

# Danmark er godt med i rummet

Ole J. Knudsen, Stellar Astrophysics Centre, ESON-Danmark, Institut for Fysik og Astronomi, Aarhus Universitet

De færreste tænker på Danmark som en rumnation, hvis vi ikke lige har en astronaut i kredsløb, som i det forløbne halve års tid, men i forhold til befolkningens størrelse er vi ganske godt med. "Rummet" er i hastig vækst, både indenfor industri og forskning, og både forskningsresultater og "dimser" fra Dansk rumforskning er højt i kurs internationalt.

Vi starter med en lille hurtig quiz. Svarene er måske desværre overraskende, fordi almen viden om rummet og Danmarks bidrag er ret begrænset. De findes i slutningen af artiklen.

1. Hvor mange danske satellitter er der opsendt til dato?
2. Hvor mange danske virksomheder arbejder indenfor rumbranchen?
3. Hvor mange mennesker har der været i rummet?
4. Hvor længe har Den Internationale Rumstation ISS konstant haft mennesker ombord?
5. Hvor mange mennesker er der i rummet lige nu?
6. Hvor længe har et menneske opholdt sig uafbrudt i rummet?



**Figur 1.** De to første danske astronauter, Andreas Mogensen og Rasmus Klump, nyder udsigten til Jorden. Foto: ESA.

Fra 26. august 2023 til den 12. marts 2024 har ESA's astronaut Andreas Mogensen opholdt sig ombord på Den Internationale Rumstation ISS, hvor han har været kommandør. Det har naturligt nok vakt en hel del opmærksomhed i Danmark, og forhåbentlig vil det smitte af på interessen blandt børn og unge for en karriere indenfor rumbranchen. Det har i hvert fald været formålet med at anvende omkring 17 millioner kroner til udstillinger, foredrag, undervisningsprojekter, konkurrencer og PR-arrangementer centreret omkring hjemmesideportalen Rumrejsen2023.dk. Desuden har dansk industri og danske forskere bidraget med 10 videnskabelige eksperimenter, som Mogensen har arbejdet med under Huginn-missionen, ind imellem alt

hans andet arbejde ombord, og han har medbragt en snes danske "kulturgenstande" som rækker fra Niels Bohrs Nobelprisguldmedalje til en Rasmus Klump-bamse.



**Figur 2.** ESA-astronaut Andreas Mogensen i færd med et af mange "in-flight calls" til Danmark fra Columbus-modulet på ISS, og med Rigsfælleskabets flag i baggrunden. Skærmdump: OJK.

Hvad der er mindre synligt, er, at der i Danmark er omkring 2.400 mennesker, som arbejder indenfor rumområdet, og at tallet er stigende. Investeringer i området giver et afkast på omkring 4,5 gange det investerede beløb, og det er umådeligt flot.

Der skelnes almindeligvis imellem rumaktiviteter indenfor "Upstream" og "Downstream". Det er indenfor det sidstnævnte område, at de danske aktiviteter toppe med over 140 virksomheder, som bruger data fra danske og udenlandske rumfartøjer til deres arbejde. Godt 50 virksomheder sender satellitter og dele til rumfartøjer den anden vej, altså "Upstream", og nogle gør selvfølgelig begge dele. I alt har rumvirksomhederne en omsætning på mere end 6,2 milliarder kroner i 2017-tal.

Ud over de aktiviteter, som giver økonomisk afkast, er flere af universiteterne stærkt involverede i rummet. Antallet af udbudte kurser med nogen relation til rumområdet var i 2021 i alt 221, og her er ikke indregnet kurser og forskningsaktiviteter indenfor astrofysik, medmindre forskningsområdet er afhængigt af data fra rumsonder og satellitter. Vi tillader os i denne sammenhæng ikke at medregne Ole Rømer, Tycho Brahe og lignende som rumforskere, uanset deres kvaliteter i øvrigt.

