Force Base i Californien. Billede: NASA/Kim Shiflett.

fremtiden. Europa er på mange måder et attraktivt sted at bo. I Europa sætter vi menneskerettigheder højere end de fleste andre steder i verden. I Europa satser vi på grønne teknologier. EU er trods vores interne forskelligheder en union, der bør markere sig som en leder i verden. Europa bør derfor også markere sig i rummet, der kan anskues som vor tids svar på tidligere tiders "nye verdener". Danmark er et af verdens

sikreste lande at leve i. Vi er demokratiske. Vi er teknologisk veludviklede. Vi har stor ekspertise i fragt, handel ... og så havde vi en af Europas første lufthavne. Nogen spørger, hvorfor vi skulle bygge infrastruktur til rumfart i Danmark. Vi kunne også spørge "hvorfor ikke?". Forandringer sker ikke af sig selv. Forandringer sker, når nogen beslutter, at de skal ske. Danmark har gode forudsætninger, og bør vi

således ikke insistere på, at vi kan nå vanskelige mål i samarbejde med øvrige europæiske lande? Danmark har vigtige skibshavne. Københavns Lufthavn var en tidlig og betydningsfuld lufthavn. Hvorfor skulle Danmark på sigt ikke blive hjemsted for en eller flere rumhavne?

Om EuroSpaceport Aps

EuroSpaceport er en dansk virksomhed, der udvikler infrastruktur til rumfart. Virksomheden samarbejder med flere større virksomheder i primært Esbjerg om at gøre kommerciel test og opsendelse af raketter mulig fra platforme i Nordsøen. Derudover afholder virksomheden blandt andet science camps for unge på uddannelsesinstitutioner og afholder konferencer. På længere sigt ønsker virksomheden at bygge egentlige rumhavne. Website: www.spaceport.eu

Forskelligt



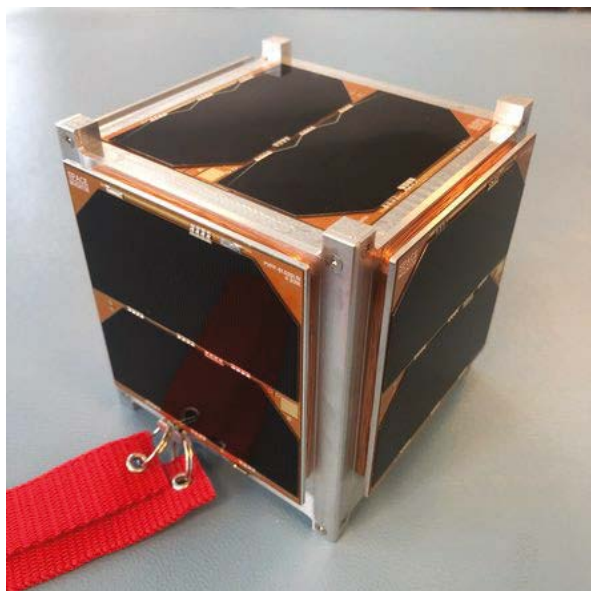
Første møde i FRIF.

Billede: Uddannelses- og Forskningsstyrelsen

Forum for Rumbaseret Innovation og Forskning (FRIF)

I slutningen af november 2021 blev det første møde i det nye Forum for Rumbaseret Innovation og Forskning (FRIF) afholdt i Uddannelses- og Forskningsstyrelsen. Forummet arbejder for at understøtte en øget integration af rumdata og rumbaseret teknologi på tværs af sektorer i Danmark. På første møde deltog højtstående repræsentanter for alt fra universiteter og GTS-institutter til erhvervsklynger og Udviklings- og Demonstrationsprogrammer for at diskutere og yde rådgivning om Danmarks fremtidige udnyttelse af rumområdet.

FRIF vil i fremtiden afholde to årlige møder på højt niveau, ligesom der vil blive afholdt en række specialarrangementer under FRIF-paraplyen.



Den første DISCO 1 CubeSat prototype. På SDU undersøges om denne type satellit i fremtiden kan bruges som rumbaseret teleskop, og hermed bidrage til udforskningen af blandt andet sorte huller i fjerne galakser.

Billede: Space Inventor

SDU Galaxy

For at sikre studerende de bedste kompetencer til at gribe mulighederne i rumfartens nye guldalder har vi samlet forskning og udvikling i rum og rumrelateret teknologi i netværket SDU Galaxy på Syddansk Universitet. Vi har en passion for rummet og eksempler som træningsrobotter med simuleret tyngdekraft til astronauter, rekonstruktion af billeder fra fjerne galakser og udvikling af avanceret hardware til satellitter – findes alt hos SDU Galaxy. Vi har rødder i flere fakulteter og kombinerer ingeniørkundskab med naturvidenskab i mange forskellige forskningsbaserede uddannelsesmuligheder. Eksempelvis igennem det nationale Student CubeSat Programme (DISCO) med formålet at kunne uddanne studerende til at forbedre livet på jorden ved at udforske rummet.

Tekst: Nicolai Iversen



Billede: NASA, NASA billede
ID ISS017-E-12583, 2008

Kap Farvel (Nunap Isua) B,
Grønlands sydspids set fra
den Internationale
Rumstation i 2008.



DANSTAR

Danish Student Association
for Rocketry



Y A I K Y