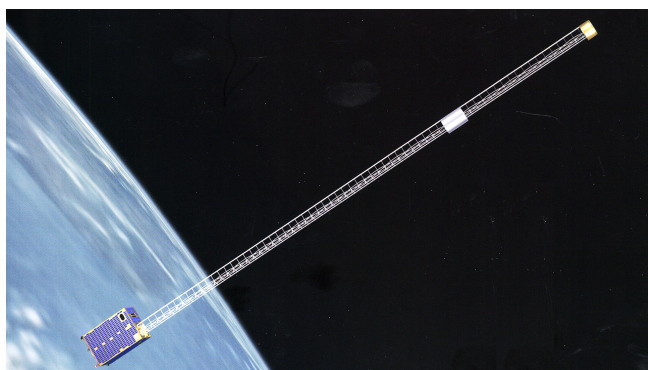
I forbindelse med en del af disse kurser får de studerende helt konkret "fingrene i fadet": både på Aalborg Universitet, Aarhus Universitet og DTU planlægger og bygger man småsatellitter, de såkaldte CubeSats, og

de studerende er med hele vejen. De er også med til at kontrollere satellitterne og nedtage data for de satellitter, som kommer godt i kredsløb. De studerende er umådeligt efterspurgt i erhvervslivet både i Danmark og i udlandet, når de på denne måde har været med i både den teoretiske og den praktiske del af rumforskningen.

Den største samarbejdspartner for dansk rumforskning er Den Europæiske Rumorganisation ESA. Danmark bidrager i alt med cirka 0,8% til ESA's budget, eller cirka 45 kroner årligt pr indbygger. Det er på højde med Polens bidrag. Bidraget er opdelt i et obligatorisk fællesbidrag og en række bidrag til ESA's ikke-obligatoriske programmer. I perioden 2023–2025 er Danmarks bidrag cirka 734 millioner kroner, men Danmarks bidrag er i ESA's seneste budget faldet 0,1 procentpoint.

Ifølge både astronaut Andreas Mogensen og flere rumforskere og rumfirmaer er det alt for lidt, hvis vi skal kunne følge med i udviklingen indenfor dette frontlinieområde, og hvis vi skal kunne få lov at være med i en række nye programmer uden at "blive sat udenfor døren". Tendensen og den manglende politiske interesse for rumforskning er helt uforståelig, blandt andet fordi Danmark ikke forærer disse penge væk. De kommer godt og vel tilbage til landet igen i form af forskellige industrikontrakter med ESA. For hver investeret krone i rumbranchen er afkastet desuden omkring 4,50 kroner!

Ud over samarbejdet indenfor ESA er vores største rumsamarbejdspartner NASA, men danske universiteter og virksomheder samarbejder desuden med russiske Roskosmos, med Kinas rumorganisation CNSA og med Indiens ISRO.



**Figur 3.** Ørsted-satellitten i rummet med udfoldet 8 m lang instrumentbom. Illustration: DTU-Space.

Skulle der være nogle af læserne af denne artikel, som har drømmen om at blive astronaut, så hold øje med rumnyhederne. Det er planen, at ESA indbyder til en ny ansøgningsrunde i 2027, så der skulle være tid til at kvalificere sig, og der er gode råd at finde på [www.BlivAstronaut.dk](http://www.BlivAstronaut.dk). Men rumbranchen har brug for mange, mange flere motiverede og velkvalificerede medarbejdere i snart sagt alle fag. Dygtige håndværkere og teknikere, ingeniører og forskere – der er plads til alle, hvis man ønsker et job, som er udfordrende og aldrig ensformigt.

Den næste danske satellit i klassen lidt over de små CubeSats er nu fuldt finansieret, og projektet går ind i

en konkret planlægningsfase. Satellitten hedder STEP. Den er på størrelse med et pænt stort køleskab. Den indeholder blandt andet et astronomisk teleskop med en diameter på 20 centimeter og en spektrograf, og den skal, som navnet "STars and ExoPlanets" fortæller, bruges til at følge op med detaljerede observationer af nogle af de jordlignende exoplaneter, som er fundet blandt andet med de større rumprojekter Kepler, TESS og de kommende Plato og ARIEL. STEP udvikles og bygges i et samarbejde imellem en række danske universiteter og rumvirksomheder. Projektet ledes fra Aarhus Space Centre på Aarhus Universitet. Prisen bliver omkring 85 millioner kroner, og opsendelsen bliver sidst i dette årti.

Blandt rækken af danske satellitter skiller især Ørsted sig ud. Den er med fuld ret blevet kaldt "Den lille seje satellit" (i en bogtitel). Med en vægt på omkring 60 kg og en største udstrækning på 72 cm – som et rullekabinet med skrivebordsskuffer, kom den med som passager ved en amerikanske raketopsendelse den 23. februar 1999. I pressen var man mest interesseret i at berette, at det tog 10 udsatte forsøg, før opsendelsen endelig blev til noget, men Ørsted var nu ikke årsag til nogen af udsættelserne. Formålet med Ørsted var præcisionsmålinger af Jordens magnetfelt, og det klarede den lille satellit så fint, at de modeller for magnetfeltet, som blev beregnet fra Ørsteds data, i en årrække var international standard. Den formelle datamodtagelse blev afsluttet i maj 2015, fordi SWARM-satellitterne, som blev opsendt i november 2013 kunne tage over og levere endnu bedre data. Selvom Ørsted-satellittens levetid var planlagt til 14 måneder, fungerer den forunderligt nok stadigvæk her i 2024, hvor den har fejret sit 25-årsjubileum .



**Figur 4.** Bomærke for studentersatellitten DISCO-2. Illustration: DISCO-2/AU.

De andre danske satellitter har alle været CubeSats i størrelsesordenen 10–40 centimeter. De er enten fremstillet som studenterprojekter på universiteterne, eller af firmaer, som er udsprunget af nogle af disse studenterprojekter, og branchen er i rivende udvikling. De fleste af disse småsatellitter er opsendt i baner, som passerer de arktiske egne, hvor de bruges til forsøg med kommunikation, fotografering og overvågning i samarbejder blandt andet med Forsvaret og Danmarks



Meteorologiske Institut. Et eksempel er DISCO-2, som i et studentersamarbejde imellem fire danske universiteter fra midt i 2024 skal observere gletcherstrukturer og -udvikling samt temperaturer i arktiske områder i havet og på land, for på den måde at få bedre oplysninger om gletcherens afsmeltning.

Det til nu største danske rumprojekt er instrumentet ASIM, som siden 2018 har været installeret udvendigt på ISS. ASIM observerer udladninger i Jordens atmosfære, som udsendes fra skyerne og opad, og som er langt kraftigere end de lyn, vi normalt ser mellem skyerne og jordoverfladen. Denne mangfoldighed af fænomener med navne som røde feer (red sprites), elver og blå stråler (blue jets), er kortvarige udladninger af ukendt oprindelse, og som forekommer sammen med udbrud af gamma- og røntgenstråler, som ASIM også registrerer. De optræder i så stort antal, at de formentlig har indvirkning på atmosfæren og dermed på klimaet.



**Figur 5.** ASIM er den blå kasse, som her ses monteret på det europæiske Columbus-modul på Den Internationale Rumstation ISS. Foto: NASA.

ASIM er en "kasse" på 314 kg, som er omkring en meter på hver led, og projektet er et samarbejde imellem flere danske virksomheder og universiteter både i Danmark, Norge, Spanien, Polen og Italien.

Blandt de mange andre upstream-aktiviteter, hvor danske firmaer og forskere er dybt involverede, kan nævnes motionscykler, røntgendetektorer og -spejle, stjernekameraer, strømforsyninger og testudstyr.

Downstreamaktiviteterne er i omfang noget mere omfattende end det, vi fra Danmark sender den modsatte vej. Det, som hentes ned, er i bred forstand data indhøstet af en bred vifte af satellitter og rumsonder. Virksomheder og institutioner modtager, bearbejder og videredistribuerer data til for eksempel navigation, logistikplanlægning, meteorologi, jordobservationer og kommunikation. Brugerne spænder fra landmænd, som pløjer ved hjælp af GPS-navigation, lastvognsfirmaer, som optimerer deres vognpark og opgaver over planlæggere og beredskabstjenester i det offentlige, og til forskere, som studerer Universets struktur, stjerner, exoplaneter og forholdene på måner og planeter i vores eget nabolag, inklusive forandringer her på Jordkloden.

Danmark er godt med indenfor branchen "rummet" på de fleste områder, og der er rigtig god udsigt til, at rumområdet bliver et kraftigt voksende aktivitetsfelt i en overskuelig fremtid – en fremtid, hvor alle brancher råber på veluddannet arbejdskraft og gode hoveder.

## Svar på quizen

1. Cirka 12 danske satellitter. Det kan diskuteres, hvad det vil sige, at en satellit er dansk. Da Ørstedssatellitten blev sendt op, var der for eksempel ingen statslig institution i Danmark, som kunne tage ansvaret, så det blev overdraget til det tyske meteorologiske institut.
2. Der er cirka 200 danske virksomheder, som hovedsagelig har deres aktiviteter indenfor rumbranchen.
3. Pr 1. januar 2024 har cirka 683 forskellige personer været over "Karman-linien", som er 100 km over jordoverfladen.
4. Siden den 2. november 2000 har der konstant været mennesker ombord på ISS – altså i snart 24 år.
5. I skrivende stund 10; tre ombord på den kinesiske rumstation Tiangong og 7 ombord på ISS, men det varierer ofte. På ISS kan der maksimalt opholde sig 11 personer, og der er desuden planlagt missioner, hvor for eksempel et Dragon-rumskib kredser uafhængigt af rumstationerne med 3-5 personer ombord.
6. Kosmonaut Valery Polyakov har opholdt sig uafbrudt i 437 dage i rummet ombord på rumstationen MIR. Kosmonaut Sergej Krikaljov har i alt opholdt sig 804 dage i rummet. Han blev opsendt som sovjetborger og landede som russer!

## Litteratur

- [1] Webportalen [www.Rumrejsen2023.dk](http://www.Rumrejsen2023.dk).
- [2] Opdateret statistik om rumerhvervet samt analyse af rumerhvervets vækstpotentiale, Rambøll, 2018: <https://ufm.dk/publikationer/2018/opdateret-statistik-om-rumerhvervet-samt-analyse-af-rumerhvervet-vækstpotentiale>.
- [3] This is ESA: [https://esamultimedia.esa.int/docs/corporate/This\\_is\\_ESA\\_DK\\_LR.pdf](https://esamultimedia.esa.int/docs/corporate/This_is_ESA_DK_LR.pdf).
- [4] Naturvidenskabernes Hus, ESERO: <https://nvhus.dk/wp-content/uploads/2024/01/Rumrelaterede-uddannelser-og-virksomheder-i-Danmark.pdf>.
- [5] DI Analyse – Danmark skal med i rumkapløbet: <https://www.danskindustri.dk/arkiv/analyser/2023/5/danmark-skal-med-i-rumkaplobet/>.
- [6] Videnskab.dk – analyse af økonomien: <https://videnskab.dk/rummet/kritik-danmark-staar-paa-sidelinjen-under-oekonomisk-rumfartseventyr/>



*Ole J. Knudsen* har en bachelorgrad i astronomi og fysik, og har arbejdet i seks årtier med formidling af naturvidenskab; især astronomi og rumforskning i medierne, som foredragsholder og som skribent, samtidig med at han indtil 2014 var leder af planetariet på Steno Museet i Aarhus. Han er bl.a. kommunikationsmedarbejder på Aarhus Space Centre på Aarhus Universitet